

K 14545
2



ბ. ჯაფარიძე

გათხოვრა და
ვენტილაცია
II

გ. ჯაფარიძე

ბ, ღარჩია



გათბობა და ვენტილაცია

ნაწილი II

ვენტილაცია

საქართველოს სსრ უმაღლესი და საშუალო სპეციალური განათლების სამინისტროს მიერ დამტკიცებულია სახელმძღვანელოდ პოლიტექნიკური ინსტიტუტის თბოაირმომარაგებისა და ვენტილაციის სპეციალობის სტუდენტებისათვის

სკვ-2000
შემოწმებულია

გამომცემლობა „განათლება“
თბილისი—1970

პენსიონა

2) გაგზავნა

609/4

697

დ 235



რეკომენდაციები:

ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი, დოცენტი გ. რატიანი
ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი რ. ხუნწარია

ნაშრომი რეკომენდებულია პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამშენებლო
ფაკულტეტის სამეცნიერო საბჭოს მიერ

ჰენჯილასიის ჰიგიენური და ფიზიკური საუბუძვლები

§1.

ჰაერი და მისი თვისებები

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

ცხრილი I. 1

№ № რიგ.	ტენიანი ჰაერის მშრალი ნაწილის ქიმიური შედგენილობის კომპონენტები	შედგენილობა %-ობით	
		წონითი	მოცულობითი
1	აზოტი	75,55	78,13
2	ჟანგბადი	23,10	20,90
3	არგონი, ნეონი, ჰელიუმი და სხვა ინერ-		
	ტული აირები	1,30	0,94
4	ნახშირორჟანგი	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 დანიშნულებაა იმ ადგილებში, სადაც დიდი ხნით უხდებოდა 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 შეხავალი წყლის ორთქლის პარციალური წნევების ჯამი

$$P_{\text{ჰაერ}} = P_{\text{მშრალი}} + P_{\text{წყ. ორთქ.}} \quad (1.1)$$

სადაც $P_{\text{ჰაერ}}$ 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;

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

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

მშრალი ჰაერის მდგომარეობა განისაზღვრება 3 პარამეტრით: P — ჰაერის წნევით, ν — 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 γ კგ/ მ^3 -ით, მივიღებთ

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

ჰაერის წონა შეიძლება გამოვითვალოთ ფორმულით

$$G = V \gamma \quad \text{კგ}, \quad (1.2)$$

სადაც V არის ჰაერის მოცულობა მ^3 -ობით, ხოლო G მშრალი ჰაერის მოცულობა — ფორმულით

$$V = G \nu \quad \text{მ}^3. \quad (1.3)$$

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

მაგალითად, თუ P_1 წნევის დროს 1 კგ აირის კუთრი მოცულობა ν_1 -ის ტოლია, მაშინ სხვა, მეორე P_2 წნევის დროს იმავე 1 კგ აირის კუთრი მოცულობა იქნება ν_2 , ამასთანავე შეგვიძლია დავწეროთ

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{P_2}{P_1}$$

ან

$$P_1 \nu_1 = P_2 \nu_2 = \text{const.} \quad (1.4)$$

ასევე ვიცით, რომ ტემპერატურის 1° -ით გაზრდისას აირის მოცულობა (მუდმივი წნევის დროს) იზრდება იმ მოცულობის $\frac{1}{273}$ ნაწილით, რომელიც

განსახილველ აირს უჭირავს 0° ტემპერატურის დროს. მაგალითად, თუ აირს 0° 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 α არის აირის მოცულობითი გაფართოების კოეფიციენტი და ტოლია

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

ვიპოვოთ 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

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

ვინაიდან $273 + t_1 = T_1$ და $273 + t_2 = T_2$, ამიტომ საბოლოოდ შეიძლება დავწეროთ

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

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

ვინაიდან $\gamma_1 = \frac{1}{v_1}$ 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 დავწეროთ

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

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

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

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

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

მაგალითი 1. დავუშვათ, 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 მ³.

ამოხსნა. ვიყენებთ (1.6) ფორმულას, რომლის მიხედვითაც

$$\frac{20000}{V_2} = \frac{(273-8)}{(273+30)};$$

აქედან

$$V_2 = \frac{20000 \cdot 303}{265} = 22900 \text{ მ}^3.$$

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 (γ_2), თუ მას შევათბობთ $t_2 = 40^\circ$ -მდე.

ამოხსნა. ვიყენებთ (1.7) ფორმულას

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

აქედან

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

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 ტენიანობა

ა) ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა. 1 მ³ ტენიან ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის წონას ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა ეწოდება. 1 მ³ 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 ვერცხ. წყ. სვ-ობით;

V — წყლის ორთქლის მოცულობა, მ³-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 მ³ ტენიან ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის მოცულობა 1 მ³-ია (ასევე 1 მ³-ია მშრალი ჰაერის მოცულობაც). თუ ჰაერის აბსოლუტურ 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 განვსაზღვროთ ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა D .

ბ) ტენიანი ჰაერის ტენზომეტრულობა. წყლის ორთქლის წონას (d_2), რომელიც ისეთ ტენიან ჰაერშია, რომლის მშრალი ნაწილის წონა 1 კგ-ის ტოლია, ტენიანი ჰაერის ტენზომეტრულობა ეწოდება.

თუ ტენიან ჰაერს განვიხილავთ, როგორც სრულიად მშრალი 1 კგ ჰაერისა და d_2 წყლის ორთქლის ნარევს, მაშინ ტენიანი ჰაერის წონა იქნება

$$1 + \frac{d}{1000} \text{ კგ.}$$

როგორც ვიცით, დალტონის კანონის მიხედვით

$$P_{\text{პარ}} = P_{\text{აშ.ა}} + P_{\text{წყ.ორთ.}}$$

მშრალი ჰაერისათვის დამახასიათებელი განტოლება იქნება

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

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

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

საიდანაც

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

თუ (1.15) განტოლებაში ჩავსვამთ აირების მუდმივებს, მივიღებთ

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

ან

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

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

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

როგორც (1.1) განტოლებიდან ვიცით, $P_{\text{აშ.ა}} = P_{\text{პარ}} - P_{\text{წყ.ორთ.}}$, ამიტომ საბოლოოდ შეიძლება დავწეროთ

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

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

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

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

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

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

ფარდობითი ტენიანობა საშუალებას გვაძლევს მოცემული (განსახილველი) ჰაერი შევადაროთ 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 რომელიმე ტემპერატურაზე ჰაერი მთლიანად გაჯერებული აღმოჩნდება ($\varphi=100\%$).

ამრიგად, იმ უმცირეს ტემპერატურას, სანამდისაც შეიძლება ჰაერის გაცივება მისი უცვლელი ტენშემცველობისას, ნამის 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 $P_{\text{ბარ}}=760$ მმ ვერცხ. წყ. სვ.

ამოხსნა. I დანართის ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ წყლის ორთქლის პარციალური წნევა, როცა $t_1=+30^\circ$, მთლიანი გაჯერებისას ტოლია $P_{\text{ბავ}}=31,82$ 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

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

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

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

პ მ ო ხ ს ნ ა . I დანართის ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ $t_3 = +20^\circ$ ტემპერატურის მქონე ჰაერის წყლის ორთქლის პარციალური წნევა მთლიანი გაჯერებისას .

$$P_{\text{გაჯ}} = 17,53 \text{ ნმ ვერცხ. წყ. სვ.}$$

ფარდობით ტენიანობას ვსაზღვრავთ (1.19) ფორმულით

$$\varphi = \frac{P_{\text{წყ.ორთ}}}{P_{\text{გაჯ}}} 100 = \frac{10,52 \cdot 100}{17,53} = 60\%.$$

დ) ტენიანი ჰაერის კუთრი წონა, დავწეროთ მშრალი ჰაერისა და წყლის ორთქლის დამახასიათებელი განტოლებები:

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

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

თუ ამ ორ განტოლებას შევკრებთ და გარდავქმნით, მივიღებთ

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

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

$$G_{\text{ტენ.}} = \frac{V}{T} \left(\frac{P_{\text{მშ.ჰ}}}{R_{\text{მშ.ჰ}}} + \frac{P_{\text{წყ.ორთ}}}{R_{\text{წყ.ორთ}}} \right). \quad (1.21)$$

როცა $V=1$ მ³, მაშინ ამ მოცულობის შესაბამისი წონა იქნება ტენიანი ჰაერის კუთრი წონა $\gamma_{\text{ტენ.}}$, ანუ

$$\gamma_{\text{ტენ.}} = \frac{1}{T} \left(\frac{P_{\text{მშ.ჰ}}}{R_{\text{მშ.ჰ}}} + \frac{P_{\text{წყ.ორთ}}}{R_{\text{წყ.ორთ}}} \right).$$

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

$$\gamma_{\text{ტენ.}} = \frac{1}{T} (0,465 P_{\text{მშ.ჰ}} + 0,289 P_{\text{წყ.ორთ}}),$$

ან შეიძლება დავწეროთ

$$\gamma_{\text{ტენ.}} = \frac{1}{T} (0,465 P_{\text{მშ.ჰ}} + 0,465 P_{\text{წყ.ორთ}} - 176 P_{\text{წყ.ორთ}}).$$

მაგრამ, ვინაიდან

$$P_{\text{მშ.ჰ}} + P_{\text{წყ.ორთ}} = P_{\text{ბარ.}}$$

ამიტომ საბოლოოდ შეიძლება დავწეროთ

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

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

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

$$\gamma_{\text{ჰენ}} = \gamma_{\text{მ.ჰ}} - 0,176 \frac{P_{\text{ნყ.ორთ}}}{T}; \quad (1.24)$$

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

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

ამოხსნა. ვსარგებლობთ (1.23) ფორმულით

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

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

ამოხსნა. I დანართის ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ წყლის ორთქლის პარციალური წნევა გაჯერებულ ჰაერში, როცა $t = +30^\circ$ ტოლია $P_{\text{გაჯ}} = 31,82$ მმ ვერცხ. წყ. სვ.; როცა $\varphi = 70\%$, მაშინ $P_{\text{ნყ.ორთ}} = 31,82 \cdot 0,7 = 22,274$ მმ ვერცხ. წყ. სვ. ვსარგებლობთ (1.22) ფორმულით

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

იმავეს მივიღებთ, თუ ვიანგარიშებთ (1.24) ფორმულით.

ე) ჰაერის კუთრი სითბოტევადობა. არჩევნ 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, ვსარგებლობთ ვენტილაციის ტექნიკაში, წონითი კუთრი სითბოტევადობის რიცხობრივი სიდიდე $C = 0,24$ კკალ/კგ. გრ.

1 მ³ 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/მ³. გრ.

ვ) ტენიანი ჰაერის თბოშემცველობა. 1 კგ მშრალი ნაწილის შემცველ ტენიან ჰაერში არსებულ სითბოს რაოდენობას ჰაერის თბოშემცველობა ეწოდება. 1 კგ მშრალი ჰაერის თბოშემცველობა ჰაერის რომელიმე t ტემპერატურის დროს (0° ტემპერატურის დროს კი ნულის ტოლია)

$$I_{\text{მ.ჰ}} = 0,24t \text{ კკალ/კგ,}$$

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

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

სადაც 597,4 არის 0° -ის მქონე წყლის ორთქლწარმოქმნის ფარული სითბო, კკალ/კგ ობით.

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

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

$$I_{\text{ტენ}} = I_{\text{მშ.ა}} + I_{\text{წყ.ორთ}} = 0,24t + (597,4 + 0,44t) \frac{d}{1000} \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ. მშ. კ}}. \quad (1.25)$$

მაგალითი 1. განვსაზღვროთ ისეთი ტენიანი ჰაერის თბოშემცველობა, რომლის პარამეტრებია: $t_3 = +30^{\circ}$, $P_{\text{პარ}} = 760$ მმ ვერცხ. წყ. სვ., $\varphi = 50\%$, $P_{\text{წყ.ორთ}} = 15,91$ მმ ვერცხ. წყ. სვ., $d = 13,2$ გ/კგ. მშ. კ.

ა მ ო ხ ს ნ ა . ვსარგებლობთ (1.25) ფორმულით

$$\begin{aligned} I_{\text{ტენ}} &= 0,24t + (597,4 + 0,44t) \frac{d}{1000} = 0,24 \cdot 30 + (597,4 + 0,44 \cdot 30) \frac{13,2}{10000} = \\ &= 15,25 \text{ კკალ/კგ. მშ. კ.} \end{aligned}$$

§ 3. ბაკამომსვარი აკის შიზიომოგიუკი გავლენა ადამიანზე

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

ადამიანის მიერ გაცემული სითბოს რაოდენობა დამოკიდებულია გარემომცველი ჰაერის ტემპერატურაზე, ფარდობით ტენიანობაზე, მოძრაობის სიჩქარესა და, აგრეთვე, სათავესის გადამღობავი კონსტრუქციების ზედაპირების 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 თბოგაცვლა). 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 გამოთქმავებული სითბო მთლიანად ვერ გადაეცემა გარემომცველ არეს, იწყება ორგანიზმის გადახურება, რის შედეგადაც მკვეთრად 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 ჰავის შექმნა ხორციელდება გათბობისა და ვენტილაციის 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 გაგრილებას, 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:

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

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

მოძრავი ჰაერის შემთხვევაში თბოშეგრძნების დასახასიათებლად (შესაფასებლად) სარგებლობენ ეკვივალენტურ-ეფექტური ტემპერატურების ცნებით. ეკვივალენტურ-ეფექტური ტემპერატურა ეწოდება უძრავი ჰაერის ტემპერატურას (როცა $\varphi=100\%$), რომელიც იწვევს სხეულის ისეთსავე გაგრილებას, 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° .

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.

ბი, რომლებიც ქმნიან თბოშეგრძნების ყველაზე უფრო სასიამოვნო პირობებს.

მშრალი თერმომეტრის სკალის მარცხნივ ნაჩვენებია ტენიანი ჰაერის უკუქმედების არე, რომელიც იწყება (მშრალი თერმომეტრით) $+7^{\circ}$ -დან და ვრცელდება ქვემოთ. ამ უკუქმედების 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 უმნიშვნელოა, 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 გახურების 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. სათავსის ჰაერის ტემპერატურა $t=22^{\circ}$, ფარდობითი ტენიანობა $\varphi=50\%$ და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე $v=0$. განვსაზღვროთ აკმაყოფილებს თუ არა სათავსის 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 მივყევით წირს (მარჯვნივ) $\varphi=50\%$ მრუდის გადაკვეთამდე, მიღებული წერტილიდან ვავლებთ $I=\text{const}$ წირების პარალელურ ხაზს $\varphi=100\%$ მრუდის გადაკვეთამდე, მიღებული წერტილიდან ვავლებთ $t=\text{const}$ 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 სათავსში აკმაყოფილებს კომფორტის პირობებს.

მაგალითი 2. საამქროში (სამუშაო ზონაში) ზამთარში ჰაერის პარამეტრებია $t=27^{\circ}$, $\varphi=70\%$. განსასაზღვრია 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 $22,8^{\circ}$ (ვსაზღვრავთ $I-d$ დიაგრამის საშუალებით). ეფექტური ტემპერატურების გრაფიკის (ნახ. 1. I) შესაბამის სკალებზე ვპოულობთ 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 ვპოულობთ ეფექტურ ტემპერატურას $t=25^{\circ}$. ეს ეფექტური ტემპერატურა ზამთრის კომფორტული ტემპერატურების ზონის გარეთაა (ზამთრის კომფორტული ზონის ზედა ზღვრად ითვლება $23,3^{\circ}$ ეფექტური ტემპერატურა). იმისათვის, რომ სამუშაო ადგილზე გვქონდეს 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 ვპოულობთ, რომ $t=20^{\circ}$. ტემპერატურა 20° 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 ($t=20^{\circ}$). შეიძლება მოვიქცეთ შემდეგნაირადაც: 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 მოწყობილ ვენტილაციას შეუძლია უზრუნველყოს ჰაერის არის საჭირო მეტეოროლოგიური პირობები საწარმოო დანიშნულების სათავსის როგორც მთლიან მოცულობაში, ისე მხოლოდ მის ცალკეულ სამუშაო ადგილებზე.

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

ეფექტურ ტემპერატურათა გრაფიკი არ ითვალისწინებს ადამიანის ორ-

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

მავნე მინარევების კონცენტრაციის ცნება. მავნე ორთქლისა და აირების მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე

ჰაერის მოცულობის ერთეულში არსებული მავნე მინარევების წონას მავნე მინარევების კონცენტრაცია ეწოდება. ჩვეულებრივ ის იზომება მგ/ლ გ/მ³-ობით. ზოგჯერ მავნე მინარევების კონცენტრაციად იღებენ მავნე მინარევების პროცენტულ შეფარდებას ჰაერის მოცულობასთან.

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

ნახშირჟანგს (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 მოწამვლის შემდეგ, როცა თავბრუსხვევა ეწყება.

გოგირდოვანი აირი უფერულია, აქვს მკვეთრი მწვავე სუნი, გამოიყოფა ყველა იმ ქურიდან და ღუმელიდან, რომლებიც მუშაობს გოგირდნარევ ნახშირზე. გოგირდოვანი აირი ადამიანის სასუნთქ ორგანოებში გარდაიქმნება გოგირდმჟავა ხსნარად.

გოგირდმჟავას ორთქლი გამოიყოფა ლითონების ამოქმისას. გოგირდმჟავას 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 სათავსების მუშა ზონის ჰაერში ზოგიერთი მავნე აირის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები.

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

№№ რიგ.	ნივთიერებათა დასახელება	ზღვრულად დასაშვებ კონ- ცენტრაციათა სიდიდეები მგ/მ ³ -ობით
1	აკროლეინი	0,7
2	ამიაკი	20
3	აცეტონი	200
4	ბენზინი	300
5	ბენზოლი	20
6	დეკალინი, ტეტრალინი	100
7	ქსილოლი	50
8	დარიშხანოვანი წყალბადი	0,3
9	ცხიმოვანი რიგის სპირტები (ალილის, კროტილისა და სხვ.)	2
10	ბენზოლის ნიტროშენაერთები და მისი ჰომოლოგები — ნიტრობენზოლი, ნიტროტოლუოლი და სხვ.	5
11	აზოტის ჟანგეულები	5
12	თუთიის ჟანგი	5
13	ნახშირბადის ჟანგი	30
14	ვერცხლისწყალი	0,01
15	ტყვია და მისი არაორგანული შენაერთები გოგირდო- ვანი ტყვიის გარდა	0,01
16	გოგირდოვანი ტყვია	0,5
17	გოგირდმჟავა და გოგირდის ანჰიდრიდი გოგირდოვანი ანჰიდრიდი (გოგირდოვანი აირი)	2 20
18	გოგირდწყალბადი	10
19	გოგირდნახშირბადი	10
20	სკიპიდარი	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
	ოთხქლორიანი ნახშირბადი	50
	ქლოროპრენი	2
28	ქლოროვანი წყალბადი და მარილმჟავა	10
29	ქლორი	1
30	ეთილაცეტატი, ბუთილაცეტატი	200

მტვერი მავნედ მოქმედებს სასუნთქ ორგანოებზე, კუჭ-ნაწლავის მომნე-
ლებელ სისტემაზე, თვალებზე, ფილტვებზე. ზოგ შემთხვევაში მტვერმა შეიძ-
ლება ორგანიზმში შეადწიოს დაუზიანებელი კანის ზედაპირიდანაც (მაგალი-
თად, ტყვიის, ვერცხლისწყლის და ა. შ. უმცირესი ზომის ნაწილაკებმა).

მტვრის მავნებლობის ხარისხი, უპირველეს ყოვლისა, დამოკიდებულია იმ ნივთიერებაზე, რომლისგანაც შედგება იგი. ფილტვებზე განსაკუთრებით მავნე გავლენას ახდენს ის მტვერი, რომელიც შეიცავს თავისუფალ სილიციუმდიაქსიდს (SiO_2). ზოგ შემთხვევაში მტვერში თავმოყრილია ბაქტერიებიც, რომლებსაც შეუძლიათ ინფექციურ დაავადებათა გამოწვევა (მაგალითად, ტყავისა და მატყლის დამუშავებისას შესაძლებელია ციმბირის წყლულის გაჩენა). აღსანიშნავია, რომ ნაკლებად საშიშია ის მტვერი, რომელსაც თვალთ ვხედავთ. ყველაზე მეტად მავნე გავლენას ადამიანის ორგანიზმზე ახდენს 10μ (μ — მიკრონი — $0,001$ მმ) ზომაზე ნაკლები ნაწილაკებისაგან შემდგარი მტვერი, რადგანაც მხოლოდ ასეთი ზომის ნაწილაკები შეიძლება მოხვდეს და დარჩეს ფილტვებში. ამიტომ მტვრის სანიტარულ-ჰიგიენური თვალსაზრისით შეფასებისას, გარდა მისი შედგენილობისა და ჰაერში კონცენტრაციისა, გათვალისწინებული უნდა იქნეს მისი ნაწილაკების ზომები (დისპერსიულობა).

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

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

§ 4.

გენიანი ჰაერის $I-d$ დიაგრამა

სავენტილაციო 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. რამზინის მიერ შედგენილი $I-d$ დიაგრამის გამოყენებით.

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

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

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

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

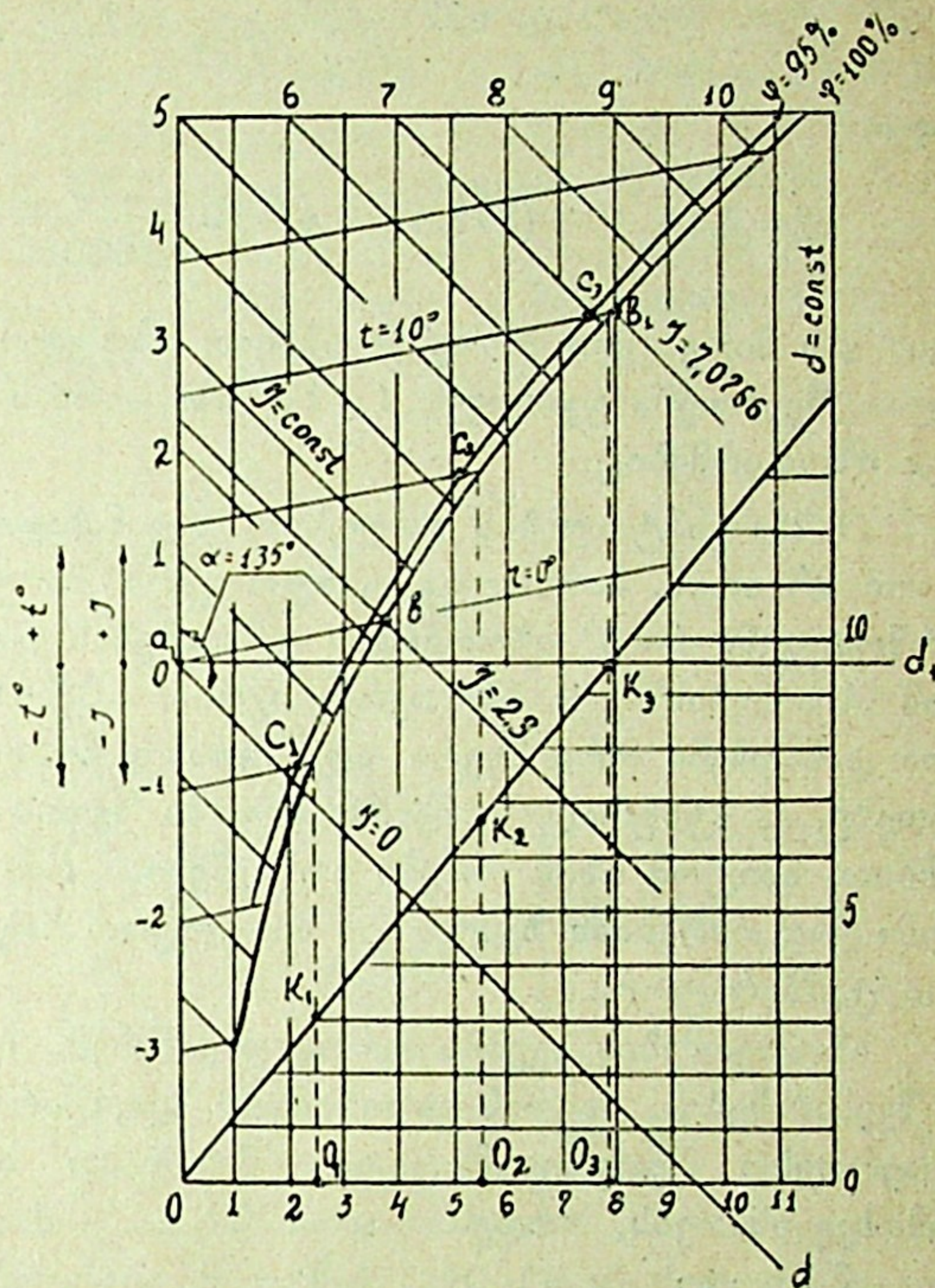
$I-d$ დიაგრამაზე იზოთერმების ($t=\text{const}$) აგების მიზნით ვიყენებთ ადრე განხილულ (1.25) თბოშემცველობის განტოლებას.

თუ ჩავთვლით, რომ (1.25) განტოლებაში ტემპერატურა მუდმივი სიდიდეა, მაშინ ეს განტოლება წარმოადგენს სწორი ხაზის განტოლებას, ე. ი. იზოთერმები $I-d$ დიაგრამაზე გამოიხატება სწორი ხაზების სახით. ავაგოთ 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 $\varphi=100\%$, ტენზიუმცველობის მნიშვნელობას ვპოულობთ (1.18) გამოსახულებიდან. ამ განტოლებაში მივიღოთ, რომ $P_{\text{ბარ}}=760$ მმ ვერცხ. წყ. სვ. (ბარომეტრული წნევის მნიშვნელობა შეიძლება სხვაც იყოს). პარციალური წნევის ($P_{\text{წყ.ორთ}}$) სიდიდეს იღებენ ცხრილიდან (იხ. დანართი I) და ჰაერის გაჯერებული მდგომარეობისათვის იქნება $P_{\text{წყ.ორთ}}=3,87$ გ/კგ. მშ. ჰ. თბოშემცველობის შესაბამის მნიშვნელობას ვიპოვიან (1.25) განტოლებიდან

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

$I-d$ კოორდინატთა სისტემაში თავდაპირველად ვპოულობთ 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 ავაგოთ სხვა იზოთერმებიც. ავაგოთ, მაგალითად, $t=10^\circ$ იზოთერმა. როდესაც $t=10^\circ$ და $\varphi=0\%$, მაშინ $d=0$ და შესაბამისი თბოშემცველობის სიდიდე

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



ნახ I.2

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

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

ხოლო

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

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

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

იზოთერმების აგების დროს დავინახეთ, რომ b , b_1 და ა. შ. წერტილები შეესაბამებიან ჰაერის გაჯერებულ მდგომარეობას, ანუ $\varphi=100\%$. თუ მათ შევადარებთ 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 გაუჯერებელ მდგომარეობას. $\varphi=95\%$ ხაზის ასაგებად უნდა განვსაზღვროთ ამ გაჯერების შესაბამისი ტენზემცველობები სხვადასხვა ტემპერატურაზე. მათი საშუალებით ვპოულობთ c_1 , c_2 , c_3 და ა. შ. წერტილებს, რომელთა შეერთება გვაძლევს $\varphi=95\%$ ფარდობითი ტენიანობის ხაზს. ასეთივე მეთოდით აიგება ფარდობითი ტენიანობის სხვა მნიშვნელობების შესაბამისი ხაზები.

ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის პარციალური წნევის ხაზის ასაგებად დიაგრამის მარჯვენა მხარეს ორდინატთა ღერძზე დატანილია პარციალური წნევების სკალა (ნახ. I. 2) ვერცხლისწყლის სვეტის მილიმეტრობით. მასშტაბი ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ პარციალური წნევის ხაზმა არ გადაკვეთოს $\varphi=100\%$ მრუდი. ვერტიკალურ ხაზებზე (პუნქტირი ნახაზზე), რომლებიც გადიან ტემპერატურის ხაზების $\varphi=100\%$ მრუდთან გადაკვეთის წერტილებზე, გადაიზომება მიღებულ მასშტაბში პარციალური წნევის შესაბამისი მნიშვნელობები (o_1k_1 , o_2k_2 , o_3k_3 და ა. შ.) ჰაერის სრული გაჯერებისას. o_1k_1 , k_2 , k_3 და ა. შ. წერტილებზე გატარებული მდოვრე ხაზი წარმოადგენს ტენიან ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის პარციალური წნევის მრუდს.

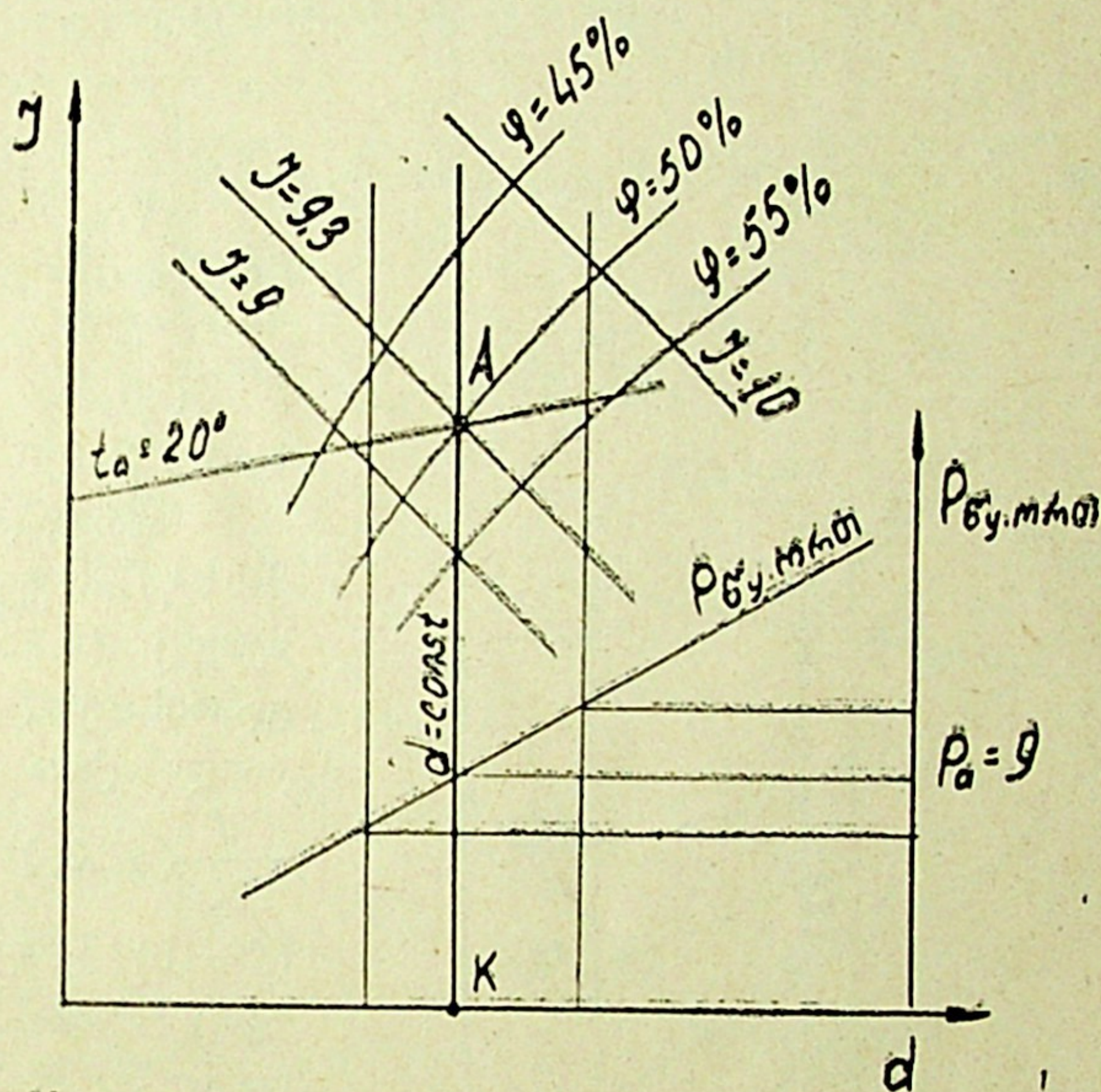
თუ ცნობილია ტენიანი ჰაერის რომელიმე ორი პარამეტრი, $I-d$ დიაგრამის საშუალებით შეიძლება დანარჩენი პარამეტრების პოვნა.

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

პარციალური წნევის სიდიდე განისაზღვრება ck მონაკვეთით (ნახ. I.3), რომელიც შეესაბამება $P_a = 9$ მმ ვერცხ. წყ. სვ.



ნახ. 1.3

ტენიანი ჰაერის მდგომარეობის ცვლილების გამოსახვა $I-d$ დიაგრამაზე

როგორც აღვნიშნეთ, სავენტილაციო ტექნიკაში ხშირად გვაქვს საქმე ჰაერის დამუშავებასთან (გათბობა, დატენიანება, გაცივება, 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 $\varepsilon = \frac{I_2 - I_1}{d_2 - d_1} \cdot 1000$ სიდიდე

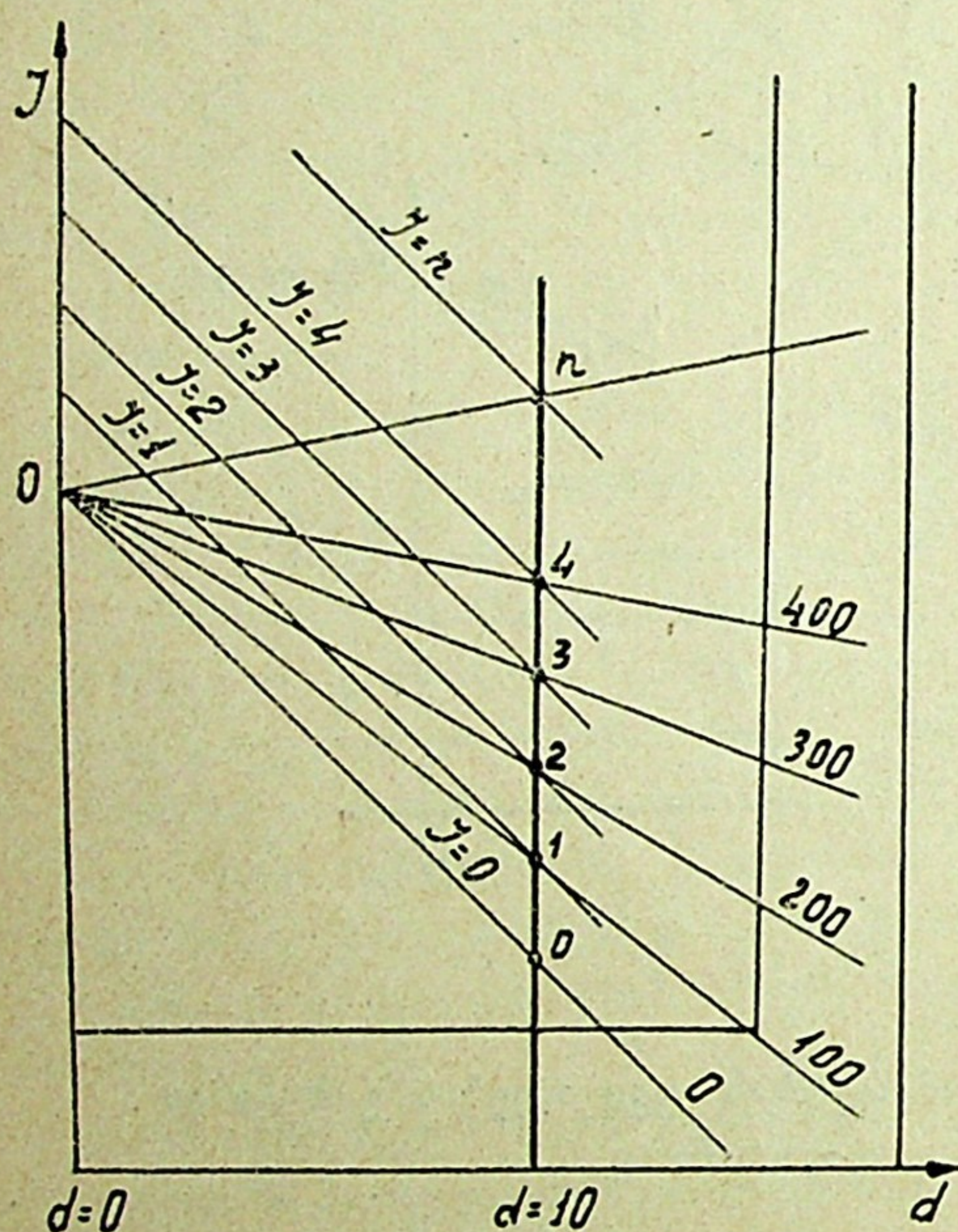
წარმოადგენს პროცესის სხივის კუთხურ კოეფიციენტს. მისი განზომილებაა კკალ/კგ. ჰაერის მდგომარეობის ცვლილებები, რომლებიც მიმდინარეობენ ერთნაირი კუთხური კოეფიციენტით, ხასიათდებიან თბოშემცველობის ერთნაირი ნაზარდით ყოველ კილოგრამ შეთვისებულ (ან გაცემულ) წყლის ორთქლ-

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. I.4). თუ ჰაერის საბოლოო პარამეტრებს აღვნიშნავთ I და d თი, მაშინ კუთხური კოეფიციენტის გამოსახულება შეგვიძლია დავწეროთ შემდეგი სახით

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

თუ მივიღებთ, რომ $\frac{d}{1000} = 0,01$ კგ/კგ. მშ. ჰ., მაშინ $\frac{I}{0,01} = 100$ ფარდობას შეესაბამება $I=1,0$, ხოლო $\frac{I}{0,01} = 200$ ფარდობას — $I=2,0$ და ა. შ.



ნახ. I.4

ბას შეესაბამება $I=1,0$, ხოლო $\frac{I}{0,01} = 200$ ფარდობას — $I=2,0$ და ა. შ.

ამრიგად, კუთხური მასშტაბის ყველა სხივი, რომელიც (1.26) ფორმულით გამოისახება, გაივლის კოორდინატთა სათავეზე და $\frac{d}{1000} = 0,01$ კგ/კგ. მშ. ჰ.

ბას — $I=2,0$ და ა. შ.

ამრიგად, კუთხური მასშტაბის ყველა სხივი, რომელიც (1.26) ფორმულით გამოისახება, გაივლის კოორდინატთა სათავეზე და $\frac{d}{1000} = 0,01$ კგ/კგ. მშ. ჰ.

$\frac{d}{1000} = 0,01$ კგ/კგ. მშ. ჰ.

($d=10$) ვერტიკალის თბოშემცველობის ($I=1$, $I=2$ და ა. შ.) ხაზებთან გადაკვეთის წერტილებზე (1, 2, 3 და ა. შ.). $\varepsilon=0$ მნიშვნელობას შეესაბამება $I=0$, ე. ი. პროცესის სხივი ემთხვევა $I=0$ ხაზს. ანალოგიური წესით შეიძლება დავიტანოთ კუთხური კოეფიციენტის უარყოფითი მნიშვნელობები.

$I-d$ დიაგრამის არეზე დატანილია პროცესის სხივების მიმართულებები 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 ტენშემცველობისას, ე. ი. $d_1=d_2=\text{const.}$ ვინაიდან პროცესი მიდის მუდმივი ტენშემც-

გელობით, 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 შეთბობის პროცესი ხასიათდება ვერტიკალური ხაზით, რომელიც გაივლის ჰაერის საწყისი და საბოლოო პარამეტრების შესაბამის 1 და 2 წერტილებზე (ნახ. I.5).

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

თუ ჩავთვლით, რომ ჰაერის საწყისი პარამეტრები იგივეა (წერტილი 1), ჰაერის საბოლოო პარამეტრები იქნება $I_3 > I_1$ და $d_3 > d_1$, ხოლო კუთხური კოეფიციენტისათვის მივიღებთ გამოსახულებას

$$\varepsilon_2 = \frac{I_3 - I_1}{d_3 - d_1} 1000 > 0, \quad (1.28)$$

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

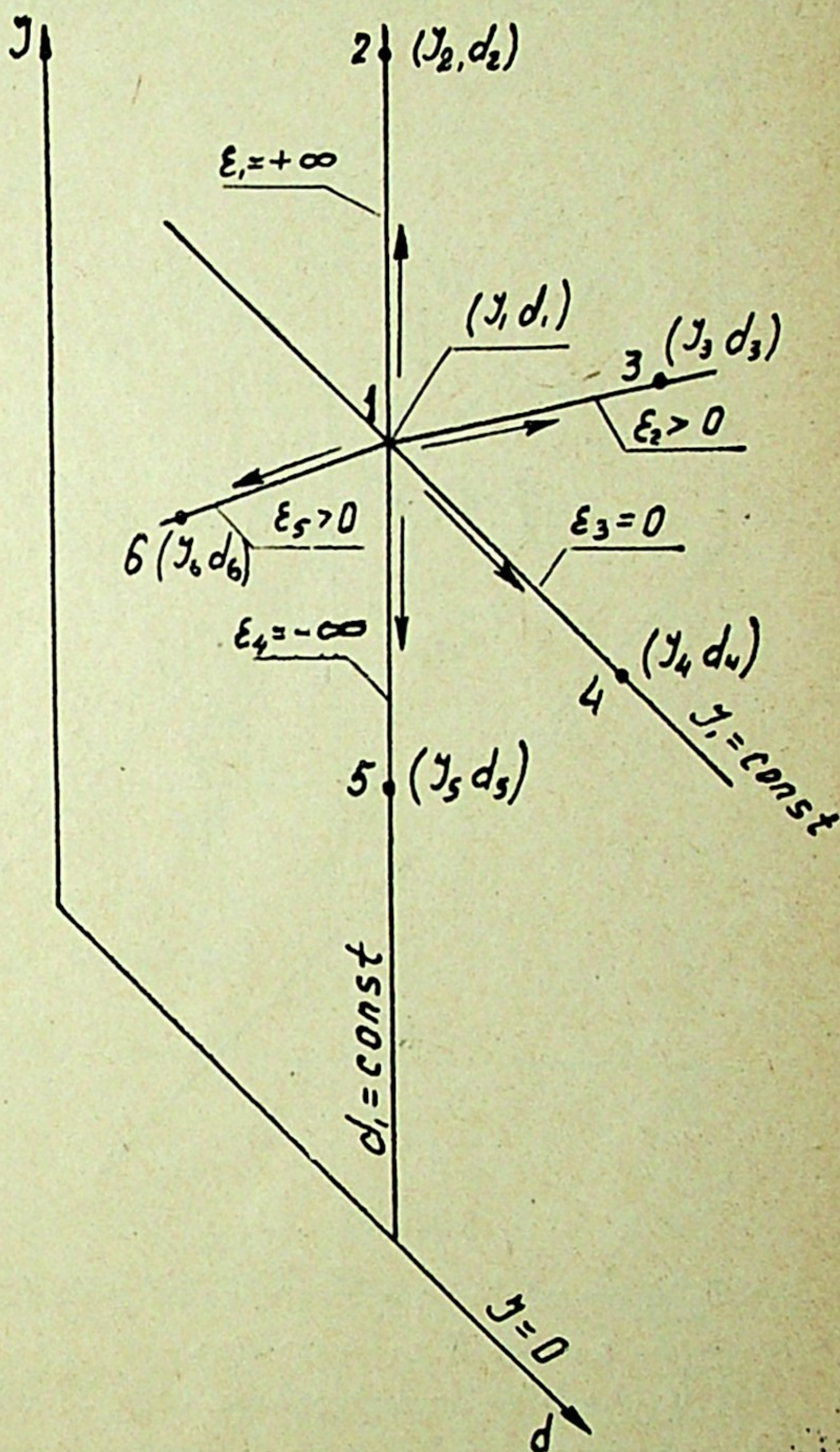
3. ტენიანი ჰაერი შთანთქავს ორთქლს უცვლელი თბოშემცველობით ($d_4 > d_1$, $I_4 = I_1$). ვინაიდან პროცესი მიდის უცვლელი თბოშემცველობით, მისი პროცესის სხივი უნდა იყოს $I = \text{const}$ ხაზის პარალელური (იხ. ხაზი 1—4 ნახ. I.5-ზე). კუთხური კოეფიციენტის სიდიდე იქნება

$$\varepsilon_3 = \frac{I_4 - I_1}{d_4 - d_1} 1000 = \frac{0}{d_4 - d_1} 1000 = 0. \quad (1.29)$$

ასეთ პროცესებს ადიაბატურს უწოდებენ ენტალპიის უცვლელობის გამო.

4. ტენიანი ჰაერი გასცემს სითბოს ($I_5 < I_1$) მუდმივი ტენშემცველობით ($d_5 = d_1$), ე. ი. ისევე როგორც პირველ შემთხვევაში, პროცესის სხივი (ხაზი 1—5) იქნება $d = \text{const}$ ხაზის პარალელური, მაგრამ მიმართული იქნება ქვემოთ. კუთხური კოეფიციენტი გამოიხატება შემდეგნაირად

$$\varepsilon_4 = \frac{(I_5 - I_1)}{d_5 - d_1} 1000 = \frac{I_5 - I_1}{0} 1000 = -\infty. \quad (1.30)$$



ნახ. I.5.

5. ტენიანი ჰაერი გაცემს სითბოს ($I_6 < I_1$) და ტენს ($d_6 < d_1$) (ჰაერის გაცივება და გაშრობა). კუთხური კოეფიციენტის გამოსახულება მიიღება სახეს

$$\varepsilon_5 = \frac{I_6 - I_1}{d_6 - d_1} 1000 = \frac{-(\Delta I)}{-(\Delta d)} 1000 > 0. \quad (1.31)$$

როგორც ვხედავთ, კუთხური კოეფიციენტის ნიშნისა და სიდიდის მიხედვით 1 წერტილიდან (ნახ. I.6) გამომავალ სხივებს შეიძლება ჰქონდეთ სხვადასხვა მიმართულება 360° -ის ფარგლებში.

$I-d$ დიაგრამის ველი 1 წერტილის გარშემო შეგვიძლია დავყოთ ოთხ სექტორად კუთხური კოეფიციენტის მრიცხველისა და მნიშვნელის ნიშნების მიხედვით.

I სექტორში ($\alpha_1 = 135^\circ$) მოთავსებული პროცესები ხასიათდებიან თბოშემცველობის ($\Delta I > 0$) და ტენშემცველობის 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.

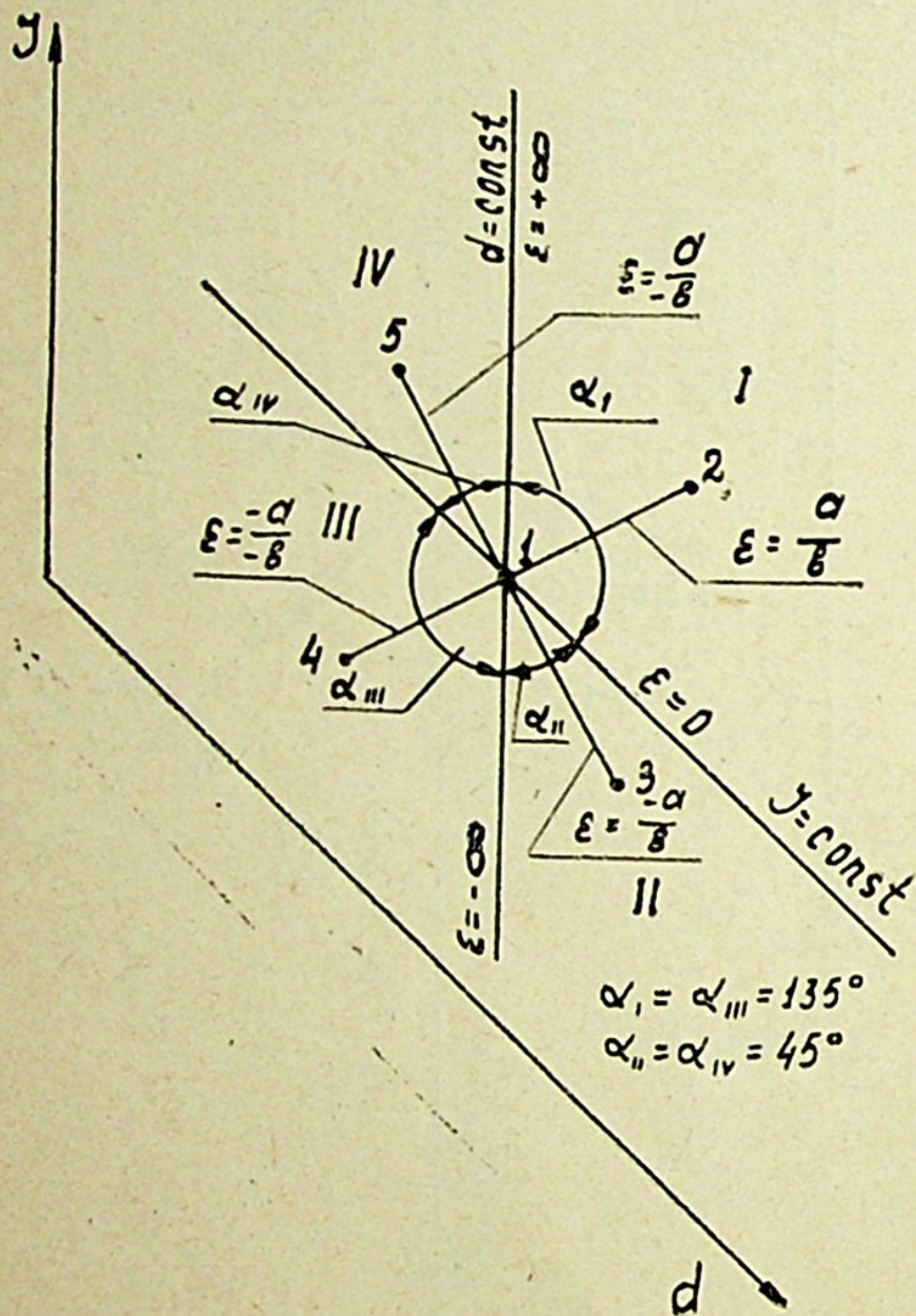
III სექტორში მოთავსდებიან სხივები თბოშემცველობის და ტენშემცველობის უარყოფითი ნაზარდით (ჰაერის გაცივება და გაშრობა). სექტორი შემოსაზღვრულია $\varepsilon = -\infty$ და $\varepsilon = 0$ ხაზებით.

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

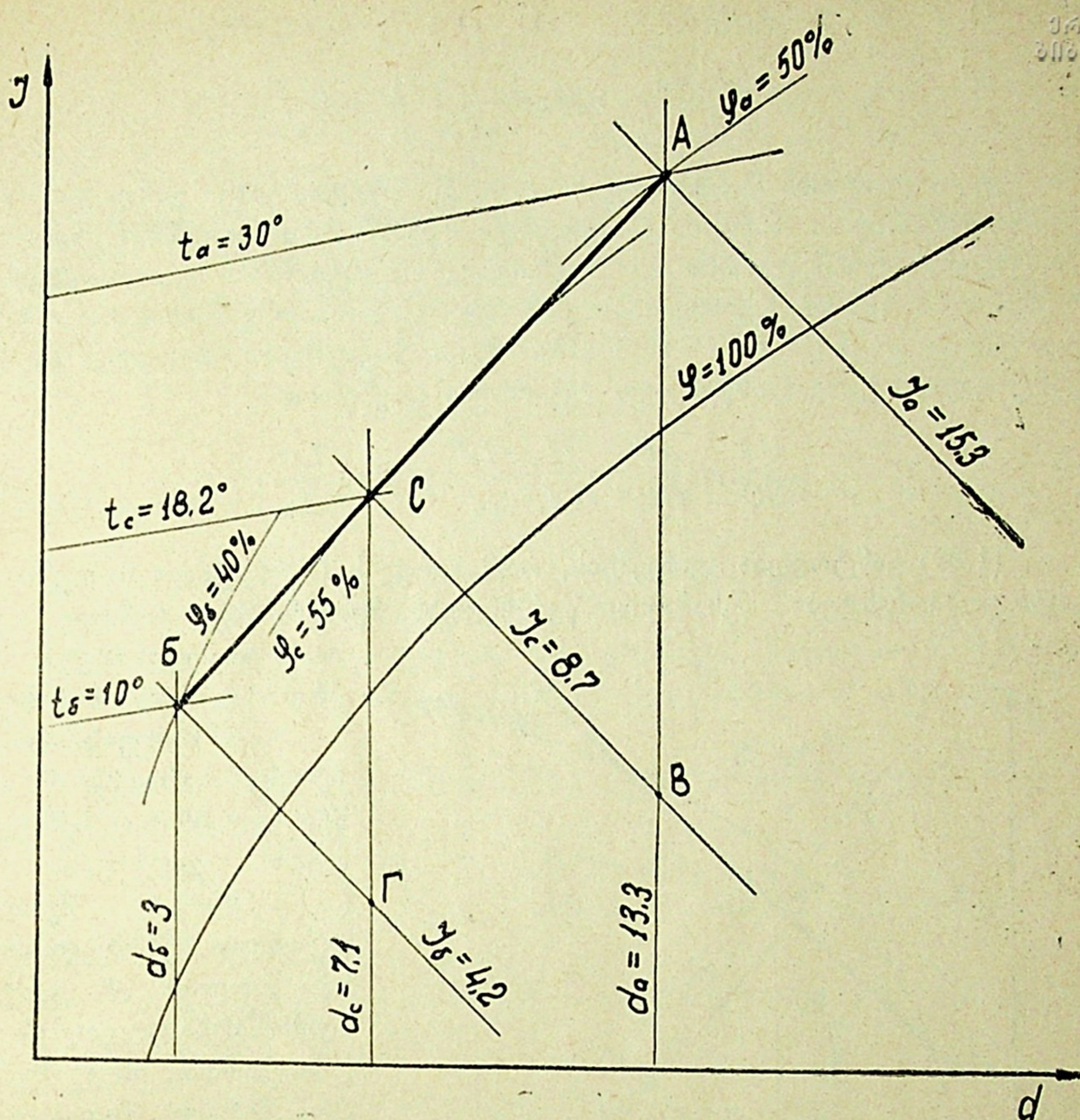
ამრიგად, სხივები დადებითი კუთხური კოეფიციენტით განლაგდებიან I ან III სექტორში, ხოლო უარყოფითი კუთხური კოეფიციენტით — II ან IV სექტორში.

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

დავუშვათ A პარამეტრებიანი L_a კგ ტენიანი ჰაერი (ნახ. I.7) B პარამეტრიანი L_b კგ ტენიან ჰაერს ერევა შემდეგი თანაფარდობით $\frac{L_a}{L_b} = n$, ე. ი.



ნახ. I.6



ნახ. 1.7

A პარამეტრებიან ყოველ კილოგრამ ჰაერს ერევა n კილოგრამი 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 გვექნება

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

აქედან

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

(1.32) და (1.34) ფორმულები გადავწეროთ შემდეგი სახით

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

და

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

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

ამოხსნა. $I-d$ დიაგრამაზე დავიტანოთ ნარევი შემაჯავლი ჰაერის მდგომარეობების შესაბამისი A და B წერტილები (ნახ. I.7). მათი შემაერთებელი 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 მიმართ, 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.ჰ., $I_c=8,7$ კკალ/კგ. მშ. ჰ.

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

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

ამიტომ

$$I_c = \frac{I_a + nI_b}{1 + n} = \frac{15,3 + 1,5 \cdot 4,2}{1 + 1,5} = 8,7 \text{ კკალ/კგ. მშ. ჰ.}$$

და

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

როგორც ვხედავთ, ანალიზური გაანგარიშების შედეგები ზუსტად ემთხვევა გრაფიკულად გამოთვლილს.

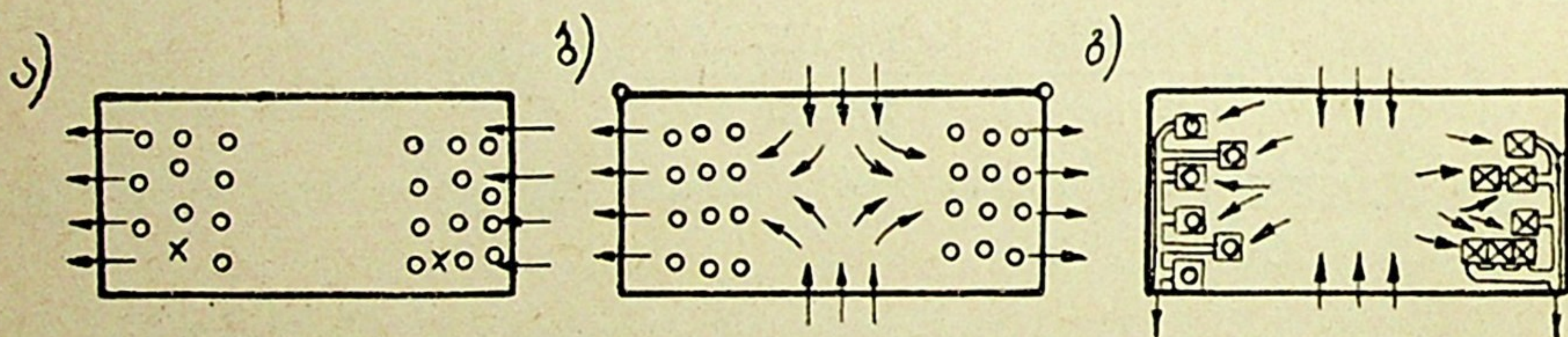
ჰაერის შებენის ხეხეები და პენსიონის მოწყობის პრინციპი

§ 5.

სათავსების პენსიონის პრინციპული სქემები

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 განსაზღვრული რაოდენობის მიწოდებისას შეიძლება მიღწეულ იქნეს მავნე აირების სუფთა ჰაერთან



ნახ. II.1

ისეთი განზაგება, 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 გვქონდეს დაუშვებელი კონცენტრაციის მქონე ცალკეული ზონები.

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

ზოგჯერ მავნე ნივთიერებების სათავსიდან გარეთ გაყვანა ხდება უშუალოდ მათი გამოყოფის ადგილიდან ამ ადგილებზე სპეციალური შესაფარების მოწყობით (ნახ. II.1, გ), რომლებიც მავნე გამონაყოფებს არ აცდის სათავსის ჰაერში გავრცელებას. 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 დავკმაყოფილდეთ. ასეთის მაგალითია ცხელი საამქროების სამუშაო ადგილებზე ჰაერის შხაპის 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 მავნე აირების გამოყოფა, აწყობენ ეგრეთწოდებულ ავარიულ ვენტილაციას, რომელიც მოქმედებაში მოდის მხოლოდ საჭიროების შემთხვევაში მავნე აირებიდან სათავსის სწრაფად გაწმენდის უზრუნველსაყოფად.

§ 6.

დახუკად სათავსებში ჰაერის შექმნის ხერხები

ზოგ შემთხვევაში ჰაერცვლა სათავსში ხდება ქარის 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 გადამღობავი კონსტრუქციების ფორებიდან და ღრეჩოებიდან, ასეთ ჰაერცვლას ინფილტრაცია ეწოდება. მისი ნაკლი ის არის, რომ არ შეიძლება ჰაერის რაოდენობის რეგულირება.

იმავე ფაქტორების ზეგავლენით სათავსში ჰაერცვლა, გარდა ინფილტრაციისა, შეიძლება განხორციელდეს ფანჯრებისა და ფრამუგების გაღებული ღიობებიდან. ვენტილაციის ამ სახეს განიავება ეწოდება. ვენტილაციას, რომლის დროსაც სათავსის ჰაერის განიავება ხდება განუწყვეტლივ და ამასთანავე ჰაერის რაოდენობის რეგულირება წარმოებს ორგანიზებულად,

სპეციალური ფრამუგების მეტნაკლებად გაღებით, აერაცია ეწოდება. აერაცია საშუალებას გვაძლევს ჰაერი მივაწოდოთ ან გავიყვანოთ წინასწარ დასახული ადგილებიდან.

ორგანიზებული ვენტილაციის 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 გვაქვს მექანიკური ვენტილაცია.

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

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

ვინაიდან სათავსში ჰაერცვლის შექმნის თითქმის ყველა (გარდა ინფილტრაციისა და განიავებისა) ხერხი მისაწოდებელი ან ამოსაწოვი ჰაერის რაოდენობის რეგულირების საშუალებას იძლევა, ამიტომ მას ორგანიზებული მომდენი 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 ის რაოდენობა, რომელიც აკლია სათავსს, მიეწოდება ან გაიყვანება გარე გადამლობავი კონსტრუქციების არასიმჭიდროვეებიდან ან გვერდით მდებარე სათავსებიდან. ჰაერის ამ ნაწილს არა ორგანიზებული მოდინება ან ამოწოვა ეწოდება, რადგან ჰაერის შემოსვლის და გასვლის ადგილები ყოველთვის ცნობილი არ არის.

ჰაერის განსაზღვრა საერთო პანორამის შემთხვევაში

§ 7. ბაჰ და შიგა ჰაერის საანგარიშო პარამეტრები

სათავსების ჰაერცვლის გაანგარიშებისას ჩვეულებრივ განიხილავენ სავენტრაციო დანადგარების მუშაობის სამ რეჟიმს: ზაფხულის, გარდამავალს და ზამთრის.

ზაფხულის რეჟიმი. სათავსიდან ჭარბი სითბოს გასაყვანად საჭირო ჰაერის საერთო მოცულობის განსაზღვრისას ჰაერის ტემპერატურას სამუშაო ზონაში (ზაფხულში) ჩვეულებრივ გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურაზე $3-5^{\circ}$ -ით მეტს იღებენ (გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურას კი იღებენ $CH\P II - \Gamma. 7-62, \S 2$ და $CH-245-63$ მიხედვით). გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურად ზაფხულის პერიოდისთვის იღებენ ყველაზე ცხელი თვის (ივლისის) დღის 13 საათისათვის გაზომილ საშუალო ტემპერატურას. სათავსის სამუშაო ზონის ტემპერატურას გარე საანგარიშო ტემპერატურაზე მეტს იმიტომ იღებენ, რომ სათავსში ყოველთვის გამოიყოფა სითბოს ჩაღაც რაოდენობა.

სათავსებისათვის, რომლებშიც გვაქვს ჭარბი სითბო და ტენი გამოიყოფა, ყველაზე არახელსაყრელ საანგარიშო რეჟიმად ითვლება ზაფხულის რეჟიმი, რადგანაც ამ დროს საჭიროა სავენტრაციო 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 მექანიკური ჰაერცვლისა, ხშირად იყენებენ აერაციას, ანუ ბუნებრივ ჰაერცვლას.

თუ ტექნოლოგიური ან სხვა რაიმე მიზეზის გამო სათავსში ფანჯრების და სხვა ღიობების გაღება წლის თბილ პერიოდში დაუშვებელია, მაშინ მომდენი და ამომწოვი სავენტრაციო დანადგარების მწარმოებლობა გაანგარიშებული უნდა იქნეს ზაფხულის რეჟიმზე.

გარდამავალი რეჟიმი. როგორც აღვნიშნეთ, სათავსიდან ჭარბი სითბოს გასაყვანად მაქსიმალური მექანიკური და ბუნებრივი ჰაერცვლა ზაფხულში უნდა იყოს. მაგრამ აერაციის მოწყობის შემთხვევაში მექანიკურ ვენტრაციაზე 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 ადამიანთა დაავადება (გრიპი, ანგინა და სხვ.) გამოიწვიოს. ამიტომ ამ შემთხვევაში სათავსში 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 ტენიის ასიმილაციის დიდი უნარი აქვს, ამიტომ შეიძლება ვენტილაციისათვის საჭირო ჰაერის რაოდენობის შემცირება. სავენტილაციო ჰაერის რაოდენობის შემცირება შეიძლება ან დროსეღირების საშუალებით, ანდა ვენტილატორის ბრუნთა რიცხვის შემცირებით.

§ 8.

ჰაერცვლის ძირითადი დიფერენციალური განტოლება

დავუშვათ, რომ სათავსს, რომლის მოცულობაა $V_{\text{სათ}}$ მ³ და რომელშიც ხდება მავნე მინარევების გამოყოფა $G_{\text{ავ}}$ გ/სთ რაოდენობით, ყოველ საათში საერთო ვენტილაციის საშუალებით ერთდროულად მივაწვდით და ამოვწოვთ $V_{\text{ვენტ}}$ მ³/სთ რაოდენობის ჰაერს, რომელშიც თავიდანვე იქნება რაღაც მავნე მინარევები Y_0 გ/მ³ რაოდენობით.

გამოვარკვეოთ მავნე მინარევების რა კონცენტრაცია იქნება სათავსში (ვენტილაციის მოქმედებისას) გარკვეული დროის მონაკვეთის— Z საათის შემდეგ. თუ მავნე მინარევების კონცენტრაციას ალებულ დროის მომენტში აღვნიშნავთ Y გ/მ³-ით და ვიგულისხმებთ, რომ სათავსში გამოყოფილი მავნე მინარევები თანაბრად ნაწილდება სათავსის მთლიან მოცულობაში, მაშინ შეიძლება დაიწეროს შემდეგი დიფერენციალური განტოლება

$$V_{\text{ვენტ}} Y_0 dZ + G_{\text{ავ}} dZ - V_{\text{ვენტ}} Y dZ = V_{\text{სათ}} dY, \quad (3.1)$$

ე. ი. დროის ელემენტის dZ განმავლობაში სათავსში გარე ჰაერის მიერ შემოტანილ მავნე მინარევებს მიმატებული სათავსში წარმოქმნილი მავნე მინარევები და გამოკლებული მავნე მინარევების ის რაოდენობა, რომელიც სათავსიდან გაიყვანება ამოწოვილ ჰაერთან ერთად, ტოლია სათავსის მთელი მოცულობის ნამრავლისა მავნე მინარევების dY შემცველობის ნამატზე.

თუ ცვლად წევრებს გავყოფთ, მივიღებთ

$$\frac{dZ}{V_{\text{სათ}}} = \frac{dY}{V_{\text{ვენტ}} Y_0 + G_{\text{ავ}} - V_{\text{ვენტ}} Y}.$$

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

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

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

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

საიდანაც

$$\frac{Z V_{\text{ჰენბ}}}{V_{\text{სათ}}} = \ln \frac{V_{\text{ჰენბ}} Y_1 - V_{\text{ჰენბ}} Y_0 - G_{\text{გავ}}}{V_{\text{ჰენბ}} Y_2 - V_{\text{ჰენბ}} Y_0 - G_{\text{გავ}}}, \quad (3.2)$$

აქედან

$$\frac{V_{\text{ჰენბ}} Y_1 - V_{\text{ჰენბ}} Y_0 - G_{\text{გავ}}}{V_{\text{ჰენბ}} Y_2 - V_{\text{ჰენბ}} Y_0 - G_{\text{გავ}}} = e^{-Z \frac{V_{\text{ჰენბ}}}{V_{\text{სათ}}}}.$$

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

$$Y_2 = V_{\text{ჰენბ}} (G_{\text{გავ}} + Y_0) \frac{1 - e^{-\frac{Z V_{\text{ჰენბ}}}{V_{\text{სათ}}}}}{V_{\text{ჰენბ}}} + Y_1 e^{-\frac{Z V_{\text{ჰენბ}}}{V_{\text{სათ}}}}. \quad (3.3)$$

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

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

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

პროფ. ვ. ჩაპლინმა კი მოგვცა შემდეგი საანგარიშო ფორმულა

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

ინჟ. მ. პლეტნევის ფორმულით საანგარიშევი $V_{\text{ჰენბ}}$ სიდიდე ოდნავ ნაკლები, ხოლო პროფ. ვ. ჩაპლინის ფორმულით საანგარიშევი ოდნავ მეტი გამოდის (3.3) ზუსტი ფორმულით საანგარიშევთან შედარებით.

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

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

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

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

დიდი მოცულობის სათავსებისათვის (რაც პირველად დაამტკიცა პროფ.
ვ. ჩაპლინმა) ვენტილაციის დაწყება უფრო მიზანშეწონილია მას შემდეგ, რაც
გამოყოფილი მანე მინარევები სათავსის ჰაერში მიაღწევს წინასწარ დასახულ
დასაშვებ Y_2 კონცენტრაციას. ასეთნაირი გადაწყვეტა სავენტილაციო დანად-
გარების მუშაობის პერიოდის შემცირების საშუალებას იძლევა, რაც თავის
მხრივ სითბოსა და ელექტროენერგიის ხარჯს ამცირებს.

დროის ის შესაძლო შუალედი Z , რომელიც გვექნება სავენტილაციო
დანადგარების ამუშავებამდე, შეიძლება ვიპოვოთ ქვემოთ მოყვანილი განტო-
ლებიდან

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

საიდანაც

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

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

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

სიდიდეს, რომელსაც ჰაერცვლის ჯერადობას უწოდებენ.

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

§ 9. კაპიტალის განსაზღვრა კაპიტალის ჯაბაღობის დაგეგმვის ნორმებით

საზოგადოებრივი და საცხოვრებელი დანიშნულების სათავსებში ჰაერ-
ცვლა ჩვეულებრივ განისაზღვრება მოდინებული ან ამოწოვილი ჰაერის მოცე-
მული ჯერადობით. მაგრამ ზოგიერთ სათავსში, მაგალითად, საპირფარეშოებში
ან თამბაქოს მოსაწევ ოთახებში, მომდენი ვენტილაციის მოწყობა დაუშვებე-
ლია, რადგან ამომწოვი ვენტილაციის შესაძლო დროებითი უმოქმედობისას
მანე აირები და ცუდი სუნი გავრცელდება ახლო მდებარე სხვა სათავსებშიც.

ნორმების თანახმად (იხ. СНиП II—Г. 7—62), ბუნებრივი ვენტილაციის
მოწყობა გათვალისწინებული უნდა იქნეს ისეთ შემთხვევებში, როდესაც მისი



საშუალებით 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.

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

ისეთ სათავსებში, რომლებშიც ერთდროულად ხდება როგორც მავნე 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 მ³ მოცულობა, ზამთარში და წლის გარდამავალ პერიოდში გათვალისწინებული უნდა იქნეს გარე ჰაერის მოდინება მინიმუმ 30 მ³/სთ ყოველ მუშაზე, ხოლო ისეთ სათავსებში, რომლებშიც ერთ მუშაზე მოდის სათავსის $20 \div 40$ მ³ მოცულობა — მინიმუმ 20 მ³/სთ ყოველ მუშაზე. ამასთანავე, წლის ყველა პერიოდში სითბოს ხარჯის შესამცირებლად 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 კონდიცირებისას, 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 ჭარბი გამოყოფა (ზამთრის ჰაერის საანგარიშო პერიოდისთვის, რომელიც შეესაბამება B კლიმატს (იხ. СНиП II—Г. 7—62);

მაღალტემპერატურული დანადგარებიდან მტვრის და სითბოს ერთდროული გამოყოფისას;

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

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

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

როდესაც სათავსში წლის ცივ პერიოდში არ არის ჭარბი აშკარა სითბო (ვარე საანგარიშო ჰაერისთვის, რომელიც შეესაბამება B კლიმატს).

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

აუცილებელი სავენტილაციო ჰაერცვლის ჯერადობა დამოკიდებულია გამოყოფილი მავნე მინარევების რაოდენობაზე და შემდეგნაირად განისაზღვრება:

ჰარბი სითბოს შემთხვევაში

$$G_{\text{ჰარბ}} = \frac{Q}{0,24 (t_{\text{აგ}} - t_{\text{აგდ}})} \text{ კგ/სთ,} \quad (3.11)$$

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

0,24—მშრალი ჰაერის სითბოტევადობა კკალ/კგ-ობით;

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

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

სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის ტემპერატურა განისაზღვრება ფორმულით

$$t_{\text{აგ}} = t_{\text{ს.გ}} + \beta (H - h_{\text{ა}}), \quad (3.12)$$

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

β —ტემპერატურის გრადიენტი, ანუ სათავსის ყოველ 1 მეტრ სიმაღლეზე ტემპერატურის ნმატი. ჩვეულებრივ $\beta = 0,2 - 2^\circ$ -მდე ზღვრებში მერყეობს;

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

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

მავნე აირების შემთხვევაში

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

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

X_1 —სათავსის ჰაერში აირების დასაშვები კონცენტრაცია მგ/მ³-ობით;

X_2 —აირების კონცენტრაცია გარე ჰაერში მგ/მ³-ობით.

ჰარბი ტენის შემთხვევაში

$$G_{\text{ჰარბ}} = \frac{G_{\text{ფ.ორთ}}}{d_2 - d_1} \text{ კგ/სთ,} \quad (3.14)$$

სადაც $G_{\text{ფ.ორთ}}$ არის სათავსში გამოყოფილი წყლის ორთქლის წონა გ/სთ-ობით;

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

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

მტვრის შემთხვევაში

$$G_{\text{ჰარბ}} = \frac{G_{\text{მტვ}}}{S_2 - S_1} \text{ კგ/სთ,} \quad (3.15)$$

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

S_2 —სათავსის ჰაერში მტვრის დასაშვები კონცენტრაცია მგ/მ³-ობით;

S_1 —გარე ჰაერში მტვრის დასაშვები კონცენტრაცია მგ/მ³-ობით.

მ ა ვ ნ ე გ ა მ ო ნ ა ყ ო ფ ე ბ ი

საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობების სათავსებში, ჩვეულებრივ, მავნე გამონაყოფების წყაროს ადამიანები წარმოადგენენ. ისინი გამოყოფენ სითბოს, ტენს და ნახშირორჟანგს (CO_2).

როდესაც სათავსში ადამიანები ერთდროულად გამოყოფენ სითბოს, ტენსა და ნახშირორჟანგს, საჭირო ჰაერცვლას ყოველი მავნე გამონაყოფისათვის (ტენი, სითბო, CO_2) 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.

ც ხ რ ი ლ ი III.1

ადამიანის ასაკი და სამუშაოს დასახელება	CO ₂ -ის რაოდენობა	
	ლ/სთ	გ/სთ
სრულწლოვანები:		
ფიზიკური მუშაობისას	45	68
მსუბუქი მუშაობისას (დაწესებულებებში)	23	35
მოსვენების მდგომარეობაში	23	35
ბავშვები 12 წლამდე	12	18

ც ხ რ ი ლ ი III.2

სათავსების დასახელება	CO ₂ -ის რაოდენობა		ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა % -ობით	
	ლ/მ ³	მ/მ ³	დღე	ღამე
ადამიანთა მუდმივი სამყოფელი (საცხოვრებელი ოთახები)	1	1,5	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.

ა მ ო ხ ს ნ ა. 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/მ³-ის ტოლია. I.1 ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ გარე ჰაერში ნახშირორჟანგის შემცველობა 0,03% ან 0,3 ლ/მ³-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 $164,3 : 5 \approx 33,0 \text{ მ}^3/\text{სთ}$ ჰაერი.

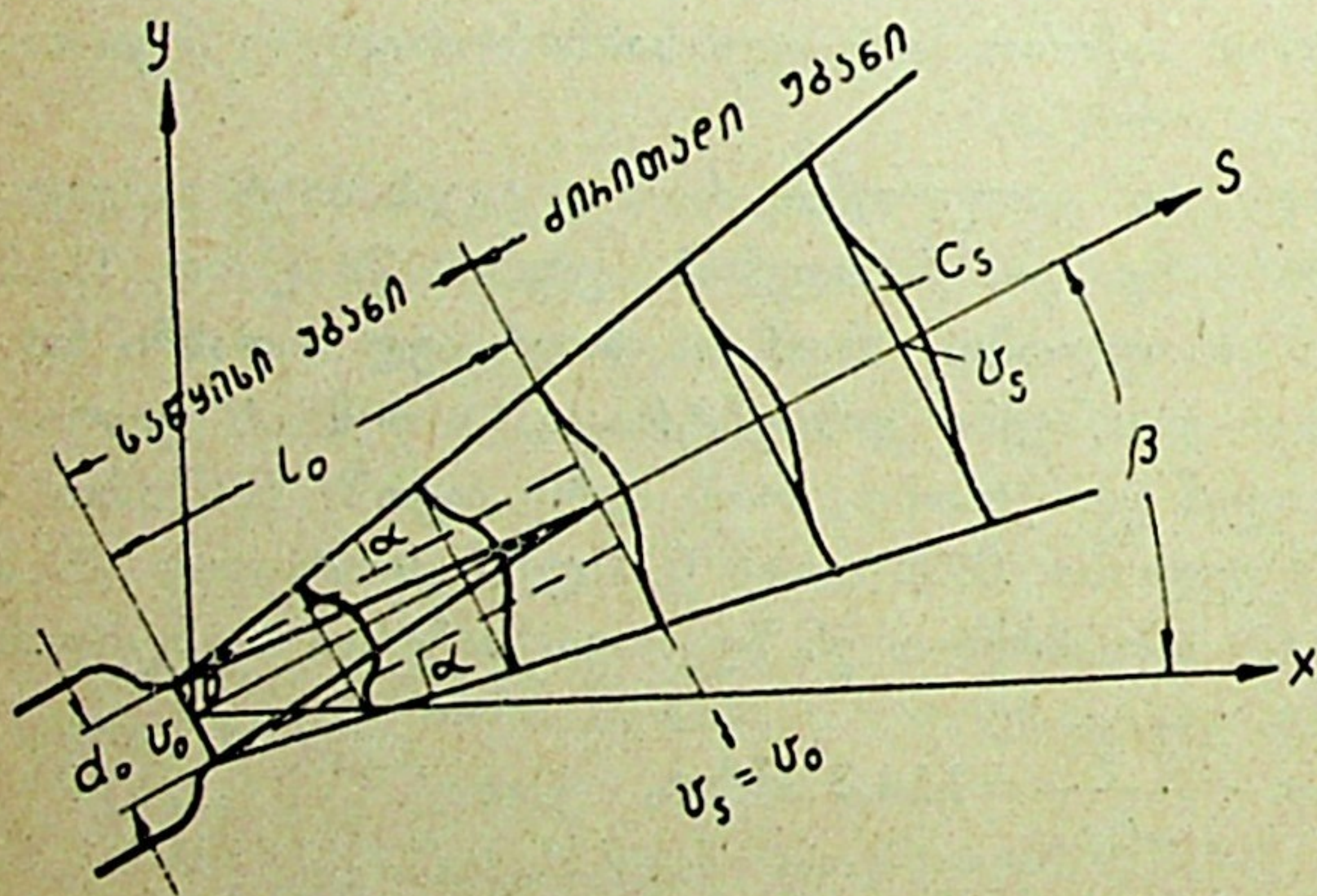
ჰაერის მოძრაობა გასანიავებელ სათავსებში

§ 10. ჰაერის მოძრაობის კანონზომიერებები საჭიხნ ნახვრეტთან

განვიხილოთ საჭიხნის მრგვალი ნახვრეტიდან გამოსული ჰაერის ნაკადის თავისუფალ სივრცეში (ნახ. IV.1) მოძრაობის თავისებურებანი. დავუშვათ, რომ ნაკადი მოძრაობს უსაზღვრო სივრცეში, რომელიც შევსებულია ისეთივე ფიზიკური მონაცემების მქონე უმოძრაო ჰაერით, როგორიც აქვს ნაკადის ჰაერს. დავუშვათ, 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

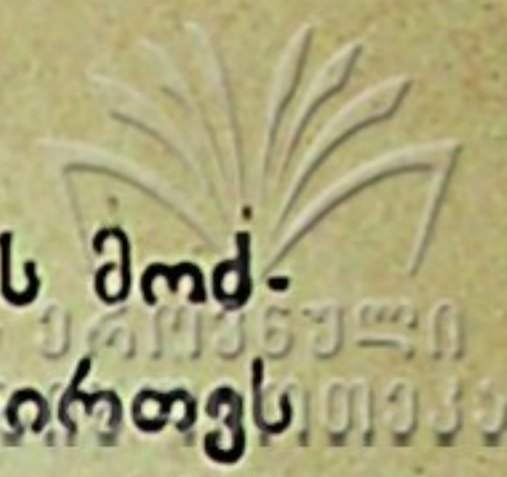
მათ მოძრაობას ამუხრუჭებს სივრცეში არსებული ჰაერის ნაწილაკები. ამიტომ ნახვრეტიდან გამოსული მოძრავე ჰაერის ნაკადის ველის სიჩქარე მისი გამოსვლის ადგილიდან დაშორებაზე დამოკიდებულებით თანდათანობით იცვლება და ნახვრეტიდან რაღაც გარკვეულ მანძილზე ნაკადის ღერძული



ნახ. IV.1.

ძული სიჩქარის შემცირებას (დამუხრუჭების ეფექტი) იწვევს. ამასთანავე, ნაკადის მასა თანდათანობით დიდდება (ნაკადის მიერ სივრცის ჰაერის ეფექტია 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 ბირთვს 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 α კოეფიციენტებისა და ნაკადის გაფართოების α 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 α კუთხე

გამოსაშვები ნახევრეტის სახეობა	α კოეფიციენტის მნიშვნელობები	გაფართოების α კუთხე
საქშენი მდოვრე მოხრით	0,066	25°40'
მარტივი ცილინდრული მილი	0,07	27°40'
ცილინდრული მილყელი	0,076	30°20'
დიფუზორი 8—10° კუთხით ან მილი წვრილ-ნახევრეტებიანი გისოსით	0,09	34°00'
გამოსაშვები მოკლე კვადრატული მუხლის შემდეგ	0,1	37°30'
ვ. ბატურიჩის კონსტრუქციის მილყელი	0,12	41°30'
ღია ღერძული ვენტილატორი	0,13	45°00'

მაგალითი. 250 მმ დიამეტრის ცილინდრული მილყელიდან ჰაერი გამოდის საშუალო სიჩქარით $c_0 = 10$ მ/წმ. საჭიროა განვსაზღვროთ ჰაერის ნაკადის პარამეტრები გამოსვლის ნახევრეტიდან 1250 მმ დაშორებით.

მრგვალი ნაკადის საანგარიშო ფორმულები

დასახელება	აღნიშვნა	საწყისი უბანი	ძირითადი უბანი
უბნის სიგრძე	l_0	$0,335 \frac{d_0}{a}$	—
ღერძული სიჩქარე	$\frac{v_s}{v_0}$	1	$\frac{0,48}{\frac{as}{d_0} + 0,145}$
ხარჯი	$\frac{v_s}{v_0}$	$1 + 1,52 \frac{as}{d_0} + 5,28 \left(\frac{as}{d_0} \right)^2$	$4,36 \left(\frac{as}{d_0} + 0,145 \right)$
დიამეტრი	$\frac{d_s}{d_0}$	$1 + 6,8 \frac{as}{d_0}$	$6,8 \left(\frac{as}{d_0} + 0,145 \right)$
საშუალო სიჩქარე ფართობის მიხედვით	$\frac{c_s}{c_0}$	$1 + 1,52 \frac{as}{d_0} + 5,28 \left(\frac{as}{d_0} \right)^2$ $1 + 13,6 \frac{as}{d_0} + 46,24 \left(\frac{as}{d_0} \right)^2$	$\frac{0,096}{\frac{as}{d_0} + 0,145}$
საშუალო სიჩქარე ხარჯის მიხედვით	$\frac{c_s \text{ საშ}}{c_0}$	$\frac{1}{1 + 1,52 \frac{as}{d_0} + 5,28 \left(\frac{as}{d_0} \right)^2}$	$\frac{0,226}{\frac{as}{d_0} + 0,145}$
საშუალო ტემპერატურული ვარდნილი	$\frac{T_{s \text{ საშ}} - T_{\text{სათ.პ}}}{T_0 - T_{\text{სათ.პ}}}$	—	$\frac{0,226}{\frac{as}{d_0} + 0,145}$

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

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

ვინაიდან $l_0 < 1250$ მმ-ზე, ამიტომ ვსარგებლობთ ძირითადი უბნის საანგარიშო (იხ. 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

გსაზღვრავთ ჰაერის მოძრაობის ღერძულ სიჩქარეს მილყელიდან 1250 მმ მანძილზე



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

საშუალო სიჩქარეს გსაზღვრავთ ფართობის მიხედვით

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

გსაზღვრავთ ნაკადის დიამეტრს

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

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

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

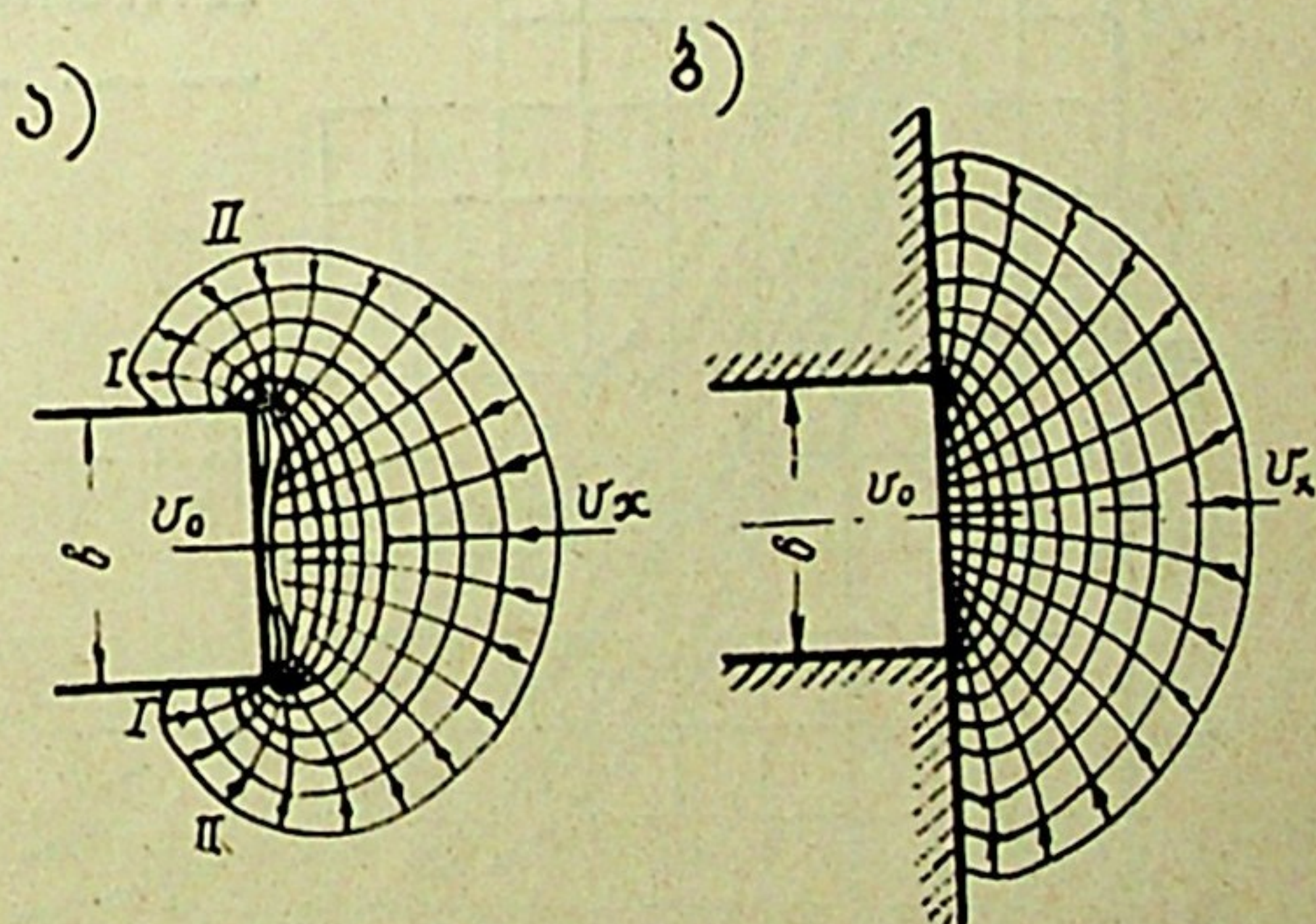
§ 11. ჰაერის მოძრაობის კანონზომიერებები შემწოვ ნახევარსფეროში

მოდინებითი ნახვრეტიდან გამოსული ნაკადისგან განსხვავებით, შემწოვ ნახვრეტთან ჰაერის ნაკადის ზონა ძლიერ მცირეა და ჰაერის სიჩქარე მიიღევა უშუალოდ შემწოვ ნახვრეტთან ახლოს. ის სივრცე, რომელშიც ჰაერი (შემწოვი ნახვრეტის ახლოს) მოდის მოძრაობაში, წააგავს ნახევარსფეროს. შესაწოვ ნაკადში ერთნაირი სიჩქარეების მქონე წერტილები ხაზებით რომ შევაერთოთ, მივიღებთ მრუდთა რიგს, რომელთა ერთობლიობას შეწოვის სიჩქარეთა სპექტრი ეწოდება.

იმისათვის, რომ სწორად დავაგეგმაროთ ადგილობრივი გაწოვა მავნე გამონაყოფთა წყაროებიდან, საჭიროა სრული წარმოდგენა გვექონდეს ჰაერის ნაკადის სტრუქტურაზე ამომწოვის შემწოვ ნახვრეტთან.

IV.2 ნახაზზე მოცემულია შეწოვის სიჩქარეთა სპექტრი ცილინდრული ფორმის მილყელისათვის, რომელიც ჰაერს შეიწოვს შემოუსაზღვრელი სივრცეიდან.

თუ სივრცე, რომლიდანაც ხდება ჰაერის შეწოვა მილყელის ნახვრეტში, შეზღუდულია (შემოსაზღვრულია), მაშინ ჰაერის შეწოვის სიჩქარეთა სპექტრი



ნახ. IV.2

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

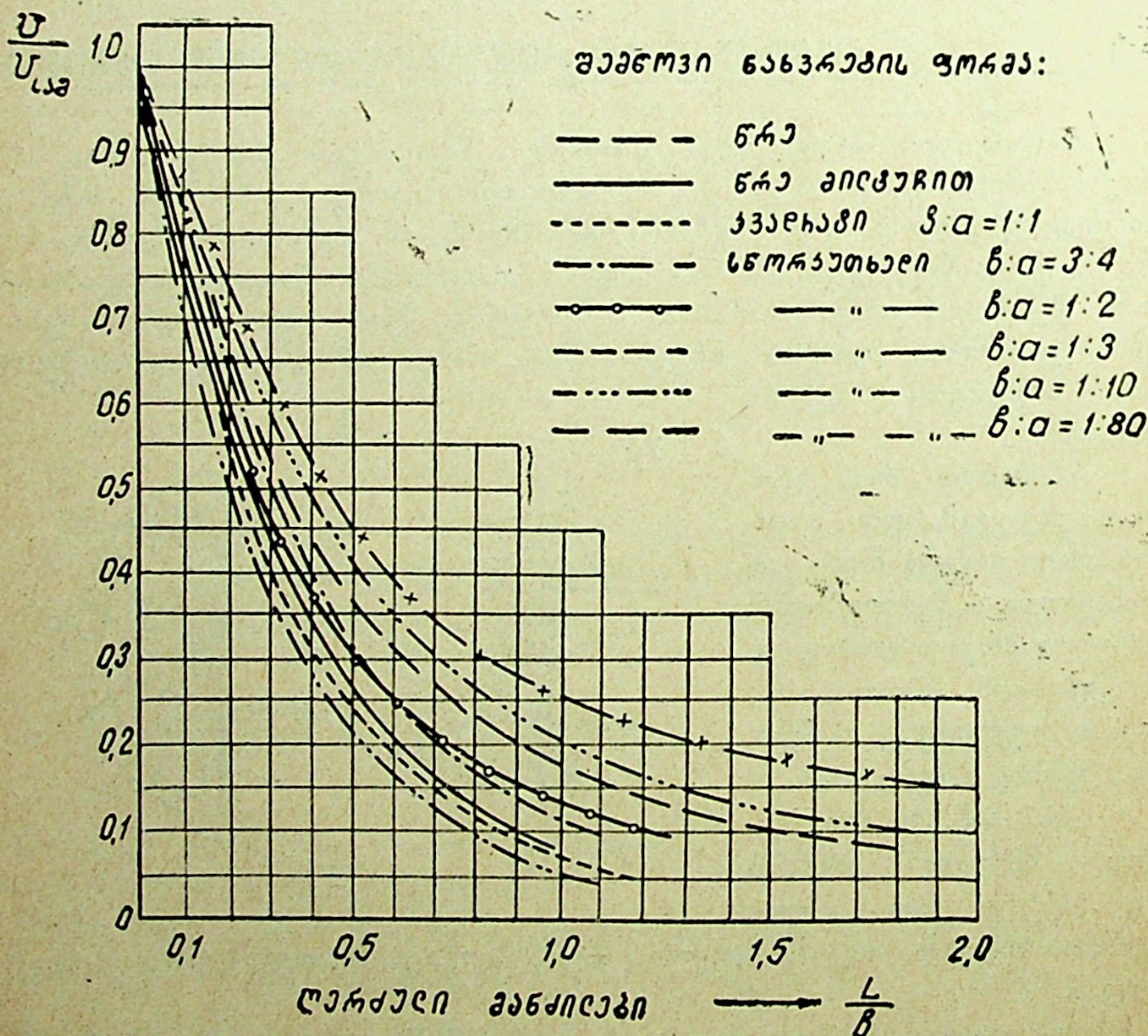
ამრიგად, შემწოვ მილყელთან შემზღუდველი სიბრტყის დაყენება თუმცა ზრდის შეწოვის ფარდობით ზონას, მაგრამ ძალიან უმნიშვნელოდ ცვლის სპექტრში სიჩქარეთა განაწილების სურათს.

კვადრატული ფორმის შემწოვ ნახვრეტებთან ჰაერის სიჩქარეთა სპექტრის ხასიათი თითქმის არაფრით არ განსხვავდება ცილინდრულ (მრგვალი) შემწოვ ნახვრეტთან წარმოქმნილ სიჩქარეთა სპექტრისაგან.

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

ამიტომ ნაკადთა სპექტრებს (შემზღუდველი სიბრტყეების მქონე შემწოვებისათვის) იღებენ $\frac{v_{\text{ს}}}{v_{\text{საშ}}}$ ფარდობითი სიჩქარეებისათვის.

IV.3 ნახაზზე მოცემულია ღერძულ სიჩქარეთა მიღების მრუდები მრგვალი და სწორკუთხა ფორმის ნახვრეტებისათვის მათი გვერდების სხვადასხვა ფარდობისათვის $b:a$.



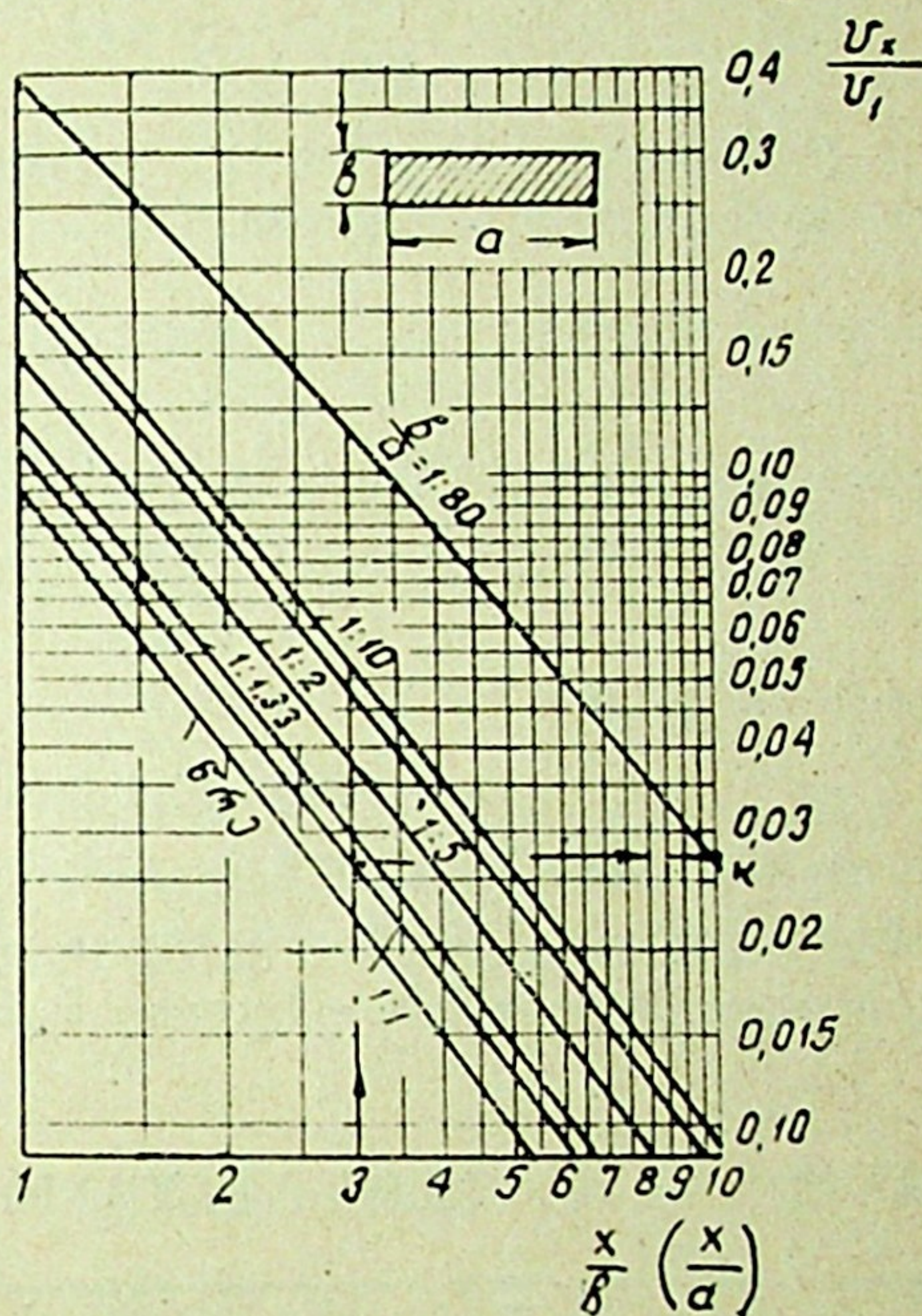
ნახ. IV 3.

ამ ნახაზის აბსცისთა ღერძზე მოცემულია ფარდობითი მანძილი შემწოვი ნახვრეტის სიბრტყიდან ნაკადის ღერძის მიმართულებით, ანუ $\frac{x}{\delta}$, ხოლო

ნახაზის ორდინატთა ღერძზე — ფარდობითი სიჩქარეები $\frac{v_x}{v_{საშ}}$.

IV.3 ნახაზზე ნათლად ჩანს, თუ როგორ ჩქარა მიიღწევა სიჩქარეები შემწოვი ნახვრეტის მოქმედების არეში. ასევე ჩანს, რომ შემწოვის ღერძული სიჩქარის ყველაზე უფრო ჩქარ მიღწევას ადგილი აქვს მრგვალ და კვადრატულ ნახვრეტებში და რაც უფრო მეტია შემწოვი ნახვრეტის გვერდების ფარდობა, მით უფრო ნელა ხდება ღერძული სიჩქარის მიღწევა.

IV.4 ნახაზზე მოცემულია პროფ. გ. მაქსიმოვის მიერ შედგენილი გრაფიკი, რომლის მარჯვენა ორდინატთა ღერძზე მოცემულია ღერძული სიჩქარეების (შემწოვ ნახვრეტთან) ფარდობა საშუალო სიჩქარესთან შემწოვ ნახვრეტში, ანუ $\frac{v_x}{v_1}$, ხოლო აბსცისთა ღერძზე — განსახილველი ნაკადის კვეთის მანძილის ფარდობა მრგვალ ნახვრეტის დიამეტრთან, ანუ $\frac{x}{d}$, ან სწორკუ-



ნახ. IV.4

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

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

მაგალითი 1. 600×800 მმ ზომის შემწოვ ნახვრეტში ჰაერის სიჩქარე ტოლია 5 მ/წმ. ვიპოვოთ ღერძული სიჩქარე (v_x) შემწოვი ნახვრეტიდან 1800 მმ მანძილზე.

ამოხსნა. ვპოულობთ ფარდობით ნიშნულობებს:

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

ვსარგებლობთ IV.4 ნახაზზე მოცემული გრაფიკით. ამ გრაფიკის აბსცისთა ღერძზე ვპოულობთ $\frac{x}{\delta} = 3$ წერტილს, რომლიდანაც ზემოთ ვავლებთ პერპენდიკულარს $1 : 1,33$ მრუდის გადაკვეთამდე, ამ მრუდზე მიღებული წერტილიდან ორდინატთა ღერძზე დაშვებული პერპენდიკულარის გადაკვეთის წერტილში (k წერტილი) ვკითხულობთ, რომ ფარდობა $\frac{v_x}{v_1} = 0,028$. მაშასადამე, ღერძული სიჩქარე საძიებელ მანძილზე იქნება $v_x = 0,028 \cdot 5 = 0,14$ მ/წმ.

მაგალითი 2. შემწოვი ნახვრეტის ზომებია 300×600 მმ. საჭიროა, რომ შემწოვი ნახვრეტიდან 900 მმ მანძილზე ჰაერის ნაკადის დერძული სიჩქარე ტოლი იყოს $v_x = 0,5$ მ/წმ. ვიპოვოთ ჰაერის ნაკადის საშუალო სიჩქარე და ჰაერის ხარჯი შემწოვ ნახვრეტში.

ამოხსნა. ვპოულობთ ფარდობით მნიშვნელობებს:

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

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

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

აქედან შემწოვ ნახვრეტში საშუალო სიჩქარე

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

ჰაერის ხარჯი კი

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

შემოთ 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 სათავსოებში მოდინებითი და ამომწოვი ნახვრეტების განლაგების მიხედვით

სათავსოში რომ სწორად განვალაგოთ ჰაერის მოდინებითი და ამომწოვი ნახვრეტები, საჭიროა გამოვარკვიოთ, როგორ მოქმედებს მათი ურთიერთგანლაგება ჰაერის მოძრაობაზე მთელ სათავსოში.

სათავსოში სავენტილაციო ჰაერის მოძრაობისა და განაწილების სურათის დასადგენად ვ. ბატურიძე და ვ. ხანჭონკოვა ჩაატარეს მთელი რიგი ლაბორატორიული ცდები სათავსოების ბრტყელ მოდელებზე მომდენი და ამომწოვი ნახვრეტების სხვადასხვაგვარად განლაგების შემთხვევებისათვის.

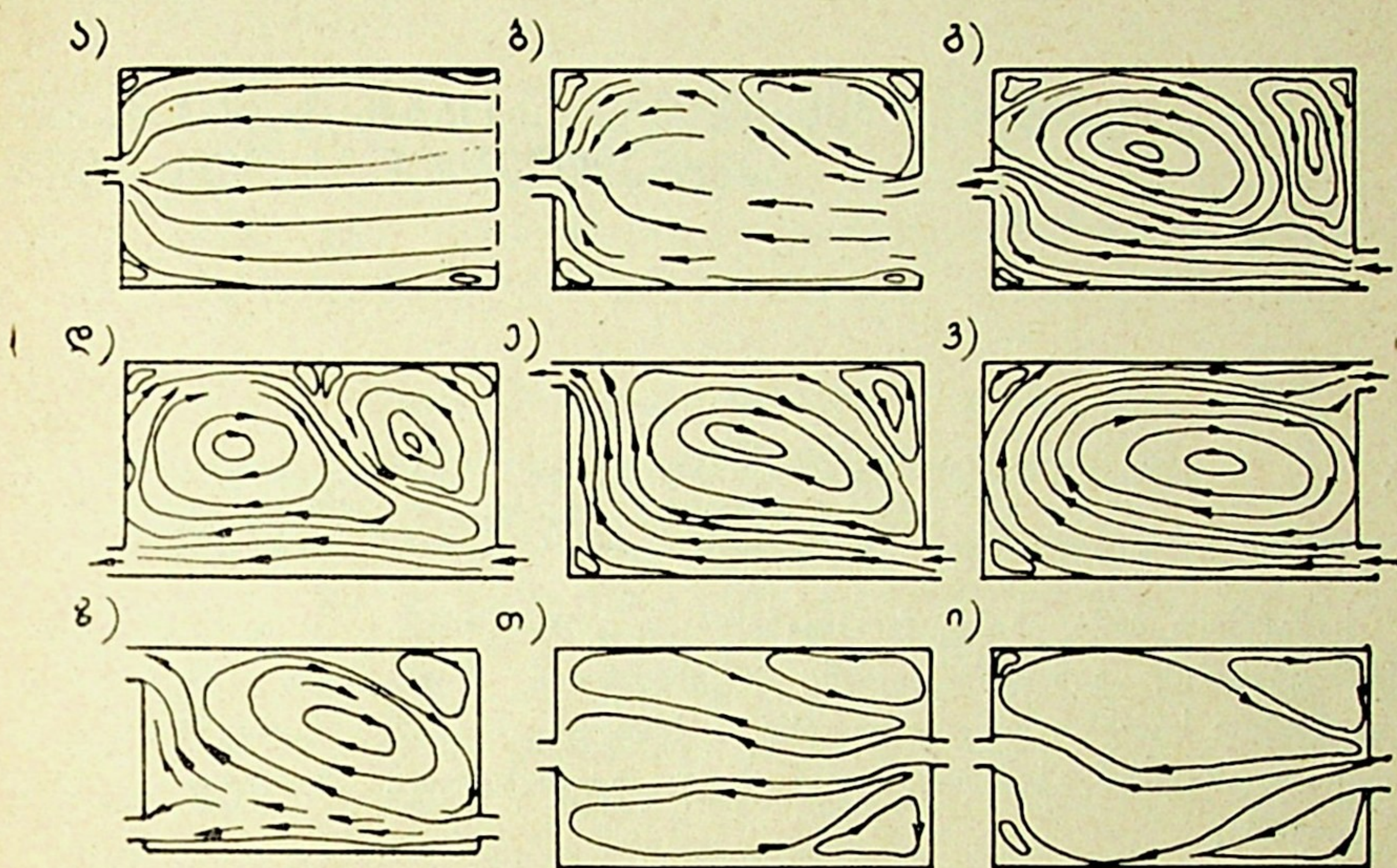
სათავსოში ჰაერის მოძრაობის სურათები მოცემულია IV.5 ნახაზზე.

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

მოდინებითი ნახვრეტის სიმაღლის შემცირებისას (ნახ. IV.5, ბ და გ) ჰაერის ახალი ნაკადი მთლიანად ვერ მოიცავს მთელ სათავსოს და ამ უკანასკ-

ნელში გვექნება უმოძრაო (დამდგარი) ზონები. ამ ზონებში წარმოიქმნება უმთავრესი ნაკადის ექვეყნით წარმოქმნილი ე. წ. მეორეული, მესამეული სა-
ცირკულაციო ნაკადები.

სათავსის 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 ნაჩვენები სქემის შემთხვევაში ახალი მოდინებული ჰაე-
რი სათავსის უმეტეს ნაწილს მოიცავს.

IV.5, ვ ნახაზზე ნაჩვენები მომდენი და ამომწოვი ნახვრეტების განლაგე-
ბისას სათავსის მთელ მოცულობას დაიკავენ ჰაერის ახალი ნაკადი და ამი-
ტომ ეს სქემა ითვლება საუკეთესოდ, თუმცა ხშირად შეცდომით თვლიან,
რომ IV.5, გ 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 სათავსებში სასურველია გვექონდეს
ჰაერის უცვლელი მოძრაობა დროში, ამიტომ ამ ბოლო ორი სქემის გამოყე-
ნება არ არის მიზანშეწონილი.

ჰაერის განსაზღვრა და ოკგანიზაცია მავნე გამოყოფებთან ბრძოლის დროს

§ 13. სამკანველო დანიშნულების სათავსოებში თბოგამომყოფი წყაროები და გამოყოფილი სითბოს ჩაოქნების განსაზღვრა

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

ლითონთა ცხელი დამუშავებისა და გამოდნობის პროცესებისთვის საჭიროა მაღალი ტემპერატურის შექმნა სახურებელ და სადნობ ღუმელებში. მაგალითად, ფოლადის დნობა წარმოებს $1600-1700^{\circ}$ ტემპერატურაზე, ფოლადის მოწვა, გლინვა, წრთობა და ცხელი ტვიფრვა — $800-1200^{\circ}$ ტემპერატურაზე და ა. შ.

მარტენში 1 ტონა ფოლადის გამოსადნობად სათბობის სახეობის მიხედვით იხარჯება 1 დან 2 მილიონამდე კკალორია სითბო.

გამოანგარიშებულია, რომ ღუმელებისა და გახურებული ლითონის მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, რომელიც მოდის სათავსის 1 მ³ შიგა მოცულობაზე, მარტენისა და ელექტროფოლადსადნობ საამქროებში შეადგენს 150—200 კკალ/სთ; საგლინ საამქროებში — 100—175 კკალ/სთ; თერმულ საამქროებში — 150—250 კკალ/სთ და ა. შ. თუ ასეთი დიდი თბოგამომყოფების საამქროებში ჰაერის გასაცივებლად არ გავითვალისწინებთ საჭირო ხელოვნურ ზომებს, მაშინ შეუძლებელი გახდება ასეთ სათავსებში ადამიანთა დიდი ხნით ყოფნა და მუშაობა.

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

სათავსებში თბოგამომყოფა ხდება არა მარტო ღუმელებში წვის პროცესების ან ცხელ მასალათა გაცივების შედეგად, არამედ, აგრეთვე, ერთი სახის ენერგიის მეორე სახის ენერგიად გარდაქმნისას, ქიმიური რეაქციების დროს და სხვ.

არსებობს თბოგამომყოფი წყაროების შემდეგი კლასიფიკაცია:

1) საწარმოო ღუმელები და სხვადასხვა დანიშნულების აბაზანები;

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

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

განვიხილოთ თბოგამონაყოფების განსაზღვრის მეთოდის 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 ($t_{გ.ზ}$) ტემპერატურა, შეიძლება გამოვთვალოთ მის მიერ სათავსში გამოყოფილი სითბოს მთლიანი ($Q_{გთ}$) რაოდენობა, რომელიც კონვექციით (q_3) და გამოსხივებით ($q_გ$) გაცემული სითბოს რაოდენობის ჯამის ტოლი იქნება

$$q_3 = \alpha_3 (t_{გ.ზ} - t_{კ.ს.ზ}) F \text{ კკალ/სთ} \quad (5.1)$$

და

$$q_გ = FC_{\text{დაყ}} \left[\left(\frac{T + t_{გ.ზ}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T + t_{კ.ს.ზ}}{100} \right)^4 \right] \text{ კკალ/სთ}, \quad (5.2)$$

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

F — თბოგამცემი ზედაპირის ფართობი, მ²-ობით;

α_3 — კონვექციით თბოგაცემის კოეფიციენტი, კკალ/მ² სთ.გრ-ობით; მხედველობაში მიიღება, როცა $t_{გ.ზ} - t_{კ.ს.ზ} > 5^\circ\text{C}$;

ვერტიკალური ზედაპირებისათვის α_3 გამოითვლება ფორმულით

$$\alpha_3 = 1,43 \sqrt[3]{t_{გ.ზ} - t_{კ.ს.ზ}}. \quad (5.3)$$

ჰორიზონტალური ზედაპირისთვის, როდესაც თბოგაცემა ზედა ზედაპირიდან ხდება,

$$\alpha_3 = 1,86 \sqrt[3]{t_{გ.ზ} - t_{კ.ს.ზ}}; \quad (5.4)$$

ჰორიზონტალური ზედაპირისათვის, როდესაც თბოგაცემა ქვედა ზედაპირიდან ხდება,

$$\alpha_3 = \sqrt[3]{t_{გ.ზ} - t_{კ.ს.ზ}}; \quad (5.5)$$

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

$C_{\text{დაყ}}$ — სხივფენის დაყვანილი მუდმივა, კკალ/მ² სთ. (°K)⁴ და გამოითვლება ფორმულით

$$C_{\text{დაყ}} = \frac{1}{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_s}}, \quad (5.6)$$

სადაც c_1 და c_2 არის ზედაპირების სხივფენის მუდმივი სიდიდეები;

c_s — აბსოლუტურად შავი სხეულის სხივფენის მუდმივა და უდრის 4,96 კკალ/მ² სთ (°K)⁴.

სხივფენის მუდმივას სიდიდე დამოკიდებულია სხივფენის სხეულის ქიმიურ შედგენილობაზე, ფერსა და ზედაპირის ხასიათზე.

პრაქტიკული გაანგარიშებისათვის სხივფენის დაყვანილ მუდმივას სიდიდეს $C_{\text{დაყ}}$, ჩვეულებრივ, იღებენ 3,5—4,2 ზღვრებში.

ლუმელის კედლების გარე ზედაპირების $t_{\text{გ.გ}}$ ტემპერატურა მერყეობს 50 ÷ 200°, ხოლო ლუმელის კამარისა — 100 ÷ 300°-მდე ზღვრებში.

მაგალითი. თბოგამომყოფი ლუმელის კედლების გარე ზედაპირების ფართობია $F_1 = 15$ მ², კამარისა — $F_2 = 4$ მ²; გარე ზედაპირების ტემპერატურა — $t_{\text{გ.გ}_1} = 150^\circ$, კამარისა — $t_{\text{გ.გ}_2} = 250^\circ$; სხივფენის დაყვანილი მუდმივა, ვთქვათ, ტოლია $C_{\text{დაყ}} = 4,2$. განვსაზღვროთ ლუმელის მიერ გაცემული სითბოს რაოდენობა, თუ სათავსის ჰაერის სამუშაო ზონის ტემპერატურა $t_{\text{ჰ.ს.გ}} = 25^\circ$.

ამოხსნა. (5.3) ფორმულით ვპოულობთ

$$\alpha_{31} = 1,43 \sqrt[3]{150 - 25} = 7,15 \text{ კკალ/მ}^2 \text{ სთ. გრ},$$

ხოლო (5.4) ფორმულით ვპოულობთ

$$\alpha_{32} = 1,86 \sqrt[3]{250 - 25} = 11,35 \text{ კკალ/მ}^2 \text{ სთ. გრ}.$$

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

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

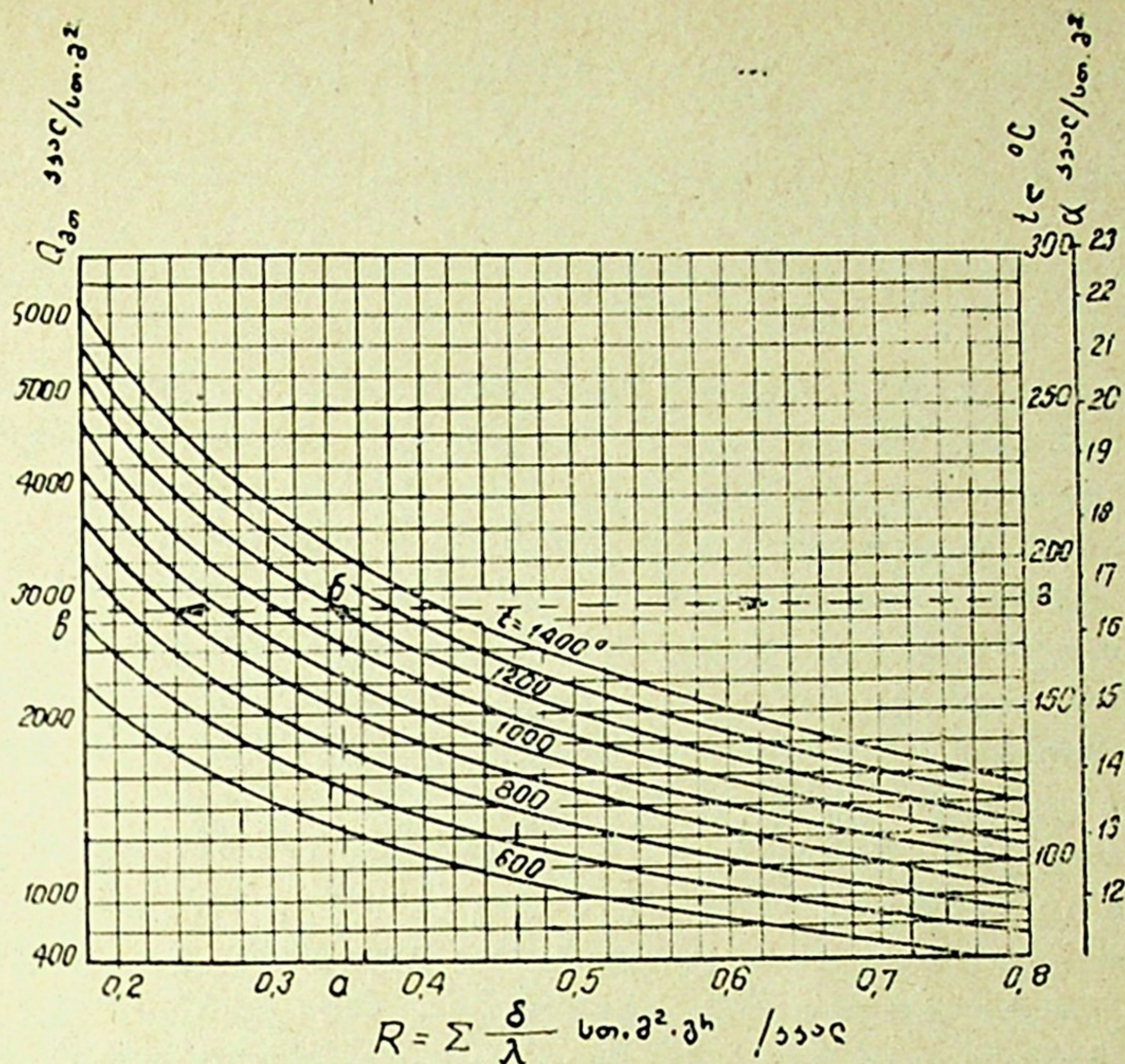
გამოსხივებით გაცემული სითბოს რაოდენობა, (5.2) ფორმულით გამოთვლილი,

$$q_8 = 15 \cdot 4,2 \left[\left(\frac{273 + 150}{100} \right)^4 - \left(\frac{273 + 25}{100} \right)^4 \right] + 4 \cdot 4,2 \left[\left(\frac{273 + 250}{100} \right)^4 - \left(\frac{273 + 25}{100} \right)^4 \right] = 15280 \text{ კკალ/სთ.}$$

ლუმელის მიერ მთლიანად გაცემული სითბოს რაოდენობა

$$Q_{\text{მთ}} = q_3 + q_8 = 19080 + 15280 = 34360 \text{ კკალ/სთ.}$$

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



ნახ. V.1

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

მაგალითი. განვსაზღვროთ ღუმელის გარე ზედაპირის ტემპერატურა და 1 მ² ზედაპირის მიერ გაცემული სითბოს რაოდენობა იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ღუმელის შიგა ტემპერატურა $t_{\text{ღ}} = 1200^\circ$ და ღუმელის კედლები ამოყვანილია $\delta = 0,38$ მ სისქის შამოტის აგურით. სამუშაო ზონის ჰაერის ტემპერატურა $t_{\text{ჰ.ს.ზ}} = 26^\circ\text{C}$.

ამოხსნა. იმისათვის, რომ V.1 ნახ.ზე მოცემული გრაფიკით ვისარგებლოთ, საჭიროა ვიცოდეთ ღუმელის კედლის თერმული წინაღობა R , რომელიც გამოითვლება ფორმულით

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

სადაც δ არის ღუმელის კედლის სისქე, მ-ობით;

λ — ღუმელის კედლის თბოგამტარობის კოეფიციენტი კკალ/მ. სთ. გრ-ობით.

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

$$\lambda = 0,72 + 0,0005 t_{\text{საშ}},$$

სადაც $t_{\text{საშ}}$ არის აგურის საშუალო ტემპერატურა.

მივიღოთ, რომ

$$t_{\text{საშ}} = \frac{t_{\text{ღ}} + t_{\text{კ.ს.ზ}}}{2} = \frac{1200 + 26}{2} = 613^{\circ};$$

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

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

მიღებული $R=0,35$ სიდიდის შესაბამის წერტილს ვპოულობთ საანგარიშო გრაფიკის აბსცისთა ღერძზე. ამ წერტილიდან (ა) ზემოთ ადგმართავთ პერპენდიკულარს ლუმელის შიგა საანგარიშო ტემპერატურის ($t_{\text{ღ}}=1200^{\circ}$) ამსახავი მრუდის გადაკვეთამდე. გადაკვეთის (ბ) წერტილიდან თუ გავავლებთ აბსცისთა ღერძის პარალელურ სწორ ხაზს, მაშინ გრაფიკის მარცხენა მხარეს მდებარე ორდინატთა ღერძის გადაკვეთის წერტილში (ბ) ვიპოვით საძიებელ თბოგაცემის სიდიდეს, რომელიც ტოლია $Q=2850$ კკალ/მ² სთ. გრ, ხოლო მარჯვნივ მდებარე ორდინატთა ღერძის გადაკვეთის წერტილში (რ) — ლუმელის გარე ზედაპირის ტემპერატურას $t_{\text{ღ.გ.ზ}}=185^{\circ}$.

ლუმელის ჩასატვირთავი კარების დიოზიდან გამოსხივებითი თბოგამონაცოფების განსაზღვრა. გამოსხივების ინტენსიურობა დამოკიდებულია ლუმელის შიგა კედლებისა და სათავსის გადამლობავი კონსტრუქციების შიგა ზედაპირების, ანდა ჩასატვირთავი კარების გასწვრივ მდებარე რომელიმე სხვა ზედაპირის ტემპერატურათა სხვაობაზე და განისაზღვრება ფორმულით

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

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 უგულებელვყოთ, რადგანაც ის $\left(\frac{T_1}{100} \right)^4$ სიდიდესთან შედარებით მცირეა. ამრიგად, გამოსხივების ინტენსიურობის სიდიდე

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

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

$$q_{\text{გ}} = q_{\text{ინტ}} \cdot F \cdot \frac{\alpha_1}{180} \cdot \frac{\alpha_2}{180} \cdot \frac{\tau}{60} \cdot \eta \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.9)$$

სადაც F არის დიოზიდის ფართობი, მ² ობით;

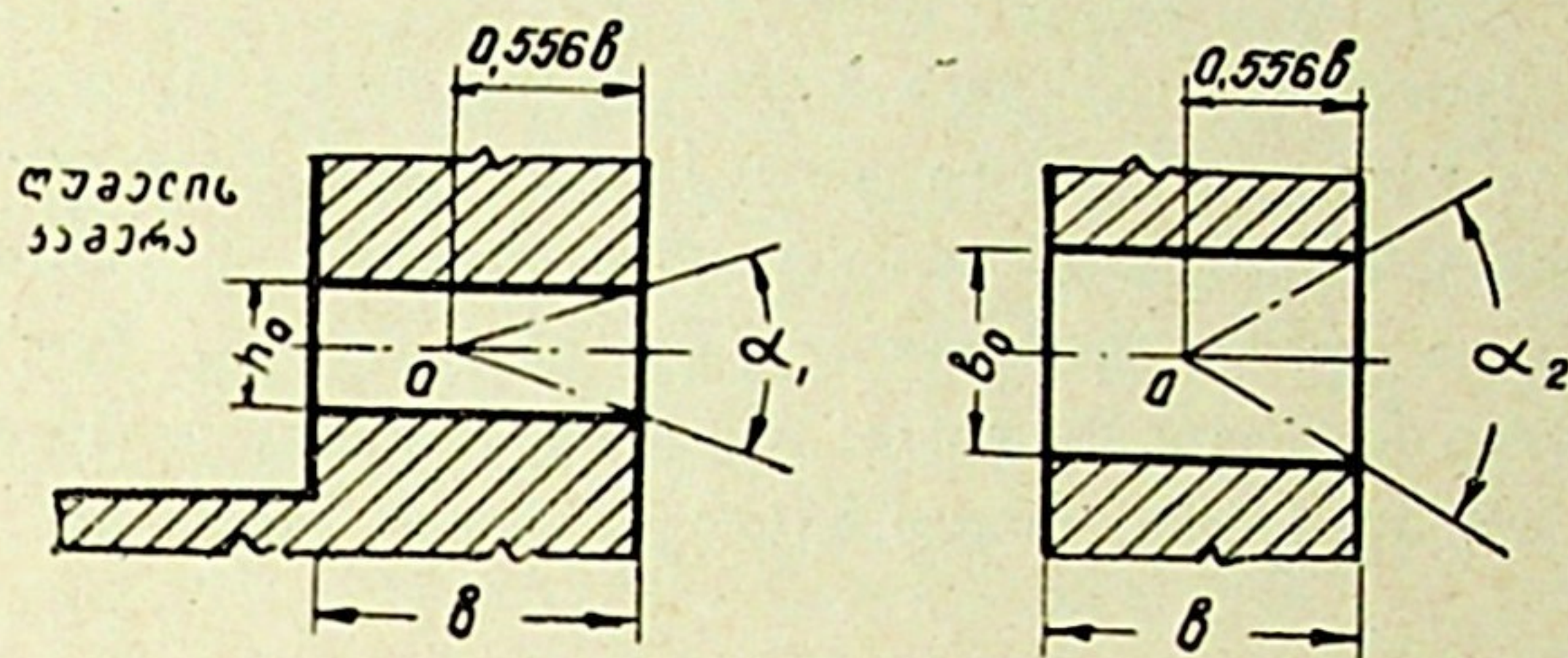
α_1 და α_2 — სხივფენის კუთხეები, აგებული O წერტილიდან (ნახ. V.2. ამ ნახაზზე h_0 დიოზიდის სიმაღლეა, h_0 — დიოზიდის სიგანე, b — ლუმელის კედლის სისქე; ყველა ეს სიდიდე აღებულია მ-ობით);

η — დიოზიდის გაღების ხარისხის გათვალისწინების კოეფიციენტი და აიღება $0,5 \div 0,8$ ზღვრებში,

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

ამოხსნა. (5.8) ფორმულით ვსაზღვრავთ გამოსხივების ინტენსიურობის სიდიდეს

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



ნახ. V.2

ვსაზღვრავთ სხივების კუთხეებს (ნახ. V.2)

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

აქედან $\alpha_1 = 87^\circ$;

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

აქედან $\alpha_2 = 110^\circ$.

(5.9) ფორმულით გამოთვლილი გამოსხივებით გაცემული სითბოს მთელი რაოდენობა

$$q_8 = 250000 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \cdot \frac{87}{180} \cdot \frac{110}{180} \cdot \frac{20}{60} \cdot 0,5 = 2900 \text{ კკალ.}$$

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

სათავესში ღუმელების არასიმქიდროვეებიდან და გაღებული კარებიდან

გამოსული ცხელი აირების მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით

$$q_{აირ} = G_{აირ} C_{აირ} (t_{აირ} - t_3) \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.10)$$

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

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

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

t_3 — 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 უგულებელყოფა არ შეიძლება. თბოდანაკარგი ასეთი ქვედიდან იანგარიშება ფორმულით

$$q = k \frac{F \lambda (t_{\text{ღ}} - t_3)}{d} \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.11)$$

სადაც F არის ქვედის ფართობი, მ²-ობით;

λ — ქვედის თბოგამტარობის კოეფიციენტი, კკალ/მ. ს. გრ-ობით;

$t_{\text{ღ}} - t_3$ — შესაბამისად ტემპერატურები ლუმელში და სათავსში, გრ-ობით;

d — ქვედის სიგანე ან მისი დიამეტრი, მ-ობით;

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

საწარმოო ლუმელებიდან და აბაზანებიდან თბოგამონაყოფების 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,

$$q = B Q_{\text{ფ}}^{\text{ა}} \alpha \eta \text{ კკალ/სთ;} \quad (5.12)$$

ელექტროენერგიაზე მომუშავე ლუმელებისათვის

$$q = 860 N_{\text{საყ}} \alpha \eta \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.13)$$

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

$Q_{\text{ფ}}^{\text{ა}}$ — სათბობის თბოუნარიანობა, კკალ/კგ-ობით;

- 860 — 1 კვტ ელექტროენერგიის თბური ეკვივალენტი კკალორიებში;
 $N_{საყ}$ — ღუმელის საყენებელი სიმძლავრე, კვტ-ობით;
 α — საამქროში თბოგამონაყოფები Q_{Σ}^{θ} ან $N_{საყ}$ სიდიდის წილიდან;
 η — ღუმელების მუშაობის ერთდროულობის კოეფიციენტი.

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

თუ ღუმელის წვის პროდუქტები უშუალოდ საამქროში გამოიშვება, მაშინ სათბობის წვის შედეგად გამოყოფილი მთლიანი რაოდენობის სითბოს 95% მიიღება მხედველობაში (5%-ს ტოვებენ სათბობის არასრულ წვაზე).

თ ბ ო გ ა მ ო ნ ა ყ ო ფ ი ო რ თ ქ ლ ი ს უ რ ო დ ა ნ. უროს მუშაობისას მიწოდებული ორთქლის თბური ენერგია (ლითონის ჰედვისას) ნაწილობრივ გადადის მექანიკურ მუშაობაში, რისგანაც ხდება ნაჭედის გაცხელება, რომელიც შემდეგ, გაცივებისას, გამოყოფს სითბოს.

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

$$q = G_{ორთ} (I_{საწ} - I_{საბ}) \eta \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.14)$$

სადაც $G_{ორთ}$ არის უროსთვის მისაწოდებელი ორთქლის ხარჯი, კგ/სთ-ობით;
 $I_{საწ}$ და $I_{საბ}$ — ორთქლის საწყისი და საბოლოო თბოშემცველობა, კკალ/კგ-ობით;

η — უროების მუშაობის ერთდროულობის კოეფიციენტი.

გარდა ამისა, ორთქლის უროს მუშაობისას შეიძლება ორთქლის ნაწილი ორთქლსატარების არასიმჭიდროვეებიდან გამოდინდეს საამქროში. საორიენტაციო გაანგარიშებისას შეიძლება გავითვალისწინოთ, რომ ორთქლის ეს რაოდენობა უროსთვის მისაწოდებელი ორთქლის მთლიანი რაოდენობის მხოლოდ 0,1%-ია და ის უმნიშვნელოდ მოქმედებს საამქროს ჰაერის ტემპერატურის გაზრდაზე. იგი ოდნავ ზრდის ჰაერის ფარდობით ტენიანობას, მაგრამ, ვინაიდან სამჭედლოების ვენტილაციის გაანგარიშებისას ჰაერის ტენიანობა მხედველობაში არ მიიღება (ამ საამქროების ჰაერის მცირე ფარდობითი ტენიანობის გამო), ამიტომ ორთქლსატარებიდან საამქროში გამოდინებული ორთქლის მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა საამქროს თბურ ბალანსში არ შედის.

მაგალითი. საამქროში ყველა ორთქლის უროს მათი ერთდროული მუშაობისას მიეწოდება 10 ტ/სთ რაოდენობის ორთქლი, რომლის საწყისი წნევაა $P_{საწ} = 3,5$ კგ/სმ², ხოლო საბოლოო — $P_{საბ} = 1,5$ კგ/სმ². უროების მუშაობის ერთდროულობის კოეფიციენტი $\eta = 0,5$. განვსაზღვროთ ორთქლის უროების მუშაობის შედეგად საამქროში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა.

ამოხსნა. ცხრილიდან¹ ვპოულობთ, რომ, როცა $P = 3,5$ კგ/სმ², მაშინ $I_{საწ} = 652,4$ კკალ/კგ; ხოლო როცა $P = 1,5$ კგ/სმ², მაშინ $I_{საბ} = 643,1$ კკალ/კგ;

¹ იხ. გ. დარჩია, „გათბობა და ვენტილაცია“, ნაწ. I, გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, 1967, დანართი V.

მიღებულ მნიშვნელობებს ვსვამთ (5.14) ფორმულაში, მივიღებთ

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

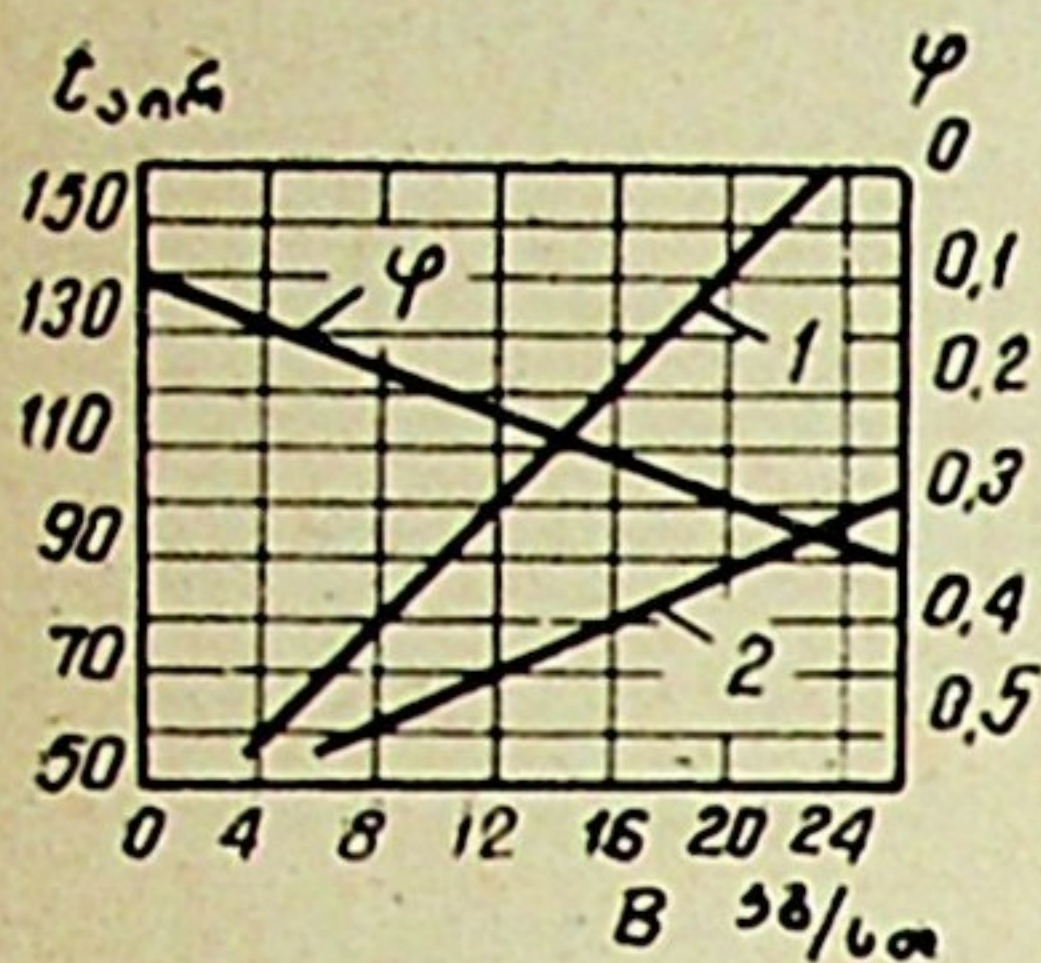
თბოგამონაყოფები საშუალოდ ქუჩიდან. სამჭედლო ქუჩიდან, რომელზეც მოწყობილია ადგილობრივი ბოლგამყვანი ქოლგები, გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით

$$q = B Q_{\Sigma}^{\Phi} \varphi \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.15)$$

აქ Q_{Σ}^{Φ} და B მნიშვნელობები იგივეა, რაც (5.12) ფორმულაში;

φ — საამქროში გამოყოფილი სითბოს წილის გასათვალისწინებელი კოეფიციენტი. ეს სიდიდე აიღება V.3 ნახაზზე მოცემული გრაფიკიდან სათბობის ხარჯზე დამოკიდებულებით. ნახაზზე დატანილი წირი 1 მიეკუთვნება ერთსაცეცხლისიან ქუ-

რას, ხოლო წირი 2 — ორსაცეცხლისიან ქუჩას. ეს გრაფიკი აგრეთვე გვაძლევს დამოკიდებულებას გამწოვ მილში აირების ტემპერატურასა $t_{აირ}$ და საამქროში (ქუჩაში სათბობის ხარჯზე B დამოკიდებულებით) გამოყოფილ სითბოს წილს φ შორის.



ნახ. V.3

2. თბოგამონაყოფი ცხელი ლითონებისა და სხვა მასალებისგან

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

$$q = G_{\beta} C_{\beta} (t_{სან} - t_{საბ}) \beta \text{ კკალ/სთ,} \quad (5.16)$$

სადაც G_{β} არის გასაცივებელი მასალის რაოდენობა, კგ-ობით;

C_{β} — მასალის საშუალო სითბოტევადობა, აღებული $t_{სან}$ -დან $t_{საბ}$ -მდე, გრ-ობით;

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

β — კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სითბოს გამოყოფის არათანაბრობას დროში.

ამ კოეფიციენტის (β) საორიენტაციო მნიშვნელობები ლითონისათვის მოცემულია V.1 ცხრილში.

ცხრილი V.1

ნაკეთობის წონა კგ-ობით	β-ს მნიშვნელობა დროის მიხედვით		
	1-ლი საათი	მე-2 საათი	მე-3 საათი
200-მდე	0,75	0,15	0,1
200-დან 1000-მდე	0,55	0,3	0,15

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

მაგალითი. განვსაზღვროთ ღუმელიდან გამოღებული ფოლადის სხმულების მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, თუ თითო სხმულის წონაა 500 კგ, ხოლო მთლიანი წონა 3 ტონა. ღუმელში წვის ტემპერატურა $t_{\text{ღ}} = 1100^{\circ}$, სათავსის ჰაერის ტემპერატურა კი $t_{\text{ჰ}} = 20^{\circ}$.

ამოხსნა. ღუმელიდან გამოღებული ლითონის საწყისი ტემპერატურა აიღება ღუმელში წვის ტემპერატურაზე $50 \div 100^{\circ}$ -ით ნაკლები. ჩვენი შემთხვევისთვის მივიღოთ, რომ $t_{\text{საწყ}} = 1000^{\circ}$; $t_{\text{საბ}} = t_{\text{ჰ}} = 20^{\circ}$; ფოლადის საშუალო სითბოტევადობა $C = 0,136$; β -ს მნიშვნელობებს ვიღებთ V.1 ცხრილიდან.

(5.16) ფორმულით გამოთვლილი სხმულების თბოგამონაყოფი იქნება:

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

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

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

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

II. თბოგამონაყოფი აპარატების, ჰაერსატარებისა და მილსადენების გაცხელებული ზედაპირებიდან

აპარატებისა და სწორკუთხა ჰაერსატარების გაცხელებული ზედაპირებიდან თბოგამონაყოფი გაიანგარიშება თბოგადაცემის ცნობილი ფორმულით

$$q = kF (t_1 - t_3) \text{ კკალ/სთ}, \quad (5.17)$$

სადაც k არის თბოგადაცემის კოეფიციენტი და ჰაერსატარებისთვის შეიძლება მივიღოთ 4 კკალ/მ² სთ. გრ-ის ტოლი;

F — აპარატების ან ჰაერსატარების თბოგამცემი ზედაპირების ფართობი, მ²-ობით;

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

t_3 — სათავსის ჰაერის ტემპერატურა, გრ-ობით.

შრგვალი მილებიდან თბოგამონაყოფი იანგარიშება ფორმულით

$$q = \pi d_{\text{გარ}} \alpha (t_1 - t_3) l \text{ კკალ/სთ}, \quad (5.18)$$

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

α — მილის გარე ზედაპირიდან სათავსის ჰაერისადმი თბოგადაცემის კოეფიციენტი, კკალ/მ² სთ. გრ-ობით;

t_1 — მილში მოძრავი თბომცველის ტემპერატურა, გრ-ობით;

l — მილის სიგრძე, მ-ობით.

ჰაერის ნელი მოძრაობისას თბოგადაცემის კოეფიციენტის სიდიდე გამართვლება ფორმულით

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

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

როდესაც ჰაერი მოძრაობს შესამჩნევი სიჩქარით, მაშინ თბოგადაცემის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით

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

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

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

$$q = \frac{2\pi (t_1 - t_{\text{გ}}) l}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{d_1}{d_0} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{d_2}{d_1} + \dots + \frac{1}{\lambda_n} \ln \frac{d_n}{d_{n-1}} + \frac{2}{\alpha d_n}}, \quad (5.21)$$

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 სათავისის ჰაერის ტემპერატურა — $t_{\text{გ}} = 20^\circ$. 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 მექანიზმებიდან, მანქანებიდან, ჩარხებიდან და ძრავებიდან

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

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

გარდა ამისა, ელექტროძრავების საყენებელი სიმძლავრე მოქმედი მექანიზმებისა და მანქანების მიერ თითქმის არასდროს არ გამოიყენება 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 ენერგიის ერთი ნაწილი გადაეცემა როგორც გრუნტს, ისე სათავსის გადამღობავ კონსტრუქციებს, საიდანაც გადის გარეთ.

სათავსში გამოყოფილ სითბოს რაოდენობაზე, გარდა ზემოჩამოთვლილისა, ზეგავლენას ახდენს კიდევ მრავალი ფაქტორი, რომელთაგან აღსანიშნავია: მექანიზმების, ელექტროძრავებისა და ჩარხების გაცივების მეთოდები, საჭრისების გასაცივებლად 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 მექანიზმებიდან და მანქანებიდან გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით

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

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

ამოხსნა. ვსარგებლობთ (5.22) ფორმულით

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

5. თბოგამონაყოფი ელექტროგანათების წყაროებიდან

განათების მიზნებისათვის გამოყენებული ელექტროენერგია თითქმის მთლიანად გადადის თბურ ენერგიაში. 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;

η — ელექტროენერგიის შუქში გადასვლის კოეფიციენტი და საშუალოდ $\eta \approx 0,95$ -ის ტოლი აიღება.

ვინაიდან ელექტროენერგიის 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 ორგანიზმი ერთი საათის განმავლობაში გამოყოფს 100÷120 კკალ სითბოს. აქედან 70—80%-ს გამოყოფს ე. წ. აშკარა სითბოს, ხოლო 20—30%-ს—ფარული სითბოს (ოფლის) სახით.

ადამიანის ორგანიზმი 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	გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა კკალ/სთ	სამუშაოს სახეობა
მსუბუქი	150-მდე	სამუშაო, რომელიც სრულდება დამჯდარი, 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
მძიმე	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, მ²-ობით.

7. სათავსში მზის რადიაციის შედეგად შემოსული სითბოს რაოდენობა

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

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

სითბოს რაოდენობა, რომელიც გადაეცემა მზის სხივების მიმართულების პერპენდიკულარულ ზედაპირს, განისაზღვრება პროფ. ს. სავინის 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 $A = 1,87 \text{ კკალ/სმ}^2 \text{ წთ}$;

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 იცვლება $147 \cdot 10^6 \text{ კმ}$ -დან (იანვრის პირველი რიცხვების პერიოდში) $152 \cdot 10^6 \text{ კმ}$ -მდე (ივლისის პირველი რიცხვების პერიოდში) ზღვრებში;

c — ემპირიული უგანზომილებო კოეფიციენტი, რომელიც ატმოსფეროს სხივთშთანთქმის უნარის მახასიათებელია, მერყეობს 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 ჰორიზონტის მიმართ ამაღლების სიდიდე, გამოსახული რადიანებში;

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

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

სადაც δ არის მზის გადახრის კუთხე;

φ — ადგილმდებარეობის გეოგრაფიული განედი;

γ — 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 φ არის განსახილველი ადგილის განედი.

მზის რადიაციის შედეგად სათავსში შემოსული სითბოს რაოდენობა გამოითვლება ფორმულებით

ა) შემინული ზედაპირებისათვის

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

ბ) გადახურვებისათვის

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

სადაც $F_{\text{შედ}}$ და $F_{\text{გადა}}$ შესაბამისად არის შემინული და გადახურვების ზედაპირების ფართობები, მ²-ობით;

$q_{შეგ}$ და $q_{გაღ}$ — სათავსში 1 მ² შემინული ზედაპირიდან და გადახურვის ზედაპირიდან შემოსული რადიაციული სითბოს რაოდენობა, კკალ/სთ.ობით;

$A_{შეგ}$ — კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია შემინვის ხასიათსა და მისი გაქუჩყიანების ხარისხზე;

$k_{გაღ}$ — 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.

$q_{შეგ}$, $q_{გაღ}$ და $A_{შეგ}$ მნიშვნელობები შესაბამისად მოცემულია V.3, V.4 და V.5 ცხრილებში.

ცხრილი V.3

$q_{შეგ}$ მნიშვნელობები

შემინული ზედაპირის დასახელება	სამყაროს მხარეები და განედები															
	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 ფანჯრები	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 ვერტიკალური შემინვით და ლითონის ალათებით	160	160	160	170	110	140	170	170	160	160	160	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

$q_{გაღ}$ მნიშვნელობები

გადახურვების დასახელება	განედები			
	35°	45°	55°	65°
უსხვენო სხვენიანი	20	18	15	12
	5	5	5	5

შენიშვნა. გადახურვის თბოგადაცემის კოეფიციენტი k არ უნდა აღემატებოდეს 0,8 კკალ/მ² სთ. გრ-ს.

ცხრილი V.5

$A_{შეგ}$ მნიშვნელობები

შემინული ზედაპირის დასახელება	$A_{შეგ}$
ორმაგი შემინვა ერთ ალათაში	1,15
ერთმაგი შემინვა	1,45
ჩვეულებრივად გაქუჩყიანებული მიწები	0,8
ძლიერ გაქუჩყიანებული	0,7
შეთეთრებული ფანჯრები	0,6
მჭრქალი მ-ნით შემინვა	0,4

მაგალითი. გავიანგარიშოთ მზის რადიაციის შედეგად სათავსში შემოსული სითბოს რაოდენობა შემდეგი პირობებისთვის: სათავსი (საამქრო) განლაგებულია 55° განედზე. საამქროს სამხრეთ მხარეს გამომავალი გრძელი კედლის შემინული ზედაპირის ფართობი 100 მ^2 -ია. გვერდითი (ტორსული) მხარის კედლებიდან შემინვის მეტი ფართობი აქვს აღმოსავლეთით გამომავალ კედელს და ის 40 მ^2 -ია. ფანჯრები ორმაგი შემინვისაა და ლითონის ორმაგალათებიანია. სახურავზე საამქროს გასწვრივ მოთავსებულია შუქსარკმელი. ორმაგი ვერტიკალური შემინვით და ლითონის ალათებით, სამხრეთით გამომავალი შუქსარკმლის შემინვის ზედაპირი 60 მ^2 -ია. მინები შეეთეთრებულია. გადახურვის ზედაპირი 1000 მ^2 -ია, ხოლო თბოგადაცემის კოეფიციენტი $0,8$.

ამოხსნა. V.3, V.4 და V.5 ცხრილებით ვპოულობთ, რომ 1 მ^2 სამხრეთით გამომავალი ფანჯრებიდან საამქროში შემოსული სითბოს რაოდენობა იქნება

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

აღმოსავლეთით გამომავალი ფანჯრებისათვის

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

სამხრეთით გამომავალი შუქსარკმელი შემინული ზედაპირისთვის

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

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

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

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

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

იგივე, II ვარიანტით გამოთვლილი, იქნება

$$Q_{\text{რად II}} = \underbrace{100 \cdot 160 \cdot 0,69 \cdot 0,7}_{\text{სამხრეთის ფანჯრებიდან}} + \underbrace{40 \cdot 180 \cdot 0,69 \cdot 0,7}_{\text{აღმოსავლეთის ფანჯრებიდან}} + \underbrace{60 \cdot 160 \cdot 0,69}_{\text{სარკმლიდან}} + 1000 \cdot 15 \cdot 0,8 = 29830 \text{ კკალ/სთ.}$$

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

სითბოს იმ რაოდენობის განსაზღვრა, რომელიც წლის ცივ პერიოდში იხარჯება სათავსის თბოდანაკარგების ანაზღაურებაზე და სათავსში 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 თბოგამონა-

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

$$Q_{\text{დაკ}} = V q_0 (t_{\text{ა}} - t_{\text{გ}}), \quad (5.30)$$

სადაც q_0 არის შენობის კუთრი თბური მახასიათებელი, კკალ/მ³ სთ. გრ-ობით;

V — შენობის სამშენებლო მოცულობა, მ³ ობით;

$t_{\text{ა}}$ და $t_{\text{გ}}$ — შიგა და გარე საანგარიშო ტემპერატურა, °C-ობით.

დიდი თბოგამონაყოფების მქონე სათავსებში, რომლებშიც ჰაერის ტემპერატურა სათავსის სიმაღლის მიხედვით მკვეთრად იცვლება, ჰაერის საანგარიშო შიგა $t_{\text{ა}}$ ტემპერატურად აიღება მუშა ზონის ჰაერისა $t_{\text{ა.ზ}}$ და ზედა ზონის ჰაერის $t_{\text{გ.ზ}}$ ტემპერატურათა ჯამის ნახევარი.

მუშა ზონის ტემპერატურა რეგლამენტირებულია და აიღება ნორმებიდან, ხოლო $t_{\text{გ.ზ}}$ — გამოითვლება ფორმულით

$$t_{\text{გ.ზ}} = \frac{\Delta t_{\text{ნორმ}}}{m} + t'_{\text{აოღ}}, \quad (5.31)$$

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

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

$t'_{\text{აოღ}}$ — გამოითვლება ფორმულით $t'_{\text{აოღ}} = t_{\text{ა.ზ}} - \Delta t_{\text{ნორმ}}$.

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

$$Q_{\text{გას}} = G_{\text{გ}} C_{\text{გ}} (t_{\text{საგ}} - t_{\text{საფ}}) \beta \quad \text{კკალ/სთ},$$

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

საამქროში შემოტანილი მასალის საწყისი $t_{\text{საფ}}$ ტემპერატურა ფხვიერი მასალისთვის აიღება გარე ჰაერის ტემპერატურაზე 20° -ით, არაფხვიერი მასალისთვის — 10° -ით უფრო მაღალი; ლითონისა და ლითონისგან დამზადებული ნაწარმისთვის ის აიღება გარე ჰაერის ტემპერატურის ტოლი. β 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 სისტემებსა და ღუმელებში წვის

პროცესებზე დახარჯულ ჰაერთან ერთად

ადგილობრივი ამოწოვის სისტემებს და ხშირად ღუმელებსაც (წვის პროცესებისათვის) სათავსის მუშა ზონიდან ჰაერი მიეწოდება $t_{\text{ა.ზ}}$ ტემპერატუ-

რით. ვინაიდან ცხელ საამქროებში მოდინებული გარე ჰაერის ტემპერატურა $t_{\text{გარე}}$ (ჰარბი სითბოს შთანთქმისათვის განკუთვნილი) მუშა ზონის ჰაერის ტემპერატურაზე ნაკლები უნდა იყოს, ამიტომ სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც სათავსიდან იკარგება ადგილობრივი ამოწოვის სისტემებით და ღუმელებით, იქნება

$$Q_{\text{ად.ამონ}} = 0,24 G (t_{\text{გარე}} - t_{\text{გარე}}) \text{ კკალ/სთ,}$$

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

ჰარბი სითბოს რაოდენობის განსაზღვრა

სავენტილაციო 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 $t_{\text{გ}} \geq 10^\circ$,

$$Q_{\text{ჰარბი}} = \Sigma q + Q_{\text{რად}} - (Q_{\text{მას}} + Q_{\text{ად.ამონ}} + Q_{\text{დაკ}}). \quad (5.32)$$

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

$$Q_{\text{ჰარბი}} = \Sigma q - (Q_{\text{მას}} + Q_{\text{ად.ამონ}} + Q_{\text{დაკ}}). \quad (5.33)$$

ამ ფორმულებში Σq არის საამქროში არსებული ყველა წყაროდან გამოყოფილი სითბოს ჯამი, კკალ/სთ-ობით;

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

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

$Q_{\text{ად.ამონ}}$ — სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც საამქროდან იკარგება იმ ჰაერთან ერთად, რომელიც იხარჯება ადგილობრივ ამოწოვის სისტემებსა და ღუმელებში წვის პროცესებზე დახარჯულ ჰაერთან ერთად, კკალ/სთ-ობით;

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

§ 14. თბოგამონაყოფისა და ჰარბი სითბოს წინააღმდეგ ბრძოლის ხერხები

დიდი თბოგამონაყოფის საამქროების საჰაერო არის მეტეოროლოგიურ პირობებზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ისეთი ფაქტორები, როგორიცაა: 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 ჭარბ სითბოსთან ბრძოლის ეფექტურობის ზრდას.

ჭარბ 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 თბოგამომყოფ წყაროსთან.

საამქროს საჰაერო არის მეტეოროლოგიური პირობების გაუმჯობესების საშუალებებს შორის განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს საამქროში მომუშავე ადამიანთა ორგანიზმზე სხივური (რადიაციული) სითბოს მავნე გავლენასთან საბრძოლველად საჭირო საშუალებების მოწყობას. მათ შორის ყველაზე ეფექტურად ითვლება მუდმივ სამუშაო ადგილზე ჰაერის შხაპის მოწყობა, რომელიც უზრუნველყოფს ჰაერის დიდ სიჩქარეს (მოძრაობას). ჰაერის შხაპი ეწყობა ღუმელების ჩასატვირთი კარის სამუშაო ადგილთან, ორთქლის უროსთან, სამსხმელო საამქროს მექანიზმებისა და ელექტრომოწყობილობების მართვის პულტებთან და სხვ. ჰაერის შხაპის კონსტრუქციები და მათი განგარიშება დაწვრილებით 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 აგურისა.

ეკრანის საშუალებით სათავსისადმი გადაცემული სხივური სითბოს რაოდენობა გაპოითვლება ფორმულით

$$Q_{\text{გვ}}^{\text{სხ}} = \frac{c_{\text{გვ}}}{c_{\text{სხ}}} \cdot \frac{q_{\text{სხ}}}{n + 1}, \quad (5.34)$$

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

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

$c_{\text{გვ}}$ და $c_{\text{სხ}}$ — გამოითვლება (5.6) ფორმულით;

$q_{\text{სხ}}$ — გაცხელებული ზედაპირის მიერ (ეკრანის გარეშე) სათავსში გადაცემული სხივური სითბოს რაოდენობა, კკალ/მ² სთ-ობით;

$q_{\text{სხ}}$ — 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 გარსაცმი დამზადებულია ფოლადისგან და შეღებილია ($c=3,5$). საამქროს კედლები შეღესილია ცემენტის ხსნარით ($c=4,2$).

ამოხსნა. ვიყენებთ (5.6) ფორმულას

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

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

სათავსში გამოყოფილი სხივური სითბოს რაოდენობა შეადგენს:

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

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

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

§ 15.

ჰაერსხივის განსაზღვრა ჭაბი სითბოს შემთხვევაში

ჰაერსხივის განსაზღვრა ჭაბ სითბოსთან საბრძოლველად უმარტივეს შემთხვევაში ადვილად წყდება III თავში მოცემული (3.11) ფორმულით

$$G_{\text{აოლ}} = \frac{Q_{\text{ჭაბი}}}{0,24 (t_{\text{აა}} - t_{\text{აოლ}})} \text{ კგ/სთ.}$$

ჰაერსხივის აუცილებელი პირობაა, რომ ამოწოვილი ჰაერის (ან, რაც იგივეა, სათავსის 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 სათავსებში, მაგრამ ცხელი საამქროები, როგორც წესი, მაღალია (10--12 მ და მეტი). ვინაიდან უფრო თბილი ჰაერი ზემოთ გადაადგილდება, ამიტომ ხდება ჰაერის ტემპერატურის მკვეთრი ცვალებადობა სათავსის სიმაღლეში.

ნორმებით დადგენილია მუშა ზონის ჰაერის ზღვრულად დასაშვები ტემპერატურა. რაც შეეხება სათავსის 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 ჭაბი სითბოს ასიმილაციისთვის.

ცხელი საამქროს საჰაერო 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 მზის რადიაციით შემოსული სითბოს რაოდენობების ჯამთან, განსაზღვრული დანიშნულების საწარმოო სათავსებისთვის მეტნაკლებად მუდმივი სიდიდეა და არ არის დამოკიდებული წლის პერიოდებზე. თუ ამ ფარდობას აღვნიშნავთ m ასოთი, შეგვიძლია დავწეროთ

$$m = \frac{Q_{ა.ზ}}{(\sum q + Q_{რად}) - Q_{მას}}$$

m სიდიდე შეიძლება აგრეთვე გამოვსახოთ ტემპერატურათა ფარდობით

$$m = \frac{t_{ა.ზ} - t_{მოდ}}{t_{გაყ} - t_{მოდ}} \quad (5.35)$$

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

$$t_{გაყ} = \frac{t_{ა.ზ} - t_{მოდ}}{m} + t_{მოდ} \quad (5.36)$$

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

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

ზაფხულის პერიოდი. 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/მ³ სთ-ზე ნაკლები) საამქროებში სამუშაო ზონის ჰაერის ტემპერატურა საამქროში შემოსული გარე ჰაერის ტემპერატურაზე შეიძლება მეტი იყოს მხოლოდ 3°-მდე, ხოლო დიდი კუთრი თბოგამონაყოფებისას (30 კკალ/მ³ სთ-ზე მეტი) — 5°-მდე, მაგრამ ორივე შემთხვევაში სამუშაო ზონის ჰაერის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 28°C.

კუთრი თბოგამონაყოფების სიდიდე მიიღება საამქროს მთლიანი თბოგამონაყოფების კკალ/სთ გაყოფის გზით მის შიგა მოცულობაზე.

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

$$G_{მოდ} = \frac{Q_{ჭარბი}}{0,24 (t_{გაყ} - t_{მოდ})} + G_{აღ.ამონ} \text{ კგ/სთ} \quad (5.37)$$

ან

$$G_{მოდ} = \frac{m Q_{ჭარბი}}{0,24 (t_{ა.ზ} - t_{მოდ})} + G_{აღ.ამონ} \text{ კგ/სთ.} \quad (5.38)$$

მაგრამ

$$Q_{ჭარბი} = Q_a - Q_{აღ.ან} = Q_a - 0,24 G_{აღ.ამონ} (t_{ა.ზ} - t_{მოდ}),$$

სადაც Q_a არის საამქროში ყველა წყაროდან გამოყოფილი სითბოსა (საამქროში შემოტანილი მასალის გათბობაზე დახარჯული სითბოს რაოდენობის გამოკლებით) და მზის რადიაციით შემოსული სითბოს რაოდენობების ჯამი,

თუ (5.38) ფორმულაში ჩავსვამთ $Q_{\text{ჰარბი}}$ მნიშვნელობას და ამ ფორმულაში გარდავქმნით, მივიღებთ

$$G_{\text{მოდ}} = \frac{mQ_a}{0,24(t_{\text{ა.ზ}} - t_{\text{მოდ}})} + (1-m) G_{\text{აღ.ამონ}} \text{ კგ/სთ.} \quad (5.39)$$

აერაციის საშუალებებით საამქროდან გაყვანილი ჰაერის რაოდენობა

$$G_{\text{აგ.ონ}} = G_{\text{მოდ}} - G_{\text{აღ.ამონ}}.$$

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

$$G_{\text{მოდ}} = \frac{Q_a + 0,24(t_{\text{გაყ}} - t_{\text{ა.ზ}}) G_{\text{აღ.ამონ}}}{0,24(t_{\text{გაყ}} - t_{\text{მოდ}})} \text{ კგ/სთ.} \quad (5.40)$$

წლის გარდამავალი და ზამთრის პერიოდი. ჭარბსითბოიან საამქროში, როცა ჰაერცვლა ხორციელდება სქემით „ქვემოდან ზემოთ“ და გვაქვს ადგილობრივი ამომწოვი სისტემები, ვენტილაციის მოდინებითი სისტემების ან აერაციის მწარმოებლობა შეიძლება გამოითვალოს იმავე (5.38 ან 5.40) ფორმულებით, მაგრამ იმ განსხვავებით, რომ Q_a სიდიდის განსაზღვრისას საჭიროა მას გამოაკლდეს საამქროს თბოდანაკარგების $Q_{\text{დაკ}}$ ასანაზღაურებლად საჭირო სითბოს რაოდენობა და იმ სითბოს რაოდენობა, რომელიც იხარჯება სათავსში შემოტანილი მასალების გათბობაზე ($Q_{\text{მას}}$). იგივე გამოითვლება ქვემოთ მოყვანილი ფორმულითაც

$$G_{\text{მოდ}} = \frac{Q_a + 0,24(t_{\text{გაყ}} - t_{\text{ა.ზ}}) G_{\text{აღ.ამონ}}}{0,24(t_{\text{გაყ}} - t_{\text{მოდ}})} - \frac{Q_{\text{დაკ}}}{0,24(t_{\text{საშ}} - t_{\text{მოდ}})} \text{ კგ/სთ,} \quad (5.41)$$

$$\text{სადაც } t_{\text{საშ}} = \frac{t_{\text{ა.ზ}} + t_{\text{გაყ}}}{2}.$$

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

საამქროში შეუმთბარი გარე ჰაერის ზედა ზონიდან მიწოდების შემთხვევაში $t_{\text{გაყ}}$ იანგარიშება (5.31) ფორმულით. СН 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 ჭარბი სითბოს, ტენის ან ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციაზე (100 მგ/მ³-ზე მეტი) აირების გამოყოფა — A პარამეტრი;

ბ) 100 მგ/მ³ და ნაკლები კონცენტრაციის აირების გამოყოფისას, აგრეთვე ადგილობრივი ამომწოვის დანადგარებისა და ტექნოლოგიური მოწყობილობებისათვის დახარჯული ჰაერის კომპენსაციისა და ჰაერის კონდიცირების სისტემებისათვის — B პარამეტრი.

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

მუშაო თბოუნარიანობაა $Q_{\Sigma}^{\text{მ}} = 7000$ კკალ/კგ; ორი ელექტრო-
 ლუმელი, თითოეულის საყენებელი სიმძლავრეა $N_{\text{საყ}} = 30$ კვტ,
 და ორი ტექნოლოგიური აბაზანა, თითოეულის საყენებელი
 სიმძლავრეა $N_{\text{საყ}} = 10$ კვტ. გარე ჰაერის საანგარიშო პარა-
 მეტრებია: ზაფხულის პერიოდში $t_{\text{გ}} = +23^{\circ}\text{C}$, ზამთრის პე-
 რიოდში $t_{\text{გ}} = -7^{\circ}\text{C}$. მზის 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 ლუმელებში წვის პროცესზე
 $G_{\text{აღ.ამონ}} = 8000$ კგ/სთ; საამქროში შემოტანილი მასალის გა-
 სათბობად საჭირო სითბოს რაოდენობა $Q_{\text{მას}} = 5000$ კკალ/სთ;
 თერმული საამქროებისათვის $m = 0,45$. განვსაზღვროთ აერა-
 ციული ჰაერცვლა ზაფხულისა და ზამთრის პერიოდისთვის.

ამოხსნა. ვსაზღვრავთ საამქროში გამოყოფილ სითბოს რაოდენობას:

1. კამერული ლუმელებიდან

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

2. ელექტროლუმელებიდან

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

3. ტექნოლოგიური აბაზანებიდან

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

თბოგამონაყოფების ჯამი

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

ვანგარიშობთ ჰაერცვლას

1. ზაფხულის პერიოდისთვის

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

საამქროში გამოყოფილი სითბოს მთლიანი რაოდენობა, რადიაციის ჩათვლით, იქნება

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

მოდინებული ჰაერის რაოდენობა (ვანგარიშობთ (5.39) ფორმულით)

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

იგივე მოცულობით ერთეულებში

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

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

$$G_{\text{ამონ}} = G_{\text{მოდ}} - G_{\text{აღ.ამონ}} = 235460 - 8000 = 227460 \text{ კგ/სთ};$$

იგივე მოცულობით ერთეულებში

$$L_{\text{ამონ}} = \frac{G_{\text{ან}}}{\gamma_{31^\circ}} = \frac{227460}{1,135} \approx 200000 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

2. ზამთრის პერიოდისათვის

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

სათაესიდან გაყვანილი ჰაერის ტემპერატურას ვანგარიშობთ (5.31) ფორმულით

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

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 $Q_{\text{ა}}$ სიდიდეში მზის რადიაციით მიღებული სითბო
არ შეიყვანება, ამიტომ $Q_{\text{ა}} = \Sigma Q$)

$$G_{\text{მოდ}} = \frac{566160 + 0,24 (25,8 - 16) 8000}{0,24 [25,8 - (-7)]} - \frac{100000}{0,24 [20,9 - (-7)]} =$$

$$= 59000 \text{ კგ/სთ.}$$

საამქროდან ამოწოვილი ჰაერის რაოდენობა

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

იგივე, მოცულობით ერთეულებში

$$L_{\text{მოდ}} = \frac{G_{\text{მოდ}}}{\gamma_{-7^\circ}} = \frac{59000}{1,326} = 44500 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

$$L_{\text{ამონ}} = \frac{G_{\text{ამონ}}}{\gamma_{25,8^\circ}} = \frac{51000}{1,18} = 43900 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

ბაძოლა მავნე აიკაბთან და ოკთქლთან

§ 16.

სანაჩმოო სათავსებში გამოყოფილი აიკაბი და ოკთქლი

მომწამვლელი ნივთიერება ცოცხალ ორგანიზმზე ახდენს ადგილობრივ და
საერთო გავლენას. იგი ადგილობრივი მოწამვლისას ღრმად არ აღწევს ორ-
განიზმში და იწვევს მხოლოდ მისი ცალკეული ნაწილების გაღიზიანებას (მა-
გალითად, როდესაც მომწამლავე აირები ხვდება ლორწოვან გარსზე ან სა-
სუნთქ ორგანოებში და ა. შ.). საერთო მოწამვლისას კი აირები შეაღწევენ
და შეიწოვებიან ორგანიზმში (სისხლში), გარდა ამისა, ზემოქმედებას ახდენენ
ცალკეულ შინაგან ორგანოებზე, ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე და ა. შ.
ჰაერში ცალკეული მომწამლავე ნივთიერების კონცენტრაციებს, რომლებიც

ორგანიზმზე ხანგრძლივი (რამდენიმე თვე ან წელი) ზემოქმედების შედეგად ციკლი არ ავლენენ მოწამვლის ნიშნებს, დასაშვები კონცენტრაციები ეწოდება.

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

მაგნე აირები და ანაორთქლები გამოიყოფა საწარმოო დანიშნულების სათავსების ჰაერში:

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

ბ) მეთავეებით, ტუტეებით და სხვ. ხსნარებით შევსებული რეზერვუარებისა და აბაზანების დია ზედაპირებიდან აორთქლების პროცესების დროს;

გ) სხვადასხვა გამხსნელისა და ლაქის აორთქლების პროცესებისას;

დ) აპარატურის და მილგაყვანილობის არასიმქიდროვეებიდან გაჟონვის შედეგად;

ე) წვის პროცესების დროს;

ვ) ავტომატების მუშაობისას.

§ 17.

სხვადასხვა წყაროიდან 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

$$X'_{\text{ჯამ}} = x_1 \frac{g_1 + g_2 + \dots + g_n}{g_1 + g_2 \frac{x_1}{x_2} + g_3 \frac{x_1}{x_3} + \dots + g_n \frac{x_1}{x_n}}, \quad (5.42)$$

სადაც g_1, g_2, \dots, g_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/მ³-ობით.

სათავსის ჰაერში რამდენიმე გამხსნელის ანაორთქლების და გამაღიზიანებელი აირების ერთდროულად გამოყოფისას საერთო ჰაერცვლის ვენტილაციის 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 გამაღიზიანებელი აირებისა) დროს ვენტილაციის განგარიშებისას ჰაერის რაოდენობა აიღება იმ მავნეობის მიხედვით, რომელიც საჭიროებს უფრო მეტ ჰაერის მოცულობას.

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

მაგალითი 1. დავუშვათ, 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. CH 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 აღვნიშნეთ, ჰაერში რამდენიმე გამხსნელის ანაორთქლებისა და გამაღიზიანებელი 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. დავუშვათ, რომ სათავსში ერთდროულად გამოიყოფა ნახშირჟანგი $g_1=600$ გ/სთ და გოგირდოვანი ანჰიდრიდი $g_2=1000$ გ/სთ. განვსაზღვროთ საჭირო ჰაერცვლა.

ამოხსნა. ცხრილიდან (იხ. I.2 ცხრილი ან ნორმები CH 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. CH 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 ჰაერცვლას:

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

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

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

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

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

$$g = \frac{AmF}{100\chi} \text{ მ/სთ}, \quad (5.43)$$

სადაც A არის თხევადი ქიმიკატების ხარჯი, გ/მ²-ობით;

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

F — აორთქლების ზედაპირის ფართობი, მ²-ობით;

χ — აორთქლების ხანგრძლივობა, სთ-ობით.

სამღებრო სამქროებში გამოყოფილი ანაორთქლების რაოდენობა ისაზღვრება ფორმულით

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

სადაც a არის ერთი მუშის საშუალო შრომის ნაყოფიერება (ფუნჯით შეღებვისას ტოლია — 12 მ²/სთ, ხოლო პულვერიზატორით შეღებვისას — 50 მ²/სთ);

A' — ლაქ-საღებავი მასალის ხარჯი, გ/მ²-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.

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

ამოხსნა. V.6 ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ $A' = 180$ გ/მ²; $m' = 75\%$; მივიღოთ, რომ $a = 50$ მ². ვსარგებლობთ (5.43) ფორმულით

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

სათბობის დაწვის შედეგად წარმოქმნილი წვის პროდუქტების წონის განსაზღვრა ხდება ფორმულით

$$g = G_{\text{სთ}} g_{\text{წვ.პრ}} \text{ კგ/სთ}, \quad (5.45)$$

სადაც $G_{სათ}$ არის ლუმელებში (ქურებში) დამწვარი სათბობის წონა, კგ/სთ-ობით;
 $g_{წვ.პრ}$ — დაწვის შედეგად წარმოქმნილი წვის პროდუქტების წონა, კგ-ობით სათბობის 1 კგ-ზე.

ცხრილი V.6

ლაქ-საღებავი მასალების დასახელება	ლაქ-საღებავი მასა- ლის ხარჯი A' გ/მ ²	აქროლადი გამხსნე- ლების შედეგად m' %
უფერული აეროლაქი (შეღებვა ფუნჯით), ფერადი აეროლაქები და მინანქარი (შეღებვა პულვერიზატო- რით) ნიტროწყებო (ფუნჯით)	180 160	75 80—5
ზეთიანი საღებავები და მინანქარი		
შეღებვა გაფრქვევით (პულვერიზატორით)	60—90	35

$g_{წვ.პრ}$ სიდიდისა და საჭირო ჰაერცვლის მნიშვნელობები მოცემულია V.7 ცხრილში. ამავე ცხრილში მოცემულია ლუმელების ჩასატვირთი კარები-დან გადმოვარდნილი წვის პროდუქტების წონა.

გამოყოფილი სამრეწველო აირების წონა მოცემულია V.8 ცხრილში.

ცხრილი V.7

სათბობის სახეობა	წვის პროდუქტების თეო- რიული რაოდენობა (ტენის გათვალისწინებით)		წვის პრო- დუქტების კუთრი წონა კგ/მ ³ -ობით	სათბობის და- საწვავად სა- ჭირო ჰაერის თეორიული რაოდენობა z კგ/კგ-ობით
	წონა $g_{წვ.პრ}$ კგ/კგ-ობით	მოცულობა V მ ³ /კგ-ობით		
ტენიანი (20%-მდე) შეშა	5,6—5,9	4,3—4,5	1,31	4,6
ტორფი (25%-მდე ტენიანობით)	5,5—6,5	4—4,7	1,38	4,9
მურა ნახშირი	5,6—7,8	4,3—6	1,29—1,32	4,9—7
ქვანახშირი	10—10,5	7,5—8,5	1,36—1,37	9—9,6
ანთრაციტი	10,6—11,5	8,1—8,9	1,39	10—10,7
წვადი ფიქალი	—	3,6	—	—
კოქსი	9,5—11,5	6,8—8,3	1,39	8—10,4
მაზუთი	14,9	11,3	1,89	14,3
ავტომანქანების ბენზინი	15,9	—	1,3	14,9
ბუნებრივი აირი	7,5	—	1,2	7
ქვანახშირის აირი (გენერატორული)	2,46	—	1,33	1,33
ტორფის აირი (გენერატორული)	2,5	—	1,35	1,27

წარმოების დასახელება	გამოყოფილი აირების (ანაორთქ- ლების) ხასიათი და რაოდენობა	საქირო ჰაერცვლა
თუჯსამსხმელი	სხმულების წონაზე დამოკიდებუ- ლებით, CH 111—60 მიხედვით	22000 მ ³ ყოველ 1 კგ გამოყო- ფილ CO-ზე
ფოლადსამსხმელი	CO თუჯსამსხმელ საამქროში გა- მოყოფილის 50%-ის ტოლი	იგივე
სპილენძსამსხმელი	თუთიის ჟანგი ZnO ₂ . ნახშირბა- დის ჟანგი CO	40000 ÷ 50000 მ ³ /ტ და ადგილო- ბრივი ამომწოვი სისტემების აუ- ცილებლად მოწყობით ტყვიის გამოყოფის შემთხვევაში
სამკედლოები	დამწვარი სათბობის ყოველ 1 კგ-ზე 30—45 გ CO; SO ₂ — მაზუთის შემთხვევაში და წვის პროდუქტების უშუალოდ სა- თავსში გამოშვებისას	ადგილობრივი ამოწოვა—250მ ³ /სთ მოცულობით ყოველ 1 კგ სათ- ბობზე. 500 მ ³ —1 კგ მაზუთზე, როცა მასში 1%-მდე გოგირდია
ჟანგბად-აცეტილენური შედულების სათავსი	CO და აცეტილენი	7,5 მ ³ სანთურის მიერ დახარჯულ ყოველ 1 ლ აცეტილენზე
ელექტროშედულების სათავსი	წვრილ მტვრად კონდენსირებუ- ლი მანგანუმის ჟანგეულების ანა- ორთქლები (40—50 გ ყოველ 1 კგ დამწვარ ელექტროდზე)	2000 ÷ 5000 მ ³ /კგ, როცა ჰაერი გაიყვანება მტვრისა და აირების მაქსიმალური თავმოყრის ზონიდან. 3000 ÷ 10000 მ ³ /კგ ჰაერის ზედა ზონიდან გაყვანის შემთხვევაში
სათავსები აირზე მომუ- შავე საწარმოო ლუმე- ლებისა	გამოყოფილი ნახშირბადის ჟან- გის რაოდენობა მხედველობაში არ მიიღება	ჰაერცვლა გამოითვლება კარბი სითბოს მიხედვით

ავტომატებიდან გამონაბოლქვი აირების წონა გამოითვლება ფორ-
მულით

$$g = N \beta g_{\text{ბენ}} g_{\text{წვ.პრ}} Z \text{ კგ/სთ,} \quad (5.46)$$

სადა: N არის ავტომატების მატორის სიმძლავრე, ცხ. ძ-ობით;

β — მატორის დატვირთვის კოეფიციენტი პირველი სიჩქარისას
(მანქანის გარაჟის ფარგლებში გადაადგილებისას) და მიიღება
0,1-ის ტოლი;

$g_{\text{ბენ}}$ — ბენზინის ხარჯი კგ/სთ-ობით ყოველ 1 ცხ. ძალაზე; მიიღება
0,5 კგ/სთ ცხ. ძ. ტოლი;

$g_{\text{წვ.პრ}}$ — სათბობის დაწვის შედეგად მიღებული წვის პროდუქტების წო-
ნა კგ-ობით ყოველ 1 კგ ბენზინზე;

Z — დრო, სთ-ობით.

მაგალითი. გამოვითვალოთ ავტომატებიდან გარაჟში გამოყოფილი ნახ-
შირბადის (CO) წონა, თუ ავტომატების მატორის სიმძ-
ლავრე $N=60$ ცხ. ძ., გამობოლქვილ აირში CO-ს შედგე-
ნილობაა 6% და ავტომატების გადაადგილების დრო
 $Z=10$ წუთს=0,1666 სთ.

ამოხსნა. ვიცით, რომ $N=60$ ცხ. ძ., $\beta=0,1$;

$$g_{\text{ბენ}}=0,5 \text{ კგ/სთ ცხ. ძ-ზე;}$$

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

(5.46) ფორმულით ვსაზღვრავთ ავტომანქანიდან გამონაბოლქვი აირების წონას

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

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

ვიცით რა გამოყოფილი CO-ს რაოდენობა, (3.13) ფორმულით შეგვიძლია განვსაზღვროთ საჭირო ჰაერცვლა

$$L_{\text{ვენტ}} = \frac{g_{\text{აირ}}}{x_2 - x_1} = \frac{2880 \cdot 1000}{200 - 6} \approx 14800 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

მავნე აირებისა და ორთქლის რაოდენობის განსაზღვრა ქიმიური ანალიზებით. ქიმიური ანალიზების საშუალებით აწარმოებენ სათავსის ჰაერის შედგენილობის განსაზღვრას და ერთდროულად საზღვრავენ როგორც მექანიკური, ისე ბუნებრივი ჰაერცვლის სიდიდეს.

სათავსში გამოყოფილი აირების რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით

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

სადაც V არის სათავსის მოცულობა, მ^3 -ობით;

L — ჰაერცვლის სიდიდე, $\text{მ}^3/\text{სთ}$ -ობით;

x_1 და x_2 — აირებისა და ორთქლის საწყისი და საბოლოო კონცენტრაცია სათავსის ჰაერში;

$x_{\text{მოდ}}$ და $x_{\text{გაყ}}$ — აირებისა და ორთქლის კონცენტრაცია მოდინებულ და გაყვანილ ჰაერში;

z — გამოცდის ჩატარების ხანგრძლივობა, სთ-ობით.

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

$$m = \frac{P_{\text{საწ}} - P_{\text{საბ}}}{P_{\text{საწ}}}. \quad (5.48)$$

აირების საწყისი და საბოლოო მდგომარეობის მახასიათებელი განტოლებების საფუძველზე შეიძლება დავწეროთ

$$\frac{P_{\text{საბ}}}{P_{\text{საწ}}} = \frac{g_{\text{საბ}} T_{\text{საბ}}}{g_{\text{საწ}} T_{\text{საწ}}}, \quad (5.49)$$

მაშინ

$$1 - m = \frac{P_{\text{საბ}}}{P_{\text{საწ}}} = \frac{g_{\text{საბ}} T_{\text{საბ}}}{g_{\text{საწ}} T_{\text{საწ}}} = \frac{g_{\text{საწ}} - g_{\text{გაყ}}}{g_{\text{საწ}}} \cdot \frac{T_{\text{საბ}}}{T_{\text{საწ}}}, \quad (5.50)$$

სადაც $g_{\text{გაყ}}$ აპარატურის არასიმჭიდროვეებიდან გამოჟონილი აირების წონაა.

თუ გაეონილი აირის წონის ფარდობას საწყის წონასთან აღვნიშნავთ

$$r = \frac{g_{\text{გაქ}}}{g_{\text{საფ}}}, \quad (5.51)$$

მივიღებთ

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

თუ გამოვიყენებთ ადიაბატური გამოდინების ფორმულებს, მივიღებთ გამოდინების (გაეონვის) სიდიდის შემდეგ დამოკიდებულებას

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

სადაც k აირის სათადარიგო მარავის 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	0,31	0,37

პერიოდულად საჭიროა აპარატურის ჰერმეტიზაციის ხარისხის შემოწმება, რადგანაც დროთა განმავლობაში შეერთებების სიმჭიდროვე ირღვევა.

თუ აპარატურაში წნევა აღწევს 20 ატ-ს, მაშინ $c \approx 0,2$. თუ პირობითად მივიღებთ, რომ $k=1,5$; $t=25^\circ\text{C}$ და $M=30$, მაშინ (5.53) ფორმულით მივიღებთ

$$g_{\text{გაქ}} = 1,5 \cdot 0,2V \sqrt{\frac{30}{273 + 25}} \approx 0,1V \text{ კგ/სთ},$$

ანუ გაეონილი აირის რაოდენობა წინასწარ გაანგარიშებისას შეგვიძლია (საშუალოდ 1 სთ განმავლობაში) აპარატურის მოცულობის 0,1-ის ტოლად ავიღოთ.

მაგალითი. აპარატურაში წნევა აღწევს 7 ატ, მოცულობა $V=30$ მ³, აპარატურის $k=2$, აპარატურაში აირის (წყალბადგოგირდი) ტემპერატურა $t=100^\circ\text{C}$. განვსაზღვროთ გამოეონილი აირის რაოდენობა.

ამოხსნა. აპარატურაში 7 ატ წნევისას $c=0,182$ და წყალბადგოგირდისათვის (V.10 ცხრილი) $M=34$. თუ შესაბამის მნიშვნელობებს ჩავსვამთ (5.53) ფორმულაში, მივიღებთ

$$g_{\text{გაქ}} = 2 \cdot 0,182 \cdot 30 \sqrt{\frac{34}{273 + 100}} = 3,27 \text{ კგ/სთ}.$$

ზოგიერთი ორთქლი და აირი ჰაერთან განსაზღვრული ნარევის შექმნისას წარმოქმნის ფეთქებად (წყალბადი, ნახშირბადი, აცეტილენი, მეთანი, ამიაკი და სხვ.) ნივთიერებებს.

აირ-ჰაეროვანი ნარევები 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 აალებისას იწვევს აფეთქებას.

ფეთქებასაფრთხოების ზედა ზღვარი ეწოდება აირის იმ მაქსიმალურ რაოდენობას, რომელიც კიდევ შეიძლება იყოს ჰაერის შედგენილობაში აალებისა და აფეთქებისას. ფეთქებასაფრთხო ზედა და ქვედა ზღვრების სიდიდეები მოცემულია V დანართში.

აიროვანი ნარევების ფეთქებასაფრთხოების ზღვრების მიახლოებით 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 ნარევში 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

$$P_{\text{ნარ.ქვ}} = \frac{100}{\frac{70}{1,4} + \frac{30}{1,1}} = 1,3\%.$$

იმავე ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ ფეთქებასაფრთხოების ზედა ზღვრებია $\rho_1=7$ და $\rho_2=6$.

ნარევის ფეთქებასაფრთხოების ზედა ზღვარი

$$P_{\text{ნარ.ზედ}} = \frac{100}{\frac{70}{7} + \frac{30}{6}} = 6,66\%.$$

ფეთქებასაფრთხოების თვალსაზრისით საწარმოო დანიშნულების სათავსებში რეკომენდებული კონცენტრაცია არ უნდა აღემატებოდეს ფეთქებასაფრთხოების ქვედა ზღვრის 30% -ს,



აირების კონცენტრაციების გადანგარიშება მოცულობის პროცენტებიდან წონით ერთეულებზე წარმოებს ფორმულით

$$P = \frac{MP_{\text{ბარ}}}{6,236 T}, \quad (5.55)$$

სადაც M არის აირის მოლეკულური წონა (მოცემულია V.10 ცხრილში);

$P_{\text{ბარ}}$ — ბარომეტრული წნევა, მმ. ვერცხ. წყ. სვ-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. სვ.

ამოხსნა. მოლეკულურ წონას წყალბადგოგირდისათვის ვიღებთ V.10 ცხრილიდან

$$P = \frac{34 \cdot 760}{6,236 (273 + 22)} = 14 \text{ გ/მ}^3.$$

ცხრილი V.10

აირების მოლეკულური წონა და კუთრი სითბოტევადობა

აირის დასახელება	მოლეკულური წონა M	კუთრი სითბოტევადობა C , კკალ/კგ $^\circ C$ -ობით
ჰაერი	28,95	0,24
ჟანგბადი (O_2)	32	0,166
აზოტი (N_2)	28	0,182
ნახშირჟანგი (CO)	28	0,189
ამიაკი (NH_3)	17	0,132
წყალბადგოგირდი (H_2S)	34	0,293
აზოტის ორჟანგი (NO_2)	46	0,297
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 სათავსის სიმაღლეში და ჰორიზონტალური 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 პერმეტიზაცია, წარმოების ფართო

ავტომატიზაცია, მომწამლავი ნივთიერებების ტრანსპორტირების, ჩატვირთვისა და გადმოტვირთვის მაქსიმალური მექანიზაცია.

ძლიერ მომწამლავი აირებისა და სითხეების გადასატუმბად რეკომენდებულია უჩოხალო კომპრესორებისა და ტუმბოების გამოყენება.

საწარმოო დანიშნულების სათავსებში, რომლებშიც ხდება მომწამლავი აირებისა და ანაორთქლების გამოყოფა, საჭიროა მოეწყოს ლოკალიზებული ვენტილაცია.

თავშესაფრებისა 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 თავშესაფრის გამოყენება დამოკიდებულია ტექნოლოგიური პროცესის პირობებზე. ამომწოვი საერთო ჰაერცვლის ვენტილაცია გათვალისწინებული უნდა იქნეს როგორც დამატებითი ღონისძიება იმ მავნეობათა 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 სარკმლები და პერიოდული განიავებისათვის სპეციალურად დაყენებული ვენტილატორები. ვენტილაციის დაგეგმარებისას საჭიროა იმ ღონისძიებების გათვალისწინება, რომლებიც უზრუნველყოფენ საწარმოო დანიშნულების სათავსების ხანძარ და ფეთქებაუსაფრთხოებას.

§ 20.

სათავსში ზენის გამოყოფის წყაროები და აოკთქდაბული წყლის ჩაოღანობის განსაზღვრა

ტენის დიდი რაოდენობა გამოიყოფა რეცხვის, დატენიანების, დასველების, გაშრობისა და მასალათა დამუშავების სხვა სველი პროცესების დროს.

ტენის დიდი რაოდენობა გვაქვს კვების მრეწველობის საამქროებში, სამღებრო და ტყავის დასამუშავებელ საამქროებში, აბანოებში, სამრეცხაოებში და სხვ., სადაც წყლის აორთქლება ხდება სხვადასხვა როფების ღია ზედაპირებიდან, დასველებული კედლების, იატაკის ზედაპირებიდან და დასამუშავებელი მასალებიდან. ტენი და წყლის ორთქლი გამოიყოფა აგრეთვე მოწყობილობებისა და კომუნიკაციების არასიმჭიდროვეებიდან. წყლის ღია ზედაპირიდან აორთქლებული ტენის რაოდენობა (ჩვეულებრივ, ბარომეტრული წნევისას) გამოითვლება ფორმულით

$$W = (a + 0,0174v) (P'_{\text{წყ.ორთ}} - P_{\text{წყ.ორთ}}) F \text{ კგ/სთ,} \quad (5.56)$$

სადაც a არის ეგრეთ წოდებული გარემომცველი ჰაერის გრავიტაციული ძვრადობის ფაქტორი სათავსის ჰაერის $16 \div 30^\circ$ -მდე ტემპერატურისას და აიღება V.11 ცხრილიდან;

ν — აორთქლების ზედაპირთან ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ-ობით;
 $P'_{\text{წყ.ორთ}}$ — სათავსის ჰაერის გამაჯერებელი წყლის ორთქლის წნევა (წყლის ზედაპირის ტემპერატურისას), მმ ვერცხ. წყ. სვ-ობით;
 $P_{\text{წყ.ორთ}}$ — სათავსის ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის წნევა, მმ ვერცხ. წყ. სვ-ობით;
 F — აორთქლების ზედაპირის ფართობი, მ²-ობით.

ცხრილი V.11

წყლის ტემპერატურა, °C-ობით	30-მდე	40	50	60	70	80	90	100-მდე
a	0,022	0,028	0,033	0,037	0,041	0,046	0,051	0,06

სათავსის დასველებული გადამღობავი კონსტრუქციების ზედაპირიდან აორთქლებული ტენის რაოდენობის განსაზღვრისას a აიღება 0,031-ის ტოლი. თუ წყლის ტემპერატურა t_W ერთ დონეზეა, მაშინ წყლის აორთქლების ზედაპირის (სარკის) ტემპერატურას $t_{\text{ზედ}}$ იღებენ V.12 ცხრილის მიხედვით.

ცხრილი V.12

t_W	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
$t_{\text{ზედ}}$	18	23	28	37	45	51	58	60	82	97

დასველებული ან ტენიანი მასალისაგან გამოყოფილი ტენის რაოდენობა გამოითვლება მათი ტენიანობის საწყისი და საბოლოო მნიშვნელობების სხვაობით.

თუ ლითონსაჭრელი ჩარხების საჭრისის გაცივება 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 $t_W = 30^\circ\text{C}$, სათავსის ჰაერის ტემპერატურა $t_a = 20^\circ\text{C}$, სათავსის ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა $\varphi = 60\%$, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე აორთქლების ზედაპირთან $\nu = 0,3$ მ/წმ და აორთქლების ზედაპირის საერთო ფართობი $F = 50$ მ².

ამოხსნა. V.11 ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ წყლის აორთქლების ზედაპირის ტემპერატურა, როცა $t_W = 30^\circ\text{C}$ -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 $P_{\text{წყ.ორთ}} = 17,53$ მმ ვერცხ. წყ. სვ. როცა $t = 28^\circ\text{C}$, $P'_{\text{წყ.ორთ}} = 28,35$ მმ ვერცხ. წყ. სვ.

ჩვენს შემთხვევაში ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა $\varphi = 60\%$. ამიტომ
სათავსის ჰაერში წყლის ორთქლის წნევა

$$P_{\text{წყ.ორთ}} = 17,53 \cdot 0,6 = 10,52 \text{ მმ ვერცხ. წყ. სვ.}$$

V.11 ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ, როცა ჰაერის ტემპერატურა არ
აღემატება 30°C , მაშინ $a = 0,022$.

(5.56) ფორმულით ვსაზღვრავთ აორთქლებული ტენის რაოდენობას

$$W = (0,022 + 0,0174 \cdot 0,3) (28,35 - 10,52) 50 = 24,25 \text{ კგ/სთ.}$$

ვიცით რა სათავსში გამოყოფილი ტენის მთლიანი რაოდენობა, (3.14)
ფორმულით შეგვიძლია განვსაზღვროთ საჭირო ჰაერცვლა.

ჰარბ ტენტან ბრძოლის საშუალებები

როდესაც ტექნოლოგიური პროცესების პირობების გამო არ ხერხდება
ტენგამომყოფი წყაროების პერმეტიზაციის განხორციელება, მაშინ მათზე
აწყოვენ ხუფებს, ქოლგებს, ფარდებს და სხვა ადგილობრივ ამომწოვებს,
თავშესაფრებს წყლის ორთქლის შესაგროვებლად და მათი ადგილობრივი
ამომწოვის საშუალებით გარეთ გასაყვანად. ამ საშუალებებით შეიძლება
აორთქლების ზედაპირებიდან მიღებული ტენის უმეტესი ნაწილის ლოკალი-
ზაცია. ტენის ის დანარჩენი ნაწილი, რომლის გაყვანაც ადგილობრივმა ამომ-
წოვებმა და თავშესაფრებმა ვერ უზრუნველყვეს, სათავსიდან გაყვანილი უნ-
და იქნეს საერთო ჰაერცვლის ვენტილაციის საშუალებით.

ჰაერსაგაიების გაანგარიშება

§ 21. ჰაერსაგაიებში ჰაერის სვავიკუჩი, დინამიკური 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 ნახვრეტს, მაშინ ჰაერი ჰაერსატარებიდან დაიწყებს გამოდინებას ატმოსფეროში.

თუ ნახვრეტს გავაკეთებთ ჰაერსატარის იმ მონაკვეთში, რომელშიც სტატიკურ წნევას უარყოფითი მნიშვნელობა აქვს, მაშინ პირიქით, ჰაერი ატმოსფეროდან შეედინება ჰაერსატარში.

როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი სტატიკური წნევა აგრეთვე შეიძლება იყოს შეკრულ ჭურჭელში არსებულ უძრავ ჰაერში. დადებითი სტატიკური წნევის მისაღებად საჭიროა ჭურჭელში ჰაერის დაჭირხნა, ხოლო უარყოფითი წნევის მისაღებად — ჭურჭლიდან 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 მ³ მოძრავი ჰაერის ენერგიის მთლიან მარაგს.

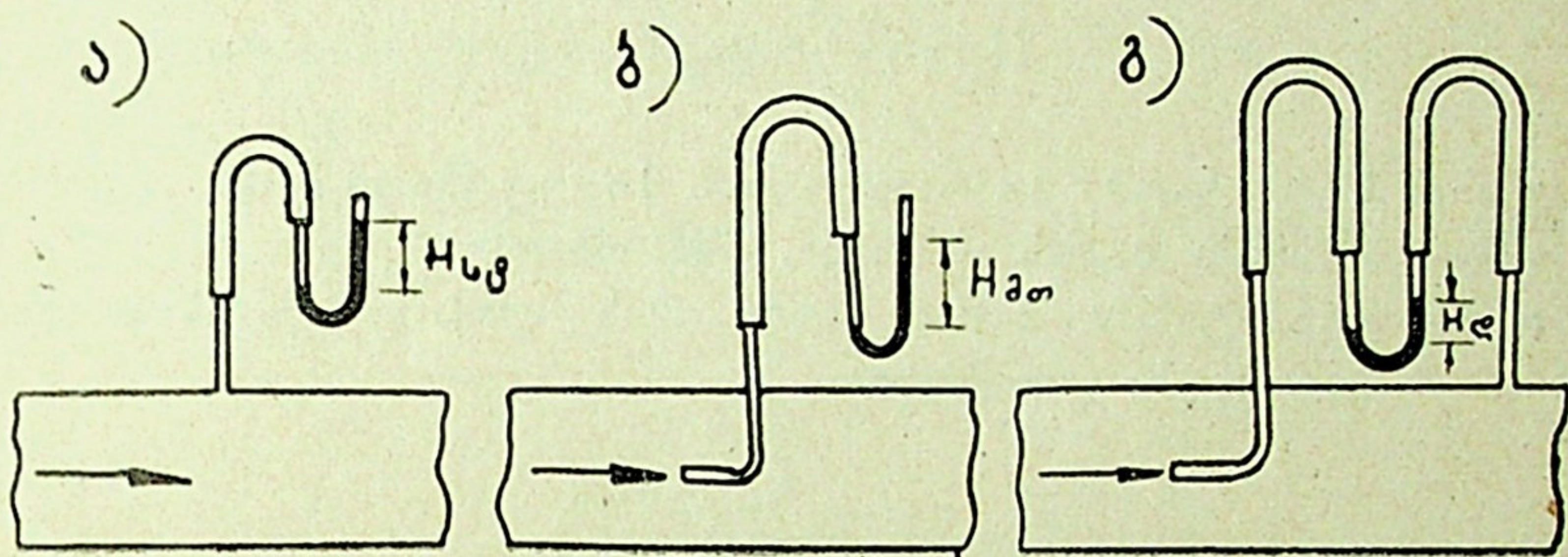
VI.1, ა ნახაზზე მოცემულია ჰაერსატარის მონაკვეთი, რომელშიც (ისრებით ნაჩვენები მიმართულებით) მოძრაობს ვენტრილატორით დაჭირხნილი ჰაე-

რი. ჰაერი მოძრაობს იმიტომ, რომ მისი წნევა ჰაერსატარში $P_{აიგ}$ მეტია ჰაერსატარის ირგვლივ არსებულ ატმოსფერულ წნევაზე $P_{აგ}$.

წნევათა სხვაობას $\Delta P = P_{აიგ} - P_{აგ}$ ჰარბი წნევა ეწოდება. ეს წნევა სავენტილაციო ჰაერსატარებში იმდენად უმნიშვნელო სიდიდეა, რომ ჩვეულებრივი მანომეტრით ვერ იზომება. ამიტომ ასეთ ჰაერსატარებში წნევის გასაზომად გამოიყენება მანომეტრები მსუბუქი სითხეებით — სპირტით ან წყლით. ისინი მშ-ობით გვიჩვენებენ ჰარბ წნევას და მათ მიკრომანომეტრებს უწოდებენ.

ასეთი მიკრომანომეტრის უმარტივესი სახე მოცემულია VI.1 ნახაზზე, რომელიც წარმოადგენს U -ს მსგავსად მოლუნულ მინის მილს, აქვს ღია ბოლოები და შევსებულია წყლით.

თუ ჰაერსატარის (რომელშიც მოძრაობს ჰაერი) კედელზე მივაკავშირებთ მცირე დიამეტრის (0,5—1 მმ-ის ფარგლებში) მილს ისე, რომ ის დაკავშირებული იყოს მხოლოდ ჰაერსატარის კედლის სიბრტყესთან (ნახ. VI.1, ა),



ნახ. VI.1

ხოლო მის მეორე ბოლოს რეზინის შლანგით მივუერთებთ 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 $P_{აგ} > P_{აიგ}$, მაშინ უარყოფითი და ამ შემთხვევაში სითხე მანომეტრის მარცხენა მუხლში უფრო მაღალ დონეზე იქნება, ვიდრე 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 ნაცვლად ჩვეულებრივ იყენებენ სპეციალურ ხელსაწყოს, ე. წ. პნევმომეტრულ მილაკებს. გარდა ამისა, U -ს მსგავსი მანომეტრების გამოყენება ყოველთვის არ არის შესაძლებელი.

ლი, რადგან იმ შემთხვევაში, როდესაც წნევა ჰაერსატარში დაბალია, ნომეტრებით ძნელია სწორი მაჩვენებლების მიღება და ამიტომ იყენებენ სპეციალურ მიკრომანომეტრს (პნევმომეტრიული მილაკებისა და მიკრომანომეტრის კონსტრუქციები და მათი მუშაობის პრინციპი დაწვრილებით განხილულია XVIII თავში).

შემოვიღოთ სავენტილაციო ტექნიკაში მიღებული ტერმინოლოგია. ჰარბ წნევას ვუწოდოთ მთლიანი წნევა და აღვნიშნოთ $H_{ათ}$, სტატიკური და დინამიკური წნევები შესაბამისად აღვნიშნოთ $H_{სტ}$ და $H_{დ}$, მაშინ $H_{ათ} = H_{სტ} + H_{დ}$.

VI.1, ა ნახაზზე მოცემული მანომეტრი გვიჩვენებს $H_{სტ}$ სიდიდეს; VI.1, ბ ნახაზზე — $H_{ათ}$, ხოლო VI.1, გ ნახაზზე — $H_{დ}$ სიდიდეს.

სავენტილაციო ტექნიკაში წნევა გამოიხატება მმ წყ. სვ-ობით ან კგ/მ²-ობით.

დინამიკური წნევის სიდიდე (როგორც ჰიდრავლიკიდანაა ცნობილი) გამოითვლება ფორმულით

$$H_{დ} = \frac{\gamma v^2}{2g} \text{ კგ/მ}^2, \quad (6.1)$$

სადაც γ არის ჰაერსატარში მოძრავი ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ³-ობით;

g — სიმძიმის ძალის აჩქარება, მ/წმ²-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, მ³/სთ-ობით;

F — ჰაერსატარის კვეთის ფართობი, მ²-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 განვიხილეთ შემთხვევა, როდესაც ჰაერსატარში ხდებოდა ჰაერის დაჭირხნა.

თუ ჰაერსატარში ვენტილატორის საშუალებით შევქმნით გაუხშოებას ($P_{ატ} > P_{ათ}$), მაშინ მასში წარმოიქმნება ვაკუუმი (რომლის სიდიდეც იქნება $P_{ვაკ} = P_{ატ} - P_{ათ}$), რის შედეგადაც გარე ჰაერი დაიწყებს ჰაერსატარში შეწოვას. ამ დროს წნევები მანომეტრებზე $H_{სტ}$ და $H_{ათ}$ გვიჩვენებს უარყოფით მნიშვნელობებს.

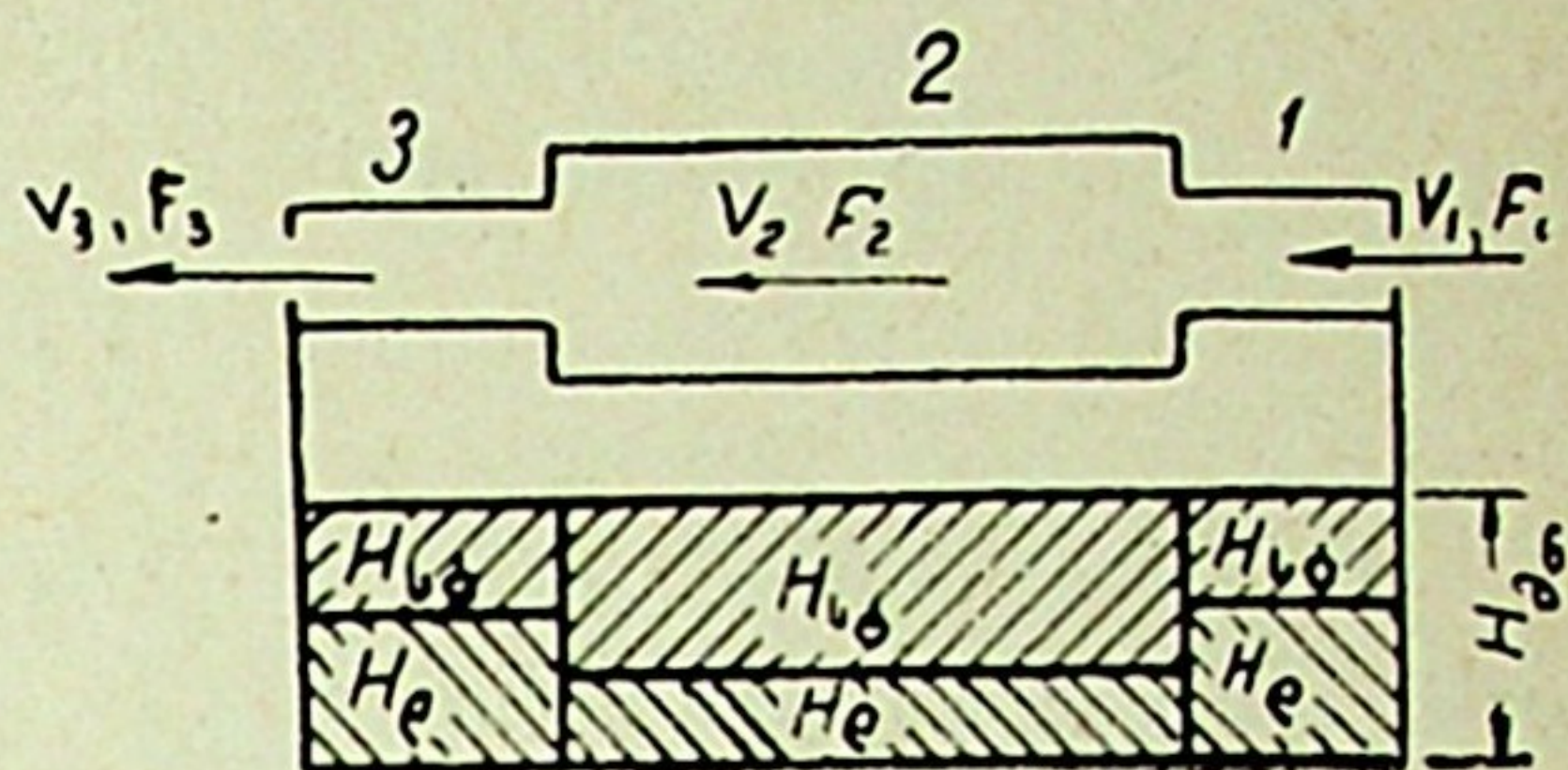
ამრიგად,

1. საჭიროა ჰაერსატარებში მთლიანი წნევა ($H_{ათ}$) ყოველთვის დადებითი სიდიდეა, სტატიკური წნევაც ($H_{სტ}$) 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

უარყოფითია, ამასთანავე, აბსოლუტურ მნიშვნელობებში მთლიანი წნევა სტატიკურ წნევაზე ნაკლებია დინამიკური წნევის სიდიდით.

სტატიკური წნევა ადვილად შეიძლება გარდავექმნათ დინამიკურ წნევად და პირიქით, რისთვისაც საკმარისია შევცვალოთ ჰაერსატარის (რომელშიც მოძრაობს ჰაერი) კვეთი. VI.2 ნახაზზე ნაჩვენებია ცვლადკვეთიანი 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 $H_{\text{დ}2} < H_{\text{დ}1}$ და $H_{\text{დ}3} > H_{\text{დ}2}$.



ნახ. VI.2

თუ უგულებელვყოფთ წნევის დანაკარგებს (ხახუნზე და ადგილობრივ წინაღობებზე) ჰაერსატარში, მაშინ მთლიან წნევას ($H_{\text{მთ}}$) სამივე უბანზე ერთი და იგივე მნიშვნელობა ექნება. ამიტომ $H_{\text{დ}}$ -ს შემცირებით იზრდება $H_{\text{სტ}}$ (იხ. ებიურა 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/მ³, მაშინ (6.1) ფორმულიდან მივიღებთ

$$H_{\text{დ}1} = \frac{1,2 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,81} = 8,8 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$H_{\text{დ}2} = \frac{1,2 \cdot 6^2}{2 \cdot 9,81} = 2,2 \text{ კგ/მ}^2.$$

ამრიგად, მე-2 უბანზე სტატიკური წნევა გაიზარდა

$$\Delta H = H_{\text{დ}1} - H_{\text{დ}2} = 8,8 - 2,2 = 6,6 \text{ კგ/მ}^2$$

სიდიდით.

სინამდვილეში ΔH ოდნავ ნაკლები იქნება წნევის იმ სიდიდით, რომელიც იხარჯება ჰაერის ჰაერსატარის კედლებთან ხახუნზე და მე-2 უბანზე გადასვლისას უცბად გაფართოებაზე. რაც შეეხება მთლიან წნევას, ის წინააღობების არსებობის გამო ყოველ შემდეგ კვეთში ნაკლები იქნება, ვიდრე წინაში.

ვენტილაციის გრავიტაციულ სისტემებში მთლიანი წნევის ვარდნა ჰაერსატარების სიგრძეზე ანაზღაურდება გამთბარი და ცივი ჰაერის სვეტებს შორის არსებულ წნევითა სხვაობით. ვენტილაციის მექანიკურ სისტემებში კი მთლიანი წნევის დანაკარგების ანაზღაურება ხდება სავენტილაციო ქსელში ჩართული ვენტილატორის საშუალებით.

§ 22.

ჰაერსატარებში ხახუნზე წნევის დანაკარგების განსაზღვრა

ნებისმიერი კვეთის ჰაერსატარში წნევის დანაკარგი ხახუნზე გამოითვლება ჰიდრაულიკიდან ცნობილი ფორმულით

$$R_{\text{ხახ}} = \frac{\lambda}{4R} \cdot \frac{\gamma v^2}{2g} \text{ კგ/მ}^2, \quad (6.4)$$

სადაც λ არის ხახუნის კოეფიციენტი;

- v — ჰაერსატარში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ-ობით;
- γ — ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ³-ობით;
- g — სიმძიმის ძალის აჩქარება, მ/წმ²-ობით;
- R — ჰაერსატარის განივი კვეთის ჰიდრავლიკური რადიუსი და წარმოადგენს განივი კვეთის f ფართობის ფარდობას მის P პერიმეტრთან, ანუ

$$R = \frac{f}{P} \text{ მ.}$$

სავენტილაციო ჰაერსატარების გაანგარიშებისას, ისევე როგორც ცხელი წყლისა და ორთქლსატარების გაანგარიშების შემთხვევებში, სარგებლობენ არა უშუალოდ საანგარიშო ფორმულებით, არამედ ამ ფორმულების საფუძველზე შედგენილი ცხრილებით ან ნომოგრამებით. ბუნებრივია, რომ შეუძლებელია ისეთი ცხრილებისა და ნომოგრამების შედგენა, რომლებიც მოიცავს არხების პრაქტიკულად შესაძლო ზომების ყველა დიაპაზონს, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეებს და სიმჭიმის ხარისხს. ამიტომ ჰაერსატარების გაანგარიშების პროცესს ვყოფთ რამდენიმე ეტაპად. განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც ჰაერსატარს, რომლის დიამეტრია d , აქვს მრგვალი კვეთი და გლუვი კედლები. მაშინ შეიძლება ჩვენთვის უკვე ცნობილი (იხ. სახელმძღვანელოს I ნაწილი) ფორმულის

$$R_{\text{ხახ}} = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \gamma \text{ კგ/მ}^2 \quad (6.5)$$

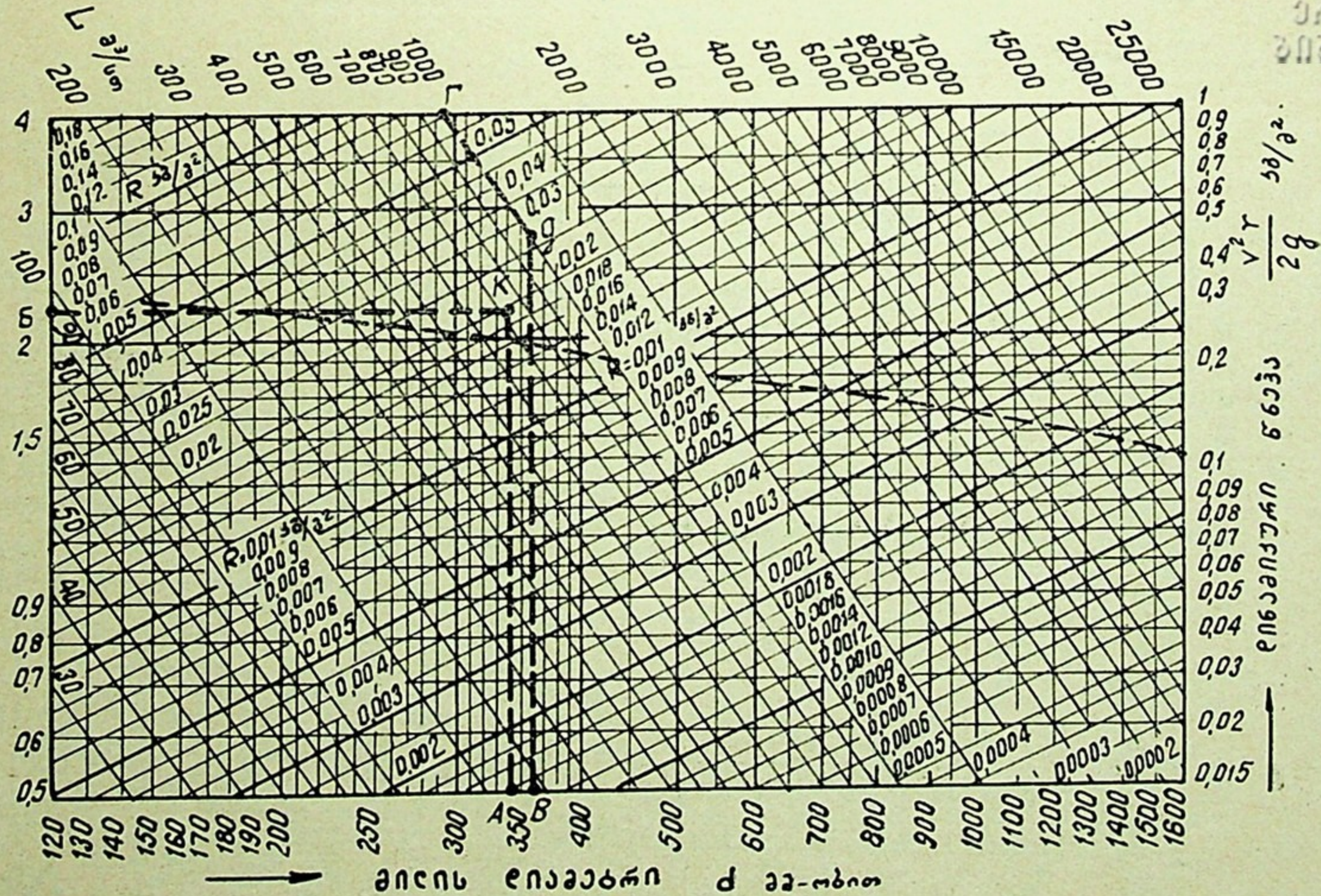
და იმ ფორმულების გამოყენებით, რომლებიც ასახავენ ხახუნის კოეფიციენტის λ დამოკიდებულებას რეინოლდსის რიცხვზე Re , შევადგინოთ აღნიშნული სახის ჰაერსატარების საანგარიშო ცხრილი ან ნომოგრამა ხახუნზე წნევის დანაკარგისა და სხვა სიდიდეების (რომლებიც ასახავენ ჰაერსატარში ჰაერის მოძრაობას) განსასაზღვრავად.

ასეთნაირად შედგენილი ნომოგრამები გლუვზედაპირებიანი მრგვალი კვეთის ჰაერსატარის 1 გრძივ მეტრზე ხახუნის წინალობის 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 ჰაერსატარისთვისაც, ყველაზე მეტად მიზანშეწონილი და მოსახერხებელია ვისარგებლოთ ეკვივალენტური დიამეტრის ($d_{\text{ეკ}}$) ცნებით. არჩევენ ეკვივალენტური დიამეტრის ორ სახეს ჰაერის სიჩქარის $d_{\text{ეკ},v}$ და ჰაერის ხარჯის $d_{\text{ეკ},L}$ მიხედვით. ჰაერის სიჩქარის ეკვივალენტურ დიამეტრში იგულისხმება მრგვალი კვეთის ჰაერსატარის ისეთი დიამეტრი, რომელსაც ხახუნზე წნევის კუთრი დანაკარგები ისეთივე აქვს, როგორიც სწორკუთხა ან რაიმე სხვა კვეთის ჰაერსატარს იმ პირობისას, როცა ორივე სახის ჰაერსატარში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე ერთნაირია. ჰაერის ხარჯის ეკვივალენტურ დიამეტრში კი იგულისხმება მრგვალი კვეთის ჰაერსატარის ისეთი დიამეტრი, რომელსაც ხახუნზე წნევის კუთრი დანაკარგები ისეთივე აქვს, როგორც სწორკუთხა ან რაიმე სხვა კვეთის ჰაერსატარს იმ პირობის დროს, როცა ორივე სახის ჰაერსატარში ჰაერის ხარჯი ერთნაირია.

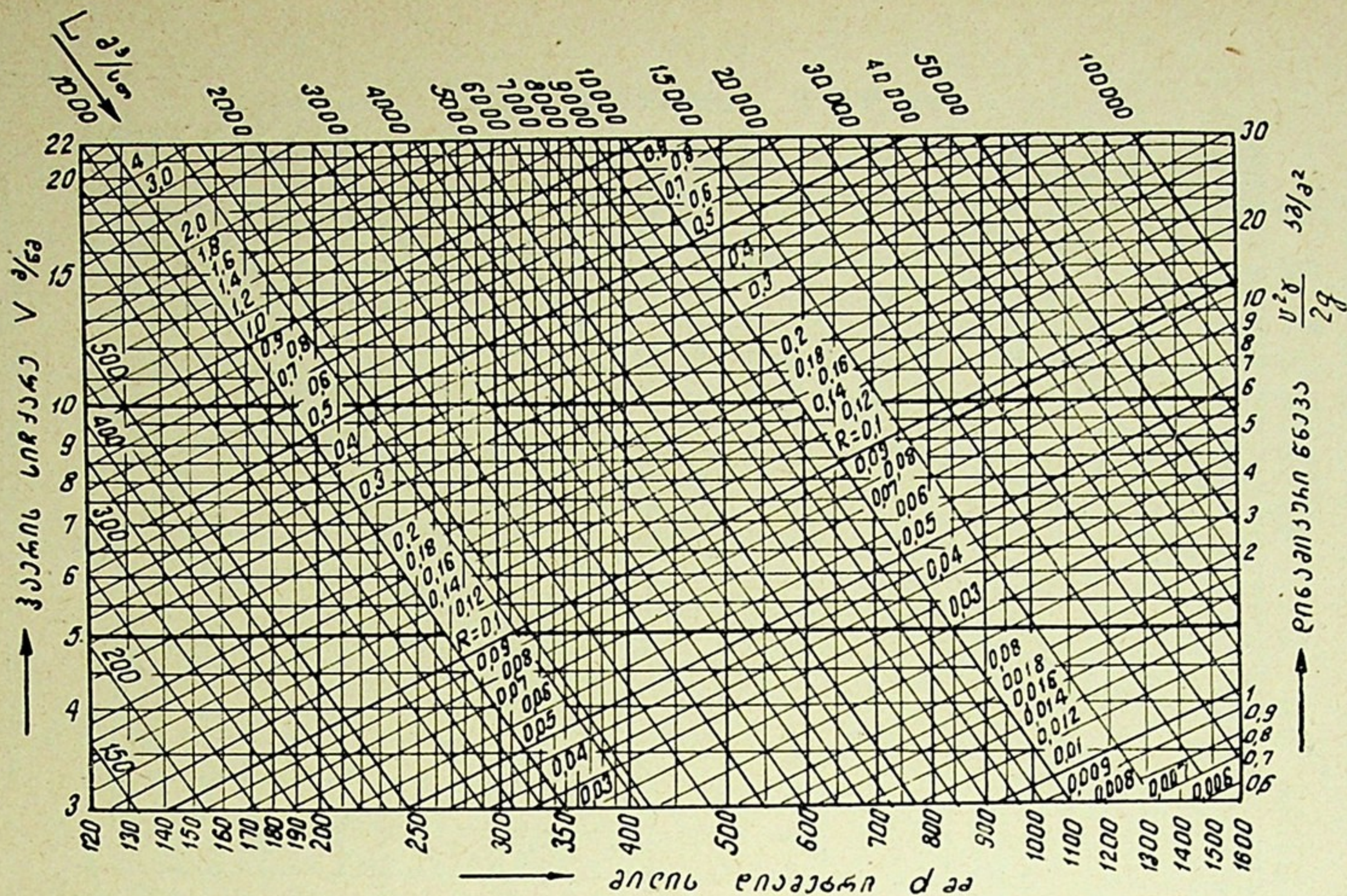
ვიპოვოთ გამოსახულებები ეკვივალენტური დიამეტრებისათვის. ამისათ-

→ $\frac{V}{\sqrt{g \cdot d}}$ ნაკადის სიღრმის კოეფიციენტი



ფიგ. VI.3





ՅՈՒ. VI.4

ვის დაფუძნებით, რომ გვაქვს a და δ გვერდების მქონე სწორკუთხა ჰაერსატარი. ნათელია, რომ მრგვალი კვეთის ჰაერსატარს, რომლის ჰიდრავლიკური რადიუსი ტოლია სწორკუთხა კვეთის ჰაერსატარის ჰიდრავლიკური რადიუსისა (მათში ჰაერის მოძრაობის ტოლი სიჩქარეებისას), ექნება ხახუნზე წნევის იგივე დანაკარგი, რაც სწორკუთხას, თუ

$$\frac{\alpha_{\text{მრგ}}}{d_{\text{ჰ.ვ}}} = \frac{\lambda_{\text{სწ.კ}}}{4R}. \quad (6.6)$$

თუ $\alpha_{\text{მრგ}}$ და $\lambda_{\text{სწ.კ}}$ სიდიდეების ნაცვლად ჩავსვამთ რეინოლდსის რიცხვით გამოსახულ მათ მნიშვნელობებს, დავრწმუნდებით, რომ (6.6) განტოლება გახდება იგივეობა, როცა

$$d_{\text{ჰ.ვ}} = 4R.$$

თუ R სიდიდის ნაცვლად ჩავსვამთ ჰიდრავლიკური რადიუსის განსაზღვრავ სიდიდეებს, მივიღებთ

$$d_{\text{ჰ.ვ}} = \frac{2a\delta}{a+\delta}. \quad (6.7)$$

კერძო შემთხვევაში, როცა კვეთი კვადრატულია ($a=\delta$),

$$d_{\text{ჰ.ვ}} = a.$$

მაგრამ ჰაერის მოძრაობის ტოლი სიჩქარეების დროს ჰაერსატარების კვეთები სხვადასხვა იქნება, რის შედეგადაც მათში ჰაერის ხარჯებიც სხვადასხვა იქნება. ამაში ადვილად დავრწმუნდებით, თუ ერთმანეთს შევადარებთ მრგვალი ჰაერსატარის კვეთის ფართობს და კვადრატული კვეთის ჰაერსატარს

$$d_{\text{ჰ.ვ}} = \frac{2aa}{a+a} = a, \text{ მაგრამ } a^2 > \frac{\pi}{4} d_{\text{ჰ.ვ}}^2.$$

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

$$\frac{\lambda_{\text{მრგ}}}{4R_{\text{მრგ}}} \cdot \frac{v_{\text{მრგ}}^2 \gamma}{2g} = \frac{\lambda_{\text{სწ.კ}}}{4R_{\text{სწ.კ}}} \cdot \frac{v_{\text{სწ.კ}}^2 \gamma}{2g}.$$

თუ λ სიდიდის ნაცვლად ჩავსვამთ მის განსაზღვრავ შესაბამის გამოსახულებებს, როგორც Re რიცხვის ფუნქციებს, და თუ გავითვალისწინებთ, რომ

$$R_{\text{მრგ}} = \frac{d}{4} \text{ და } R_{\text{სწ.კ}} = \frac{a\delta}{2(a+\delta)},$$

მაშინ შეიძლება ზემოთ მოყვანილ განტოლებებში ჰაერის სიჩქარეების ჰაერის ხარჯებით შეცვლით და ამ უკანასკნელის ერთმანეთთან გატოლებით მივიღოთ გამოსახულება

$$d_{\text{ჰ.ვ.L}} = 1,265 \sqrt[5]{\frac{a^3 \delta^3}{a+\delta}}. \quad (6.8)$$

ეს არის სწორკუთხა ჰაერსატარის ეკვივალენტური დიამეტრი მრგვალი და სწორკუთხა ჰაერსატარში ჰაერის ერთნაირი ხარჯის დროს მქისეხედაპირიანი მილებისათვის (ჰაერსატარებისთვის).

ჰიდრავლიკურად გლუვი ჰაერსატარებისათვის ვიყენებთ პროფ. გ. მაქსიმოვის ფორმულას

$$d_{\text{ვ.ლ}} = 1,22 \sqrt[4,75]{\frac{a^3 \delta^3}{(a+\delta)^{1,25}}}. \quad (6.9)$$

ამ ფორმულების გამოყენებისას ხახუნის კოეფიციენტები λ მრგვალი და სწორკუთხა ჰაერსატარებისთვის პირობით მიღებულია ერთნაირი.

ეს (6.8 და 6.9) ფორმულები გაცილებით უფრო რთულია ეკვივალენტური სიჩქარეების განსაზღვრავ (6.7) ფორმულასთან შედარებით. ამიტომ სწორკუთხა კვეთის ჰაერსატარების გაანგარიშებისას პრაქტიკაში უმეტესად სარგებლობენ ჰაერის სიჩქარეების ეკვივალენტური დიამეტრით.

იმისათვის, რომ გავაადვილოთ და დავაჩქაროთ ეკვივალენტური დიამეტრების პოვნის პროცესი, VI დანართში მოცემულია (საანგარიშო ფორმულების საშუალებით შედგენილი) $d_{\text{ვ.ლ}}$ და $d_{\text{ვ.ს}}$ განსაზღვრავი ნომოგრამა.

ამრიგად, სწორკუთხა ჰაერსატარებისთვის ხახუნის წინაღობის სიდიდის განსაზღვრა დაყვანილია ($d_{\text{ვ.ს}}$ და $d_{\text{ვ.ლ}}$) ეკვივალენტური დიამეტრების პოვნაზე და ხახუნზე წნევის დანაკარგების განსაზღვრაზე მრგვალი კვეთის ჰაერსატარებისთვის $d_{\text{ვ.ს}}$ და $d_{\text{ვ.ლ}}$ -ის ტოლი დიამეტრით.

$d_{\text{ვ.ს}}$ სიდიდით სარგებლობენ მაშინ, როდესაც საჭიროა ჰაერსატარში უზრუნველყონ არა მარტო განსაზღვრული ხარჯი, არამედ ჰაერის მოძრაობის განსაზღვრული სიჩქარეც, ხოლო $d_{\text{ვ.ლ}}$ 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 $L=1000$ მ³/სთ.

ამოხსნა. დანართში მოცემული VI ნომოგრამის საშუალებით ვპოულობთ $d_{\text{ვ.ს}}$ და $d_{\text{ვ.ლ}}$ სიდიდეებს.

$d_{\text{ვ.ს}}$ -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 $B-I'$ ხაზის გადაკვეთის წერტილი (g) გვადლევს ხარჯის ეკვივალენტურ დიამეტრს.

მივიღეთ, რომ $d_{\text{ვ.ს}}=340$ მმ და $d_{\text{ვ.ლ}}=360$ მმ. ამის შემდეგ ვსაზღვრავთ ჰაერსატარში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს

$$v = \frac{1000}{3600 \cdot 0,25 \cdot 0,5} \approx 2,2 \text{ მ/წმ.}$$

ვიციტ რა, რომ $d_{\text{ვ.ს}}=340$ მმ და $v=2,2$ მ/წმ, VI.3 ნახაზზე მოცემული ნომოგრამით ვსაზღვრავთ $R_{\text{ხახ}}$ სიდიდეს, რისთვისაც აბსცისთა ღერძზე ვპოულობთ $d_{\text{ვ.ს}}=340$ 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 $R_{\text{ხახ}}=0,02$ კგ/მ².



ვინაიდან $d_{33}L = 360$ მმ და $L = 1000$ მ³/სთ, იმავე ნომოგრამით (იხ. გვ. 91) წერტილი g) ვპოულობთ საძიებელ სიდიდეს $R_{\text{ახ}} = 0,027$ კგ/მ².

აღნიშნული ნომოგრამით ვსარგებლობთ იმ შემთხვევაში, როდესაც ვენტილაციის ბუნებრივი სისტემა გვაქვს. თუ სისტემა მექანიკურია, მაშინ უნდა ვისარგებლოთ VI.4 ნახაზზე მოცემული ნომოგრამით.

§ 23. ადგილობრივი წინაღობების სახეები. ჰაერის ნაკადის დანაკარგები ადგილობრივ წინაღობებზე

ცნობილია, რომ ჰაერსატარის ნებისმიერი მოყვანილობის (ფასონურ) ნაწილში, ჰაერის ნაკადის მიმართულების ან მისი განივი კვეთის შეცვლის გამო, ჰაერის გრიგალისებური მოძრაობის შედეგად ადგილი აქვს (გარდა ხახუნზე წნევის დანაკარგებისა) მოძრავი ჰაერის ენერგიის (წნევის) კარგვას, 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 ξ ასოთი. ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი წარმოადგენს მოცემულ ადგილობრივ წინაღობაში ჰაერის წნევის p დანაკარგების ფარდობას H_0 დინამიკურ წნევასთან, ე. ი.

$$\xi = \frac{p}{H_0}.$$

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, ჯვარედებისა და ა. შ. კვეთების შეცვლისას, მაშინ ადგილობრივი წინაღობების ξ 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 ξ დიდი კვეთიდან (F, v_F) მივაკუთვნოთ მცირე კვეთს (f, v_f) , მაშინ გვექნება უკუდამოკიდებულება

$$\xi_f = \xi_F \frac{f}{F} = \xi_F \left(\frac{d_f}{d_F} \right)^2 = \xi \left(\frac{v_F}{v_f} \right). \quad (6.12)$$

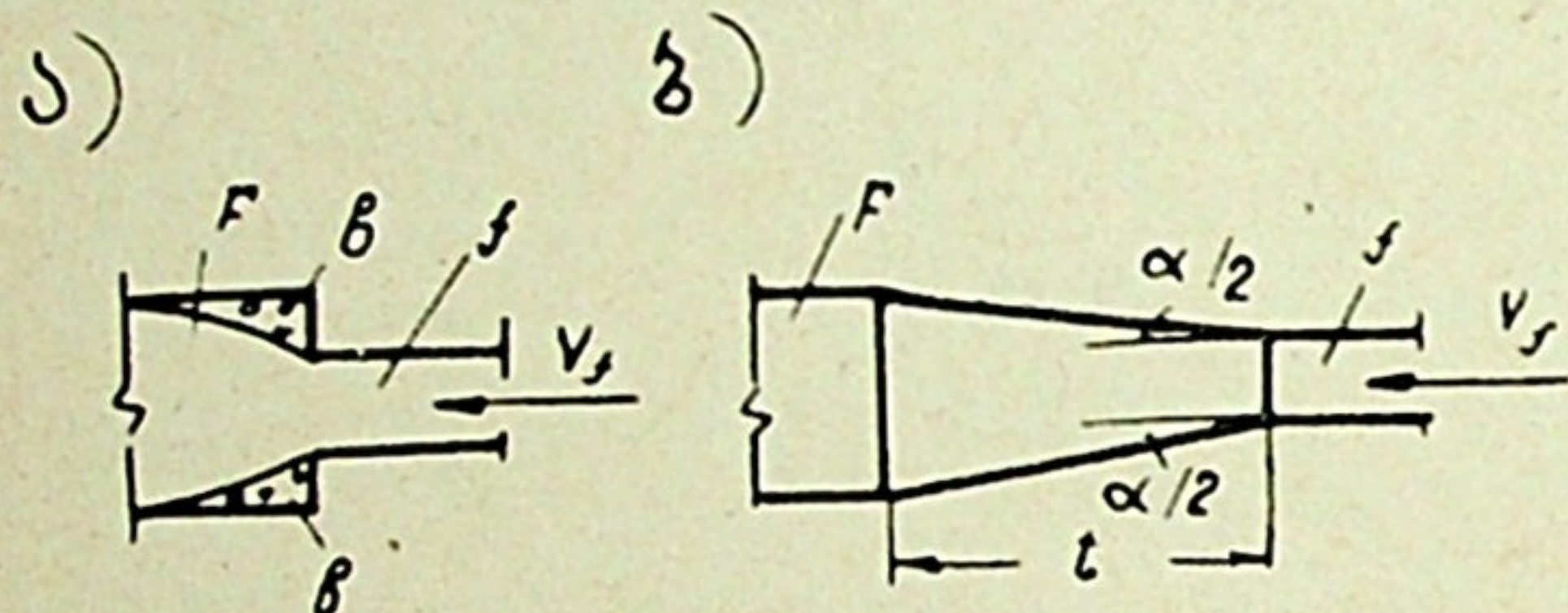
თუ ვიცით ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი და (აღებულ კვეთში) ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მაშინ შეიძლება წნევის დანაკარგი ადგილობრივ წინაღობაში განვსაზღვროთ ცნობილი ფორმულით

$$\zeta = \xi \frac{\gamma v^2}{2g} = \xi H_{\text{დ}} \text{ კმ/მ}^2. \quad (6.13)$$

ქვემოთ განვიხილოთ ადგილობრივი წინაღობების ძირითადი სახეობები.

ჰაერსატარის კვეთის გაფართოება

ჰაერსატარის უცბად გაფართოებისას (ნახ. VI.5, ა) ჰაერის ნაკადით მთლიანად არ შეივსება ახალი კვეთი, რის შედეგადაც კუთხეებში (ბ) წარმოიქმნება გრიგალური ზონა, რაც იწვევს ენერგიის კარგვას გაფართოებაზე და აგრიგვლაზე. იმისათვის, რომ შევამციროთ წნევის დანაკარგები, საჭიროა ჰაერსატარის კვეთის არა უცბად, არამედ მდოვრე გაფართოება, რისთვისაც იყენებენ სპეციალურ ფასონურ ნაწილს (ნახ. VI.5, ბ), ე. წ. დიფუზორს.



ნახ. VI.5

სონურ ნაწილს (ნახ. VI.5, ბ), ე. წ. დიფუზორს.

უცბად გაფართოებისას ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი

$$\xi = \left(1 - \frac{v_f}{v_F} \right)^2. \quad (6.14)$$

თუ ჰაერის სიჩქარეებს შევცვლით 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 წინაღობის კოეფიციენტი

$$\xi_f = k \left(1 - \frac{f}{F} \right)^2. \quad (6.16)$$

k კოეფიციენტი განისაზღვრება ლაბორატორიული ცდებით. VI.1 ცხრილში მოცემულია ადგილობრივი წინაღობების კოეფიციენტების მნიშვნელობები მრგვალი კვეთის დიფუზორებისათვის.

დიფუზორში ჰაერის ნაკადის მოძრაობის სიჩქარის შემცირების შედეგად ეცემა დინამიკური წნევა და იზრდება სტატიკური წნევა. თვითონ დი-

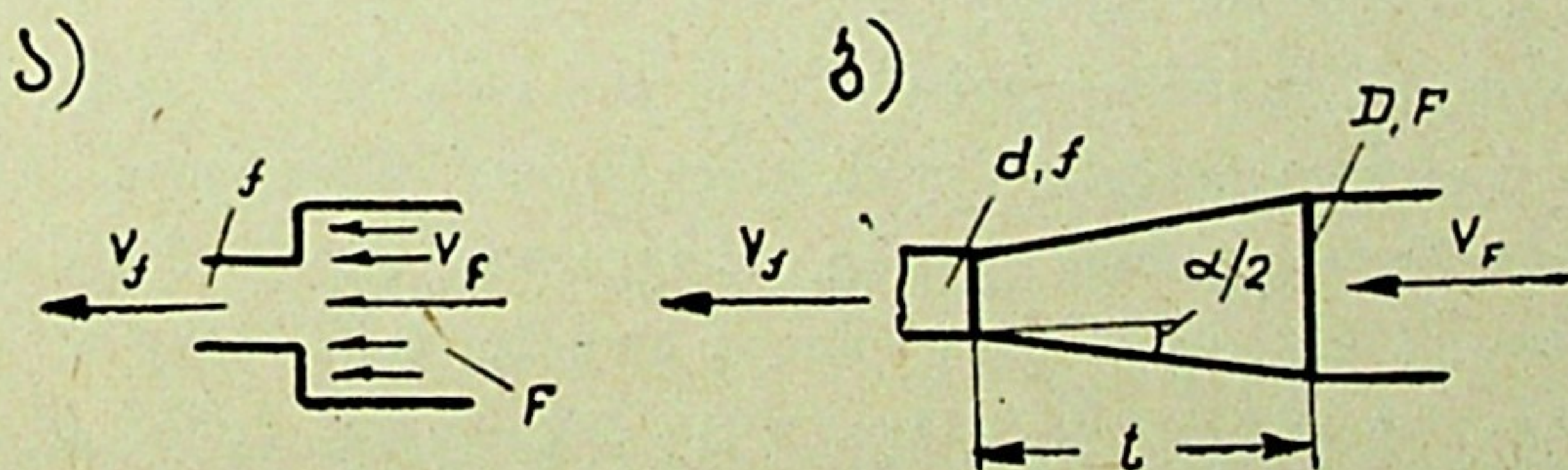
F/f	f/F	კუთხის α მნიშვნელობები გრადუსობით				
		10	15	20	25	30
1,25	0,8	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
1,5	0,66	0,02	0,04	0,05	0,07	0,1
1,75	0,57	0,03	0,06	0,07	0,12	0,17
2	0,5	0,04	0,08	0,1	0,15	0,21
2,25	0,44	0,04	0,09	0,12	0,21	0,28
2,5	0,4	0,06	0,1	0,14	0,24	0,31

ფუზორში გვაქვს წნევის დანაკარგები, რომლებიც გამოწვეულია დიფუზორის კედლებიდან ნაკადის მოწყვეტითა და გრიგალის წარმოშობით, აგრეთვე ხახუნით. დანაკარგების არსებობის გამო დიფუზორში სტატიკური წნევა იზრდება სიდიდით, რომელიც ნაკლებია იმ სიდიდეზე, რომლითაც მცირდება დინამიკური წნევა. VI.1 ცხრილიდან ჩანს, რომ წნევის უმცირესი დანაკარგები გვექნება, როცა დიფუზორის გაშლის კუთხე მცირეა ($\alpha = 10^\circ$). გაშლის კუთხის გაზრდით დიფუზორში წნევის დანაკარგები შესამჩნევად იზრდება და კუთხის 45° -ზე მეტად გაშლის შემთხვევაში ის ფაქტიურად აღწევს სიდიდეებს, რომლებიც შეესაბამება დანაკარგებს უცბად (დიფუზორის გარეშე) გაფართოებისას.

ვენტილატორის შემდეგ დაყენებული დიფუზორებისათვის, როცა გაშლის კუთხე α 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 ენერგიის დაკარგვა. რომ შევამციროთ წნევის დანაკარგები, საჭიროა ჰაერ-



ნახ. VI.6

სატარის კვეთის არა უცბად შევიწროება, არამედ მდოვრე გადასვლა ფართო კვეთიდან უფრო ვიწროსკენ, რისთვისაც იყენებენ სპეციალურ ფასონურ 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 მდოვრე კონფუზორის შემთხვევაში უმნიშვნელოა.

ჰაერსატარის უცბად შევიწროებისას ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით

$$\xi_f = 0,5 \left(1 - \frac{f}{F} \right), \quad (6.17)$$

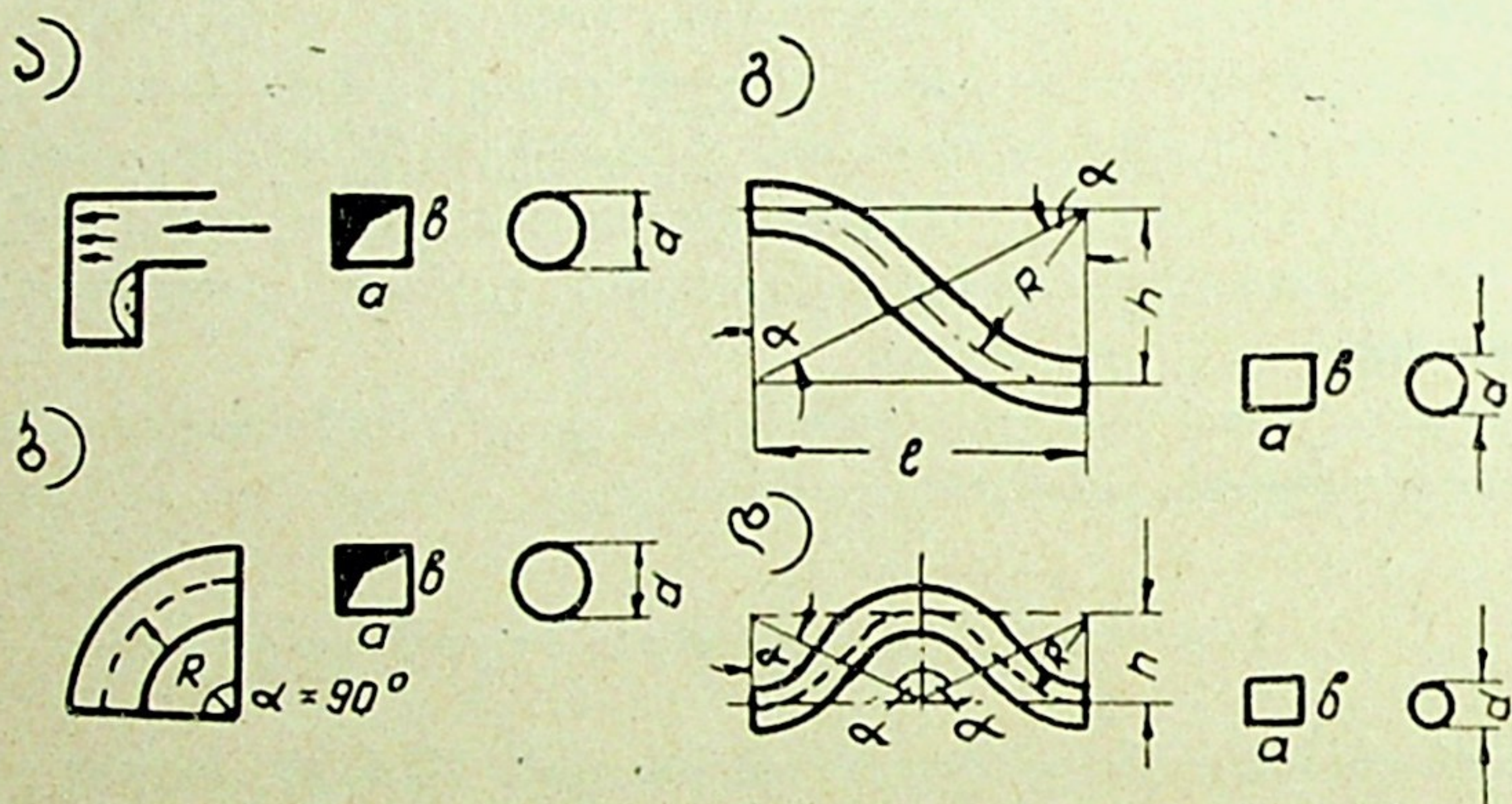
ხოლო კონფუზორის შემთხვევაში — ფორმულით

$$\xi_f = 0,5 \sin \frac{\alpha}{2} \left(1 - \frac{f}{F} \right). \quad (6.18)$$

ჰაერის მოძრაობის მიმართულების შეცვლა

ჰაერის მოძრაობის მიმართულების შეცვლა ხდება ფასონური ნაწილებით. VI.7 ნახ-ზე ნაჩვენებია ზოგიერთი მათგანი: ა) მუხლი, ბ) სარინი, გ) იხვკისერა, დ) შემოსავლები.

მუხლში ხდება ჰაერის ნაკადის დარტყმა, ხოლო შემდეგ მისი შემობრუნება, ამიტომ მათში წნევის დანაკარგები დიდია. მათ შესამცირებლად მუხ-



ნახ. VI.7

ლების მაგივრად იყენებენ სარინებს, რომლებშიც მდოვრედ, დარტყმების გარეშე ხდება ნაკადის მიმართულების შეცვლა. სარინის ადგილობრივი წინაღობების კოეფიციენტის სიდიდე დამოკიდებულია R რადიუსზე, α მობრუნების კუთხესა და ჰაერსატარის კვეთზე. მრგვალი კვეთის ჰაერსატარებისთვის შემომრგვალების R რადიუსი ჩვეულებრივ აიღება $1,5d$, ხოლო როდესაც გადასადგილებელ ჰაერში ბევრი მექანიკური მინარევია, მაშინ R აიღება 2-დან $3d$ -მდე, რაც უზრუნველყოფს სარინების დაცობის უსაფრთხოებას.

სწორკუთხა კვეთის ჰაერსატარების სარინებისათვის მობრუნების რადიუსი აიღება ჰაერსატარის კვეთის იმ გვერდის ტოლი, რომლის სიბრტყეშიც ხდება შემობრუნება.

სარინების ადგილობრივ წინაღობათა კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით

$$\xi = C_1 C_2 C_3,$$

სადაც C_1 არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს შემობრუნების დიუსს;

C_2 — კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს შემობრუნების კუთხეს;

C_3 — კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ჰაერსატარის კვეთის ფორმას.

ამ კოეფიციენტების მნიშვნელობები მოცემულია VI.2 ცხრილში.

ცხრილი VI.2

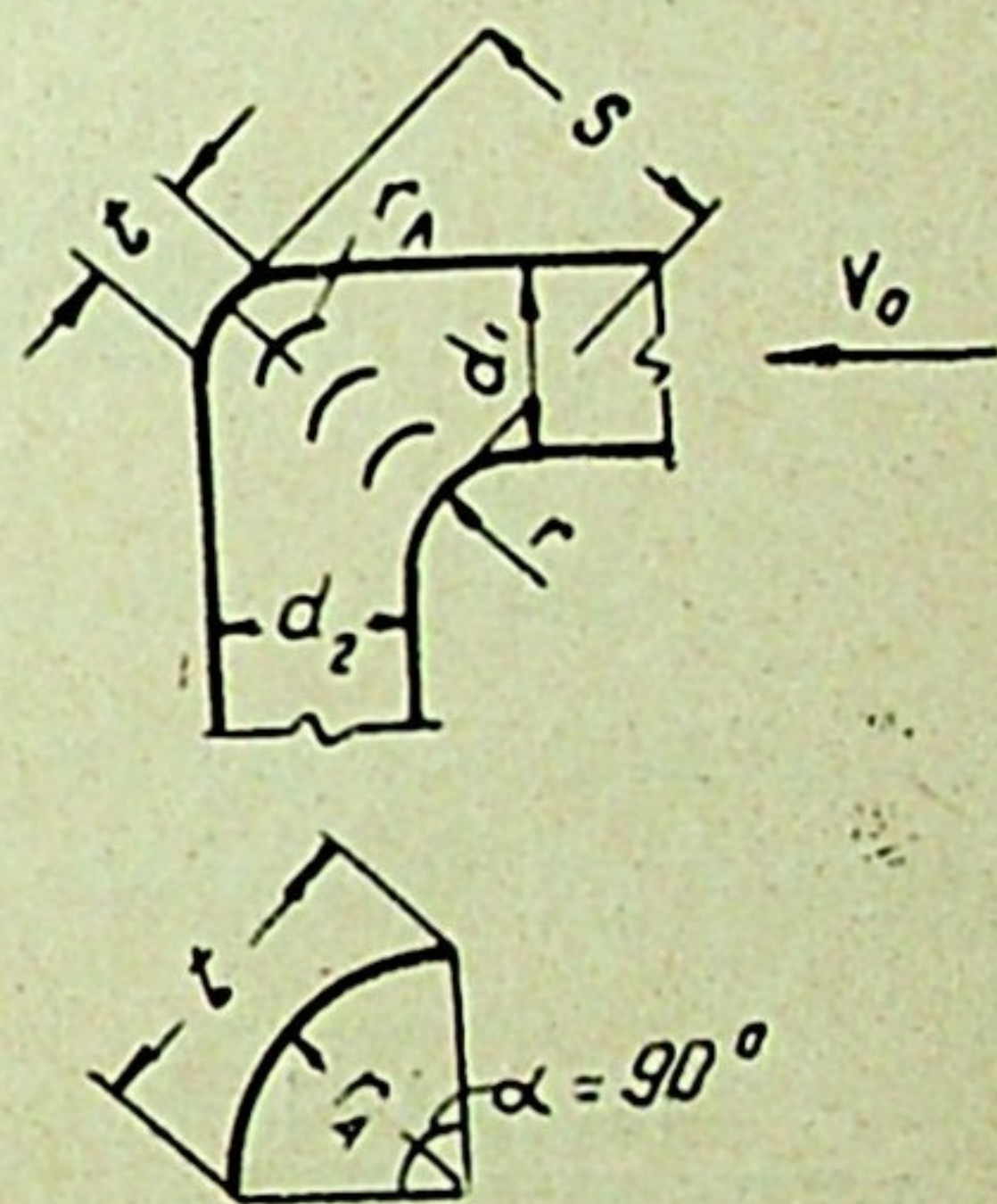
R/d ან R/b	1	1,5	2	α	30°	45°	60°	90°	b/a	0,5	0,6	1	1,5	2,0
C_1	0,25	0,175	0,15	C_2	0,46	0,62	0,72	1	C_3	1,5	1,3	1	0,7	0,48

შენიშვნა: მრგვალი კვეთის მუხლისათვის $\xi=1,1$, ხოლო სწორკუთხა კვეთის მუხლისთვის $\xi=1,1C_3$;

ხშირად ჰაერსატარებზე მუხლების დაყენება გვიხდება ვენტილატორის შემწვოვ მილყელთან ახლოს. ამ შემთხვევაში მუხლის შიგა კედელთან წარმოიქმნება გრიგალური ზონა, რის შედეგადაც ვენტილატორის თვლის ფრთებზე შეწოვილი ჰაერის მიწოდება ხდება არათანაბრად და ჰაერის მოძრაობისას თვლის ფრთების ნაწილი არ მუშაობს, ანუ ეცემა ვენტილატორის მწარმოებლობა და ვენტილატორის მიერ შექმნილი წნევა. გარდა ამისა, ეს გარემოება იწვევს დიდ ხმაურს და ვენტილატორის უდროო ცვეთას.

ამ ხარვეზების თავიდან აცილება შეიძლება, თუ უშუალოდ მუხლში დავაყენებთ მიმმართველ 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.

იხვეკისერას და შემოსავლები ფასონური ნაწილების ადგილობრივ წინაღობათა კოეფიციენტების სიდიდეებიც დამოკიდებულია მობრუნების α კუთხეზე მათი განივი კვეთის ფორმასა და R/d ან R/b ფარდობაზე.



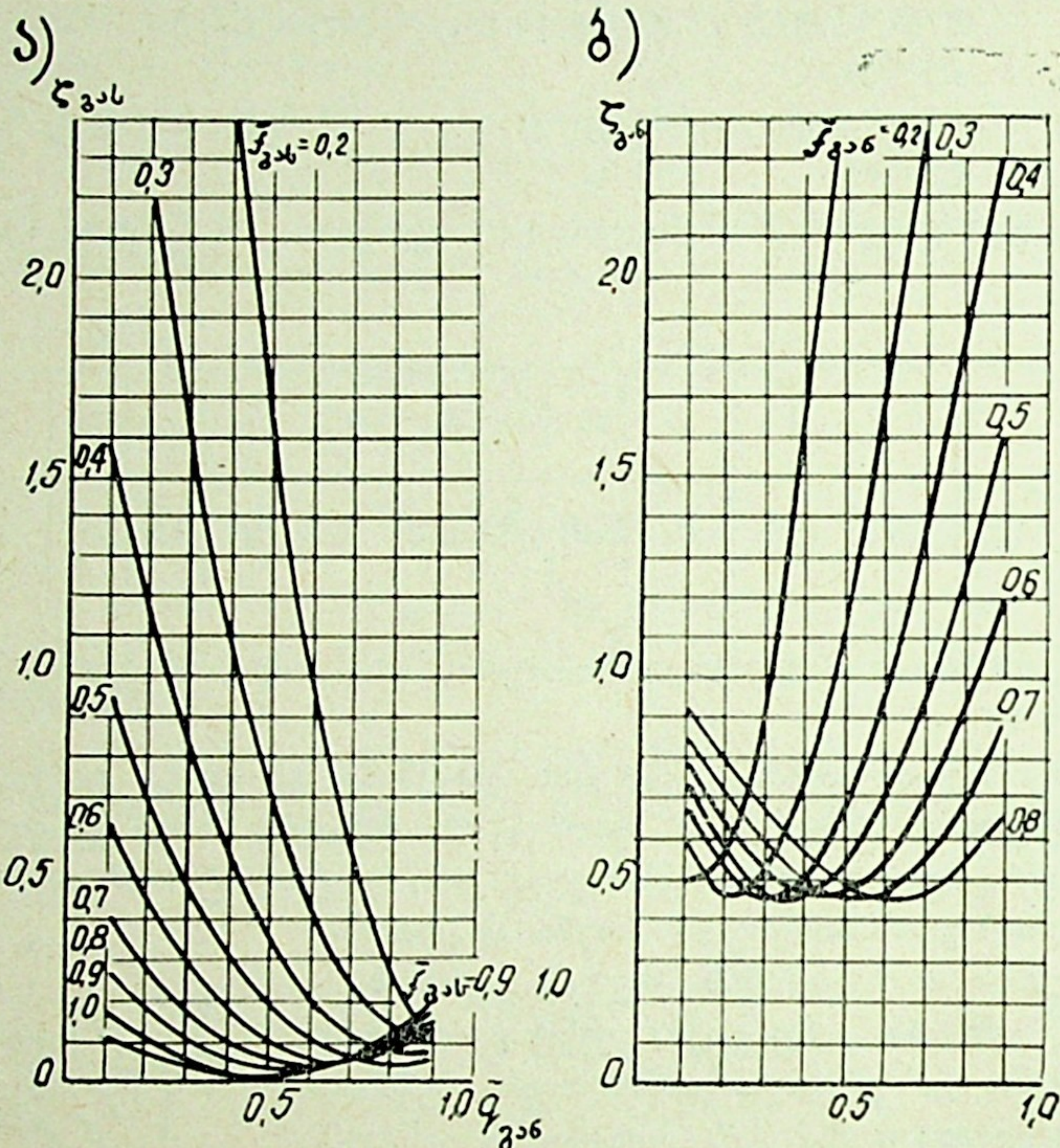
ნახ. VI.8

§ 24.

ნაკადების შეჩევა და დაყოფა

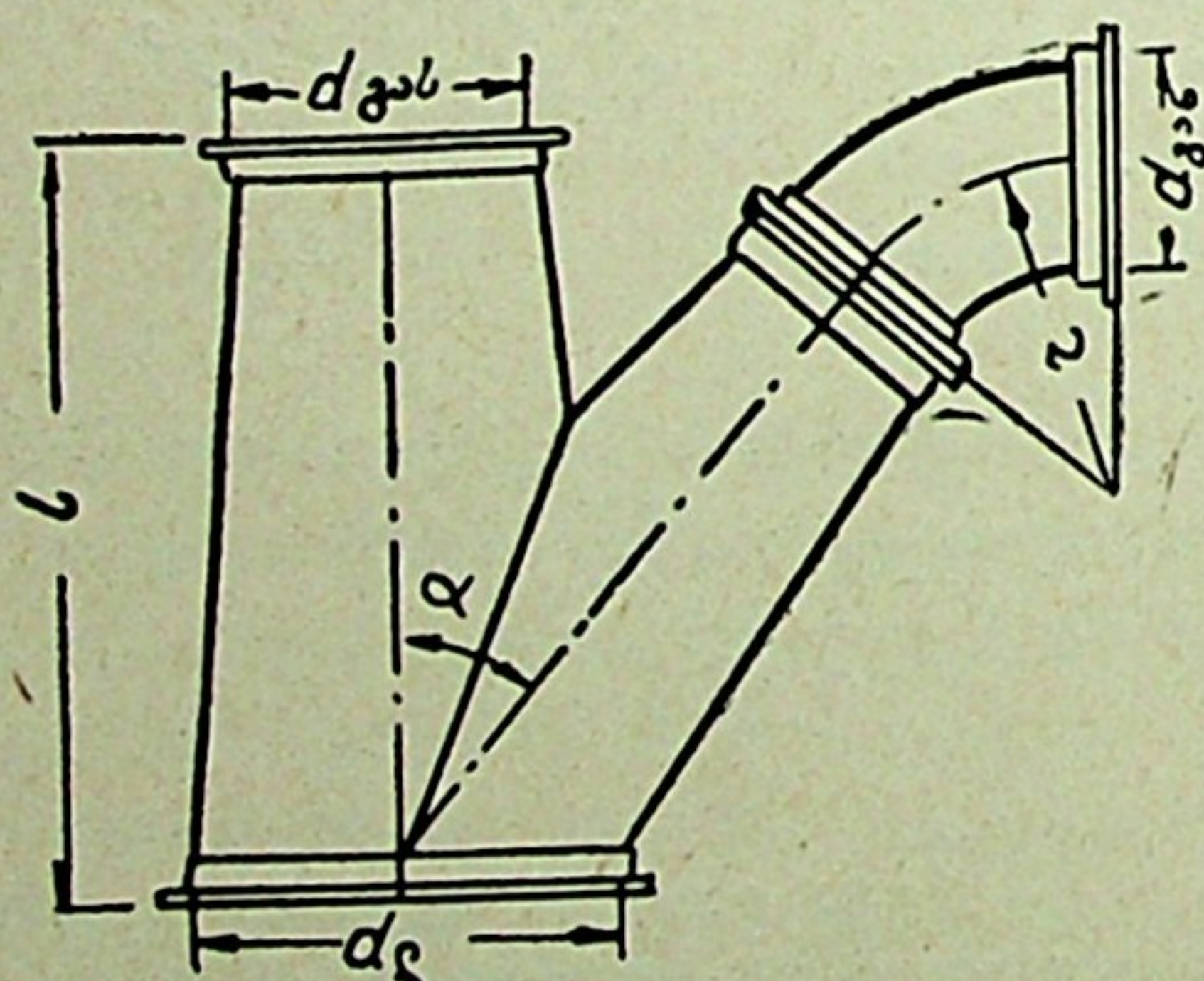
ჰაერის ნაკადების შეჩევას ადგილი აქვს სამკაპებსა და ჯვარედნებში ჰაერის ამოწოვისას, ხოლო დაყოფას — დაწნების დროს. სამკაპებსა და ჯვარედნებში იხილავენ ორი სახის წინაღობას: გასვლაზე, როდესაც ჰაერის ნაკადი მიჰყვება სამკაპის ან ჯვარედნის ძირითადი ლულის მიმართულებას, და განშტოებაზე, როდესაც ნაკადი გამოეყოფა მოხვევით. ცხადია, რომ ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტები ნაკადების შეჩევისა 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 წინააღობის კოეფიციენტის სიდიდე ნაკადების დაყოფის დროს



ნახ. VI.10

სამკაპში (ნახ. VI.10) როგორც გასვლაზე (ნახ. VI.9, ა), ასევე განშტოებაზე (ნახ. VI.9, ბ). ადგილობრივი წინააღობის კოეფიციენტის სიდიდე მოცემულია სამკაპის ლულაში არსებული დინამიკური წნევის მიმართ.

VI.3 და VI.4 ცხრილებში მოყვანილია ადგილობრივი წინააღობის კოეფიციენტების სიდიდეები სამკაპებში ნაკადების შერევის დროს, რომელთა განშლის კუთხე შეადგენს 45° . ეს კოეფიციენტები აღებულია შესაბამის განშტოებაში არსებული დინამიკური წნევის მიმართ.

შემოაღნიშნული გრაფიკები და ცხრილები შედგენილია შემდეგი ფარდობითი სიდიდეების მიხედვით:

გასასვლელის ფარდობითი განივი კვეთის ფართობი

$$\bar{f}_{\text{გას}} = \frac{f_{\text{გას}}}{f_{\text{ლ}}} = \left(\frac{d_{\text{გას}}}{d_{\text{ლ}}} \right)^2; \quad (6.19)$$



ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი $\xi_{გან}$ განშტოებაზე სამკაპებში
($\alpha=45^\circ$) ნაკადების შერევის დროს

$\bar{f}_{გან}$	$\bar{f}_{გან} \backslash \bar{q}_{გან}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
0,2	0,8 0,6—1	0,4 0,3 — 0,5	0,8 —	1 —	1 —	1 —	— —
0,3	0,75 0,5—1	—0,6 —0,8 —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 0,6	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	0,38 0,2—0,6	—16 —30 —8	—4,4 —9 —2	—1,2 —2,9 —0,3	—0,1 —0,8 0,2	0,3 0,1 0,5	0,5 —

შენიშვნა. $\xi_{გან}$ აიღება განშტოებაში არსებული სიჩქარის მიმართ.

ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი $\xi_{გას}$ გასვლაზე სამკაპებში
($\alpha=45^\circ$) ნაკადების შერევის დროს

$\bar{f}_{გას}$	$\bar{f}_{გას} \backslash \bar{q}_{გას}$	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 —1,6 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. $\xi_{გას}$ აიღება გასასვლელში არსებული დინამიკური წნევის მიმართ.

განშტოების ფარდობითი განივი კვეთის ფართობი

$$\bar{f}_{\text{გან}} = \frac{f_{\text{გან}}}{f_{\text{ლ}}} = \left(\frac{d_{\text{გან}}}{d_{\text{ლ}}} \right)^2; \quad (6.20)$$

ჰაერის ფარდობითი ხარჯი განშტოებაში

$$\bar{q}_{\text{გან}} = \frac{L_{\text{გან}}}{L_{\text{ლ}}}, \quad (6.21)$$

სადაც $f_{\text{ლ}}$, $f_{\text{გან}}$ და $f_{\text{გან}}$ შესაბამისად არის სამკაპის ლულის, გასასვლელისა და განშტოების განივი კვეთის ფართობები.

$d_{\text{ლ}}$, $d_{\text{გან}}$ და $d_{\text{გან}}$ — შესაბამისად სამკაპის ლულის, გასასვლელისა და განშტოების დიამეტრები (ნახ. VI.10).

$L_{\text{გან}}$ და $L_{\text{ლ}}$ — შესაბამისად ჰაერის ხარჯები განშტოებასა და ლულაში.

როგორც VI.3 და 4 ცხრილებიდან ჩანს, ნაკადების შერევის დროს ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტს შესაძლოა ჰქონდეს უარყოფითი მნიშვნელობა. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ შერევის პროცესში ერთ-ერთი ნაკადის ენერგიის მარაგი იზრდება მეორე ნაკადის ენერგიის მარაგის შემცირების ხარჯზე. მთლიანად ორივე ნაკადის ჯამური ენერგიის მარაგი, ცხადია, მცირდება ჰაერის შერევით გამოწვეული აგრიგლვის შედეგად.

მაგალითი. განვსაზღვროთ ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტები გასვლაზე და განშტოებაზე ამოწოვაზე მომუშავე სამკაპში (ნაკადების შერევა) შემდეგი პირობებისათვის: $L_{\text{ლ}} = 8000 \text{ მ}^3/\text{სთ}$; $L_{\text{გან}} = 2600 \text{ მ}^3/\text{სთ}$; $d_{\text{ლ}} = 560 \text{ მმ}$; $d_{\text{გან}} = 500 \text{ მმ}$; $d_{\text{გან}} = 355 \text{ მმ}$.

ამოხსნა:

$$\bar{f}_{\text{გან}} = \left(\frac{d_{\text{გან}}}{d_{\text{ლ}}} \right)^2 = \left(\frac{500}{560} \right)^2 = 0,81;$$

$$\bar{f}_{\text{გან}} = \left(\frac{d_{\text{გან}}}{d_{\text{ლ}}} \right)^2 = \left(\frac{355}{560} \right)^2 = 0,36;$$

$$\bar{q}_{\text{გან}} = \frac{L_{\text{გან}}}{L_{\text{ლ}}} = \frac{2600}{8000} = 0,33.$$

მიღებული სიდიდეების მიხედვით გრაფიკებიდან ვპოულობთ

$$\xi_{\text{გან}} = 0,15 \text{ (ნახ. VI.9, ა) და } \xi_{\text{გან}} = 0,5 \text{ (ნახ. VI.9, ბ).}$$

გარდა ზემოთ განხილული ფასონური ნაწილებისა, სავენტილაციო პრაქტიკაში გვხვდება ფრიალ მრავალფეროვანი ადგილობრივი წინაღობები, რომლებისთვისაც ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტების სიდიდეები მოცემულია საცნობარო ლიტერატურაში.

ზოგიერთი მათგანი, რომლებიც შედარებით უფრო ხშირად გვხვდება სავენტილაციო სისტემების გაანგარიშების დროს, მოცემულია IX დანართში.

§ 25.

ჰაერისგაჰყვანის ქსელის გაანგარიშების მეთოდიკა

ვენტილაციის სისტემების ჰაერსატარების აეროდინამიკური გაანგარიშების პრაქტიკაში ჩვეულებრივ გამოიყენება წნევის კუთრი დანაკარგის მეთოდი, რომელიც პრინციპულად არ განსხვავდება გათბობის სისტემის ჰიდრაუ-

ლიკური გაანგარიშების მეთოდისაგან. მხოლოდ უნდა შევნიშნოთ, რომ ადგილობრივ წინაღობებზე მოსული წნევის კარგვების წილი ვენტილაციის ჰაერსატარებში გაცილებით უფრო დიდია და ზუსტად განსაზღვრას მოითხოვს.

სავენტილაციო სისტემების გაანგარიშება შეიძლება წარმართოს ორი გზით:

1. მოცემული საანგარიშო წნევის სიდიდის მიხედვით განისაზღვროს ჰაერსატარების ზომები;

2. ჰაერსატარების წინასწარ დასახული კვეთების მიხედვით განისაზღვროს წნევის სიდიდე, რომელიც უნდა განავითაროს ვენტილატორმა, რათა უზრუნველყოს ჰაერსატარებში საჭირო რაოდენობის ჰაერის გატარება. პირველი წესი გამოიყენება ბუნებრივი არსული სისტემების გაანგარიშებისათვის, ვინაიდან ბუნებრივი წნევის სიდიდე წინასწარაა განსაზღვრული და უცვლელია. ვენტილაციის მექანიკურ სისტემებში წნევის სიდიდე წინასწარ განსაზღვრული არ არის და ამიტომ უფრო მიზანშეწონილია მეორე წესის გამოყენება.

ჰაერსატარების კვეთების წინასწარი მიღება ხდება ეკონომიურად ყველაზე მიზანშეწონილი სიჩქარის მიხედვით. მექანიკური ვენტილაციის სისტემებში ოპტიმალურ სიჩქარედ მიიღება: მაგისტრალურ და შემკრებ ჰაერსატარებში 8—12 მ/წმ; განშტოებებში 4—8 მ/წმ; მოდინებით და ამომწოვ შახტებში 4—6 მ/წმ.

საზოგადოებრივ შენობებში ჰაერსატარების კვეთების შერჩევის დროს ყურადღება უნდა მიექცეს მათ შერწყმას შენობის ინტერიერთან. ამიტომ მათი კვეთის ხშირი ცვლა არასასურველია. ასეთ შემთხვევაში ჰაერსატარს აწყობენ უცვლელი კვეთით, ხოლო მასში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე იცვლება. ვენტილატორისაგან დაშორებულ უბნებში მიიღება უფრო დაბალი სიჩქარეები (2—4 მ/წმ) და |ვენტილატორთან მიახლოებისას თანდათანობით მატულობს (8—12 მ/წმ).

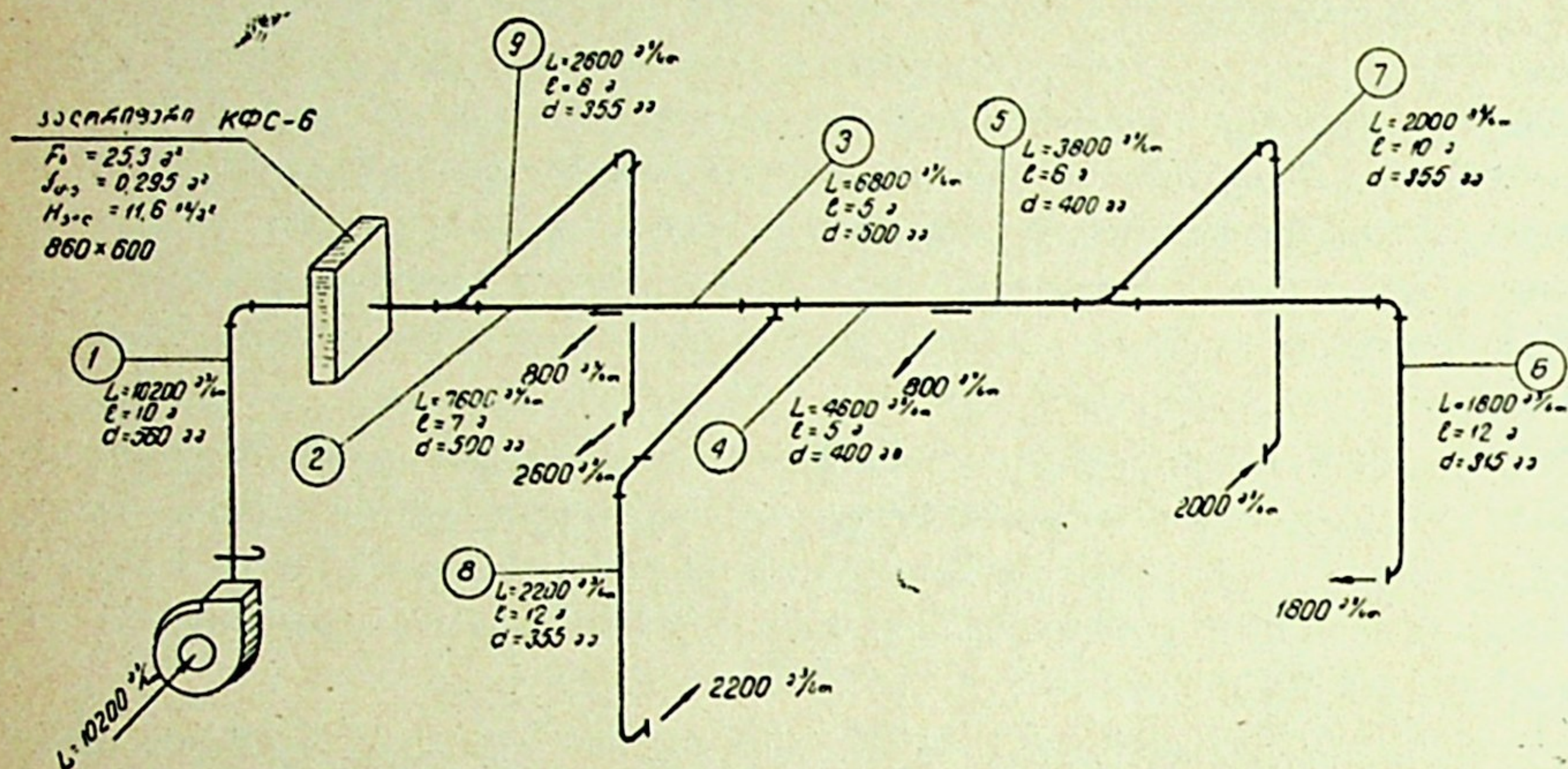
ჰაერსატარების გაანგარიშებას აწარმოებენ შემდეგი თანმიმდევრობით. აგებენ სავენტილაციო სისტემის აქსონომეტრიულ სქემას, ყოფენ უბნებად და საზღვრავენ მათ კვეთებს. შემდეგ პოულობენ წნევის კარგვებს, რომლებიც საჭიროა ჰაერის გადაადგილებისათვის ყველაზე გრძელი და რთული (ადგილობრივი წინაღობების თვალსაზრისით) რგოლისათვის, რომელსაც პირობით ძირითად მაგისტრალს უწოდებენ. ცალკეულ უბნებზე წნევის კარგვების განსაზღვრის შემდეგ პოულობენ წნევის სიდიდეებს იმ კვანძებში, საიდანაც გამოდიან განშტოებები. განშტოებაში წნევის კარგვა უნდა უდრიდეს კვანძში არსებულ წნევას. თუ წნევების სიდიდეთა შეუსაბამობა აღემატება 15%-ს, მაშინ განშტოებაზე აყენებენ დროსელ-სარქველს, რომლითაც ხდება ჰარბი წნევის დახშობა.

ჰაერსატარების კვეთების მიღება სიჩქარეების მიხედვით მოხერხებულია X დანართში მოცემული ცხრილის გამოყენებით. აქვეა მოცემული ხახუნზე წნევის კუთრი დანაკარგის სიდიდე და ჰაერის დინამიკური წნევა აღებული სიჩქარის დროს. წნევის კარგვები ხახუნზე, როგორც ადრე აღვნიშნეთ, შეიძლება განისაზღვროს აგრეთვე ნომოგრამების საშუალებით (ნახ. VI.3—4). ნომოგრამები და ცხრილები შედგენილია მრგვალი კვეთის ჰაერსატარებისათვის. სწორკუთხა ჰაერსატარების გაანგარიშების დროს სარგებლობენ ეკვივალენტ-

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).

მაგალითი. გავიანგარიშოთ VI.11 ნახაზზე მოცემული ჰაერსატარების ქსელი. ჰაერის საჭირო ხარჯები მოცემულია ნახაზზე.



ნახ. VI.11

ამოხსნა. სავენტილაციო სისტემას ვყოფთ უბნებად, ვითვლით ჰაერის ხარჯებს, უბნის სიგრძეებს და შეგვაქვს შესაბამისად 1, 2 და 3 გრაფაში (ცხრ. VI.5).

ცხრილიდან (იხ. დანართი X) ვპოულობთ უბნის დიამეტრებს, აქედანვე ვიწეროთ ჰაერის სიჩქარეს, ხახუნზე წნევის კუთრ დანაკარგს, ჰაერის დინამიკურ წნევას და შეგვაქვს შესაბამისად 4, 5, 6 და 8 გრაფაში. მე-7 გრაფაში ვწეროთ ხახუნზე წნევის დანაკარგს, რომელიც წარმოადგენს წნევის კუთრი დანაკარგის ნამრავლს უბნის სიგრძეზე.

მე-9 გრაფაში შეგვაქვს ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტების ჯამი, რომლებიც ქვემოთ არის მოყვანილი.

ადგილობრივი წინალობები:

№ 1 უბანი

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. კონფუზორი $\alpha = 60^\circ$ (ფორმულა 6.17)

$$\begin{array}{r} \xi = 0,08 \\ \hline \Sigma \xi = 1,48. \end{array}$$

№ 2 უბანი

1. გასასვლელი სამკაპი (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 სამკაპი (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 სამკაპი (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 სამკაპი

$$\bar{f}_{\text{გას}} = 1; \quad \bar{q}_{\text{გას}} = \frac{800}{4600} = 0,17; \quad \xi = 0,1.$$

№ 6 უბანი

1. გასასვლელი სამკაპი (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. საბრუნი სამკაპი (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. საბრუნი სამკაპი

$$\bar{f}_{\text{გას}} = \left(\frac{355}{500} \right)^2 = 0,5; \quad \bar{q}_{\text{გას}} = 0,32; \quad \xi = 0,5;$$

უბნის №№	ჰერის ხარჯი L მ ³ /სთ-ობით	უბნის სიგრძე l მ-ობით	ჰერისათვის დიამეტრი d მმ-ობით	ჰერის სიჩქარე v მ/წმ-ობით	ხახუნზე წნევის კუთრი და- ნაკარგი R კგ/მ ² გრ. მ-ობით	წნევის დანაკარგი ხახუნზე Rl კგ/მ ² -ობით	ჰერის დინამიკური წნევა H_d კგ/მ ² -ობით	ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტების ჯამი $\Sigma \xi$	წნევის დანაკარგი ადგი- ლობრივ წინაღობებზე Z კგ/მ ² <i>1/2</i>	წნევის სრული დანაკარგი ($Rl+Z$) კგ/მ ² -ობით	კვანძური წნევა განშტოე- ბის დასაწყისში $H_{კვ}$ კგ/მ ² -ობით	წნევის შეუსაბამობა %-ობით	შენიშვნა
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

1	10200	10	560	11,5	0,21	2,10	8,09	1,48	11,9	14,0			
2	7600	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	1,46			
4	4600	5	400	10	0,25	1,25	6,12	0,2	1,22	2,47			
5	3800	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	10,60			

$\Sigma (Rl+Z)=33,26$

განშტოებები

7	2000	10	355	5,5	0,098	0,98	1,85	3,75	6,95	7,93	10,6	25	
8	2200	12	355	6,3	0,12	1,44	2,4	3,8	9,12	11,56	14,62	20,8	
9	2600	8	355	7,5	0,17	1,36	3,44	3,8	13,1	14,46	19,26	25	

ქსელის სრული წინაღობა

$H_{ქს} = \Sigma (Rl+Z) + H_{კალ} = 33,26 + 11,6 = 44,86 \text{ კგ/მ}^2$

2. მუხლი

3. ხვრელიდან გამოსვლა

$\xi = 2 \times 1,1 = 2,2;$

$\xi = 1,1$

$\Sigma \xi = 3,8$

№ 9 უბანი

1. საბრუნო სამკაპი (ნახ. VI.9, ბ)

$\bar{f}_{გან} = \left(\frac{355}{560} \right)^2 = 0,4; \quad \bar{q}_{გან} = 0,25;$

$\xi = 0,5;$

2. მუხლი

3. ხვრელიდან გამოსვლა

$$\xi = 2 \times 1,1 = 2,2;$$

$$\xi = 1,1$$

$$\Sigma \xi = 3,8$$

თუ უბანზე არსებული ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტების ჯამს გავამრავლებთ დინამიკურ წნევაზე, მივიღებთ წნევის კარგვას ადგილობრივ წინალობებზე (მე-10 გრაფა). ადგილობრივ წინალობებზე და ხახუნზე წნევის დანაკარგების ჯამი გვაძლევს უბანზე წნევის სრულ დანაკარგებს (მე-11 გრაფა).

ძირითადი მაგისტრალის უბნებზე წნევის სრული დანაკარგების ჯამი $\Sigma (Rl + Z)$ კალორიფერის წინალობასთან $H_{კალ}$ ერთად გვაძლევს ქსელის სრულ წინალობას $H_{ქს}$; ამ უკანასკნელის მიხედვით ხდება ვენტილატორის შერჩევა.

ძირითადი მაგისტრალის 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 ჭარბი წნევის დასახშობად უნდა დავაყენოთ დროსელ-სარქველები.

ვენტილატორები

მექანიკური ვენტილაციის დროს ჰაერის გადასადგილებლად გამოყენებულია სპეციალური ჰაერმბერი მანქანები (საჭირხნები), 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 გადასადგილებელი 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

$$P = \rho \psi U^2, \quad (7.1)$$

სადაც ρ აირის სიმკვრივე, კგ წმ³/მ³-ობით;

ψ — წნევის კოეფიციენტი;

$$U = \frac{\pi D n}{60} \quad \text{— წრიული სიჩქარე, მ/წმ-ობით.}$$

წნევის კოეფიციენტი ψ დამოკიდებულია ნიჩბების გეომეტრიულ ფორმაზე, მათს რაოდენობასა და განსაკუთრებით ნიჩბების გამოსვლის β_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 ხვედრითი ბრუნთა რაოდენობის გარკვეული ზღვრული მნიშვნელობები

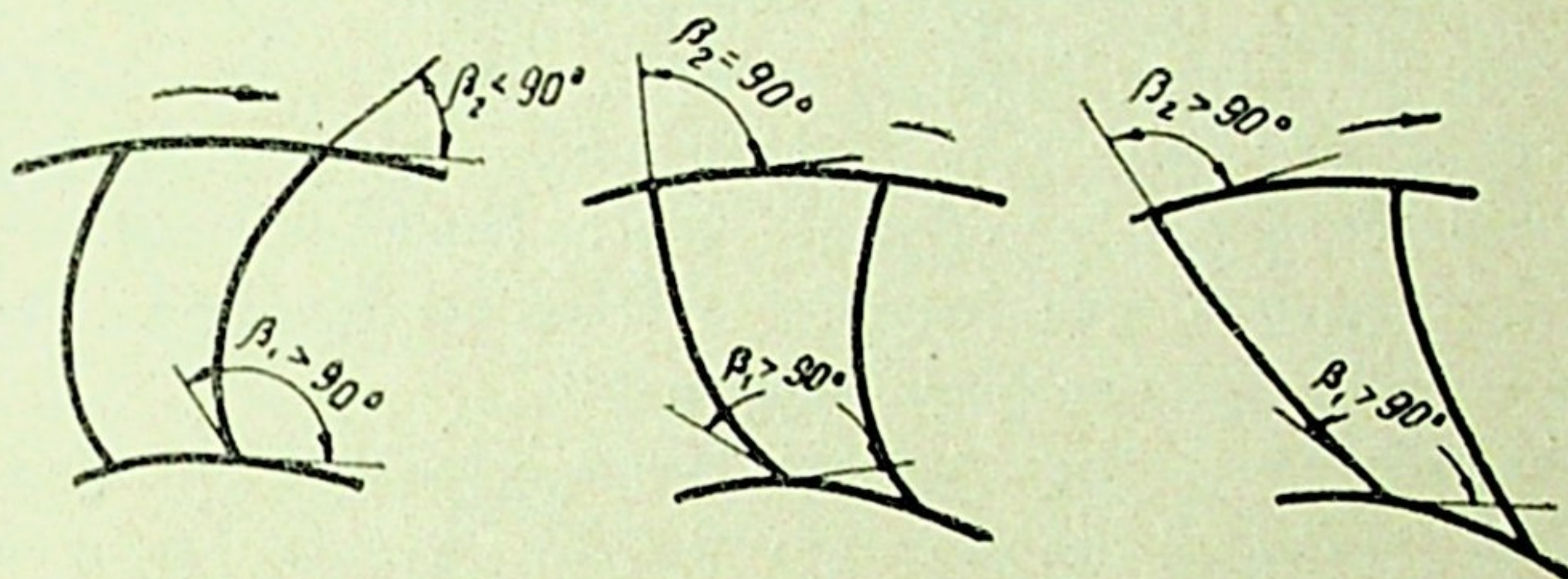
$$n_{\text{ვ}} = c \frac{Q^{1/2} n}{\left(\frac{P}{\rho}\right)^{3/4}}$$

სადაც c არის პროპორციულობის კოეფიციენტი და ვენტილატორებისთვის $c=1$;

- Q — ვენტილატორების მწარმოებლობა, მ³/წმ-ობით;
- n — ვენტილატორის ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ-ობით;
- P — ვენტილატორის მიერ განვითარებული წნევა, კგ/მ²-ობით;
- ρ — ჰაერის სიმკვრივე, კგ წმ³/მ³-ობით.

ცენტრიდანული ვენტილატორის შერჩევა მიზანშეწონილია მაშინ, თუ მისი ხვედრითი ბრუნთა რიცხვი $n_{\text{ვ}} < 100$ და, პირიქით, თუ $n_{\text{ვ}} > 100$ — 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.

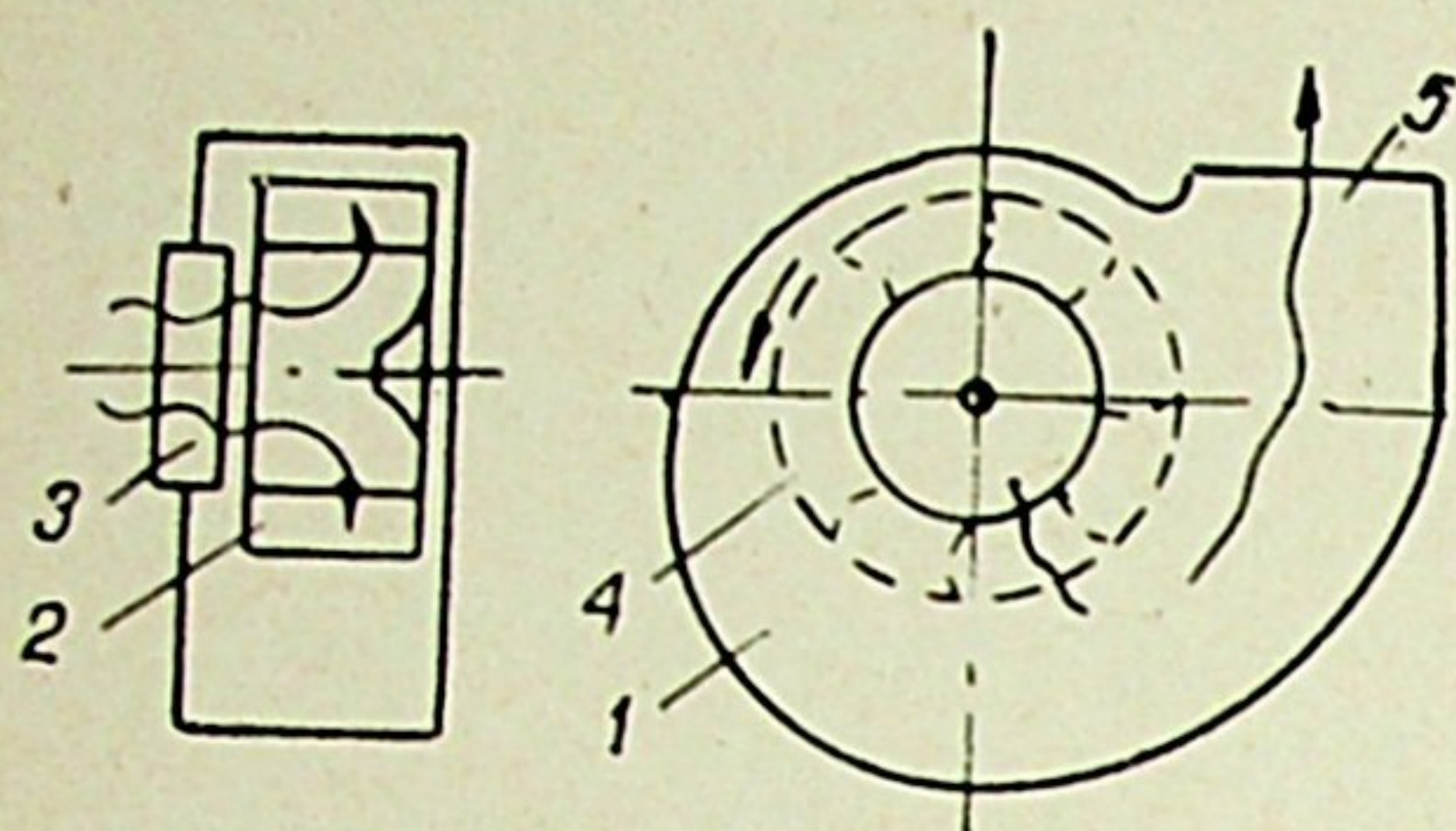
§ 26.

ცენტრიდანული ვენტილატორები

ჩვეულებრივი ცენტრიდანული ვენტილატორი წარმოადგენს სპირალურ გარსაცმში 1 (ნახ. VII.2) მოთავსებულ ნიჩბიან თვალს 2, რომლის მოძრაობის დროს ჰაერი შესავალი ხვრელით 3 მიეწოდება ნიჩბებს შორის არხებს 4. ამ არხებში წარმოებს ენერგიის გადაცემა და ჰაერი ცენტრიდანული ძალების ზემოქმედებით ნიჩბების მართობულად 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 საკისრები. ვენტილატორის მუშა თვალი კი შედგება ნიჩბებისაგან, უკანა დისკოსა, მორგვისა და წი-

ნა რგოლისაგან. ნიჩბიანი თვალი ლილვზე მაგრდება მორგვის საშუალებით, რომელიც თვითონ უშუალოდ ხისტად დაკავშირებულია უკანა დისკოსთან.



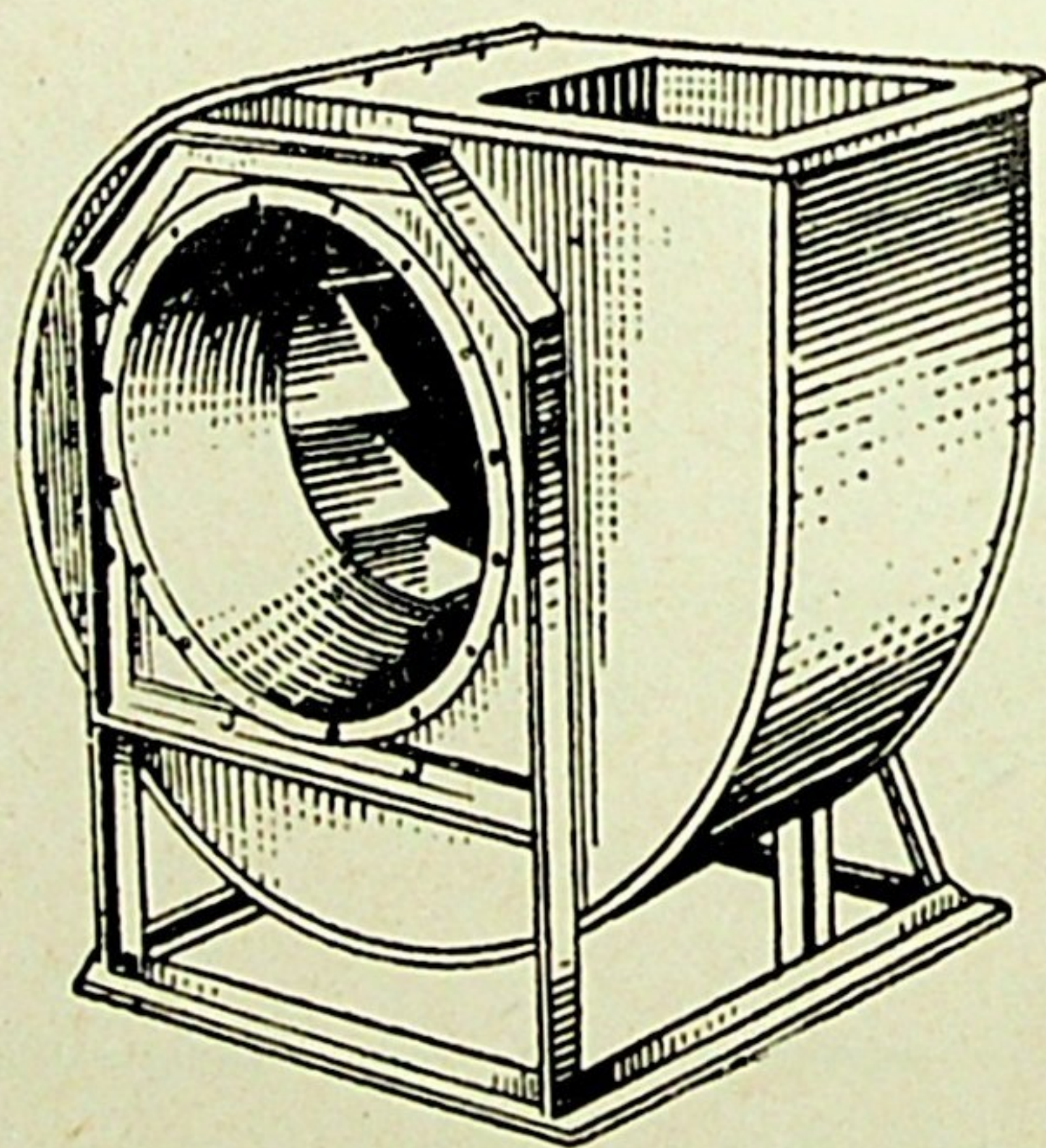
ნახ. VII.2

ცალკეული ჰაერის ჭავლები, რომლებიც ნიჩბებს შორის მოძრაობენ, სპირალურ გარსაცმში ერთდებიან საერთო ნაკადად. მიღებული ნაკადი გაფართოებული არხის საშუალებით მიემართება ვენტილატორის გამომშვები ხვრელისაკენ. სპირალურ გარსაცმში ჰაერის ნაკადის გაფართოების შედეგად დინამიკური წნევა ნაწილობრივ გარდაიქმნება სტატიკურ წნევად.

ცენტრიდანულ ვენტილატორებში წნევის კოეფიციენტის ψ მნიშვნელობა იცვლება 4-ჯერ (0,4-დან 1,5-მდე). კოეფიციენტის ასეთი ცვლილება ძირითადად გამოწვეულია ნიჩბების პირის გამოსვლის β_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 ვენტილატორებში გამოსვლის β_2 კუთხის მნიშვნელობა იცვლება 0-დან (რისინის ტიპის ვენტილატორები) 150° -მდე. ცხადია, წინ მოღუნული ნიჩბებით შეიძლება წნევის კოეფიციენტის მაღალი მნიშვნელობების მიღება.

ცენტრიდანული ვენტილატორები დაყოფილია დაბალი (100 კგ/მ²-მდე), საშუალო (300 კგ/მ²-მდე) და მაღალი წნევების ვენტილატორებად.

დაბალი წნევის ვენტილატორები ძირითადად გამოიყენება დიდი მოცულობის ჰაერის გადასადგილებლად (100 კგ/სმ²-მდე). მაგალითად, სამოქალაქო და სამრეწველო მომდენი და ამომწოვი ვენტილაციის დანადგარებში. მათი გეომეტრიული ზომები საკმაოდ დიდია. ამ ზომების შესამცირებლად დაბალი წნევის ვენტილატორებს 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.



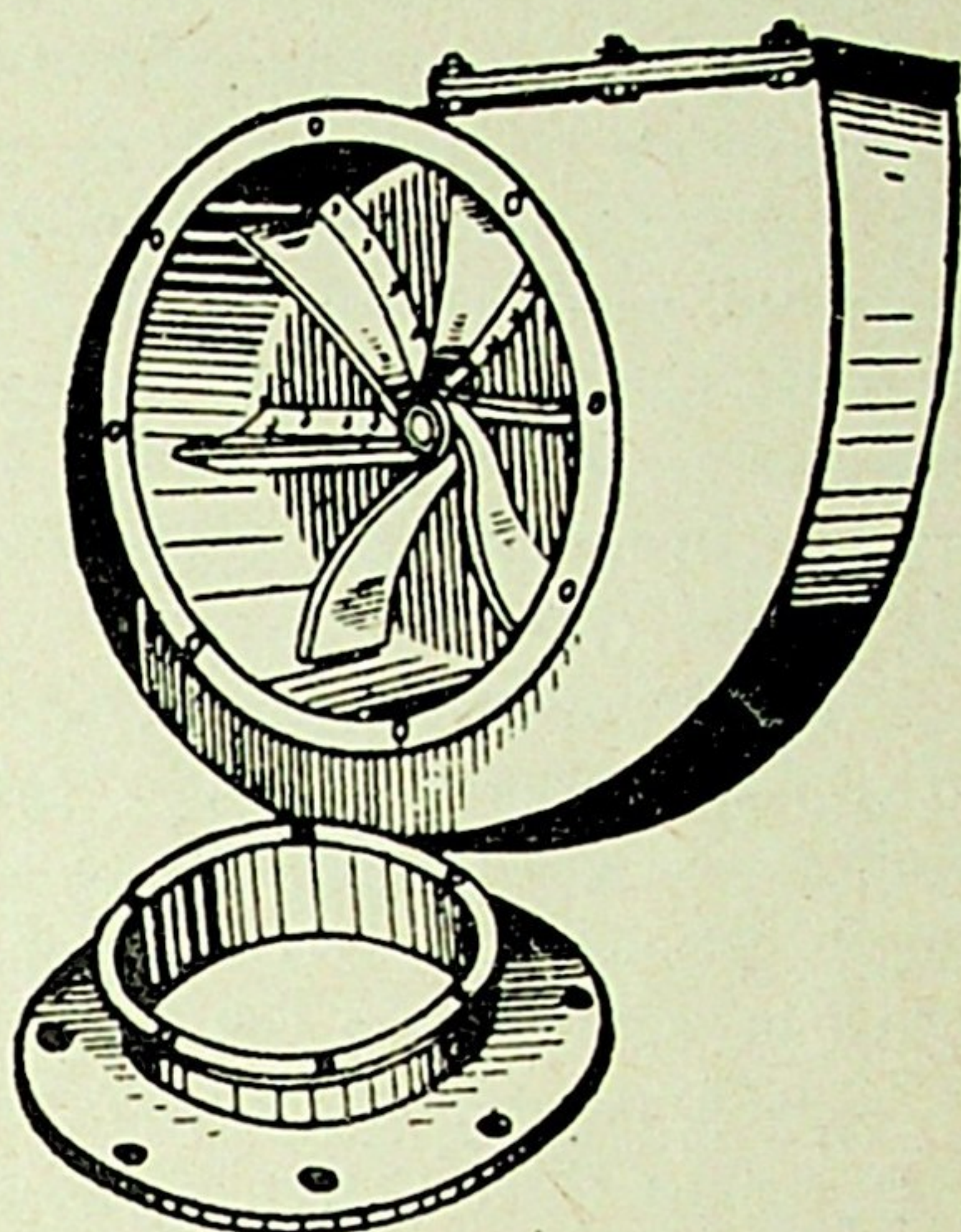
ნახ. VII.3

საშუალო წნევის ვენტილატორის გეომეტრიული ზომები ნაკლებია დაბალი წნევის ვენტილატორის გეომეტრიულ ზომებზე. ნიჩბების რაოდენობა არ აღემატება 24-ს და აქვს ტრაპეციისებრი ფორმა. ეს უკანასკნელი უზრუნველყოფს მუშა თვლის კონსტრუქციის სიხისტეს. საშუალო წნევის ვენტილატორები განსაკუთრებით გამოიყენება დატვირთიანებული ჰაერის გასაწოვად (II ტიპის ვენტილატორები, ნახ. VII.4). ექვსი გრძელი ნიჩბი ერთი ბოლოთი მაგრდება უშუალოდ მორგვზე, ხოლო მეორე ბოლო თავისუფალია,

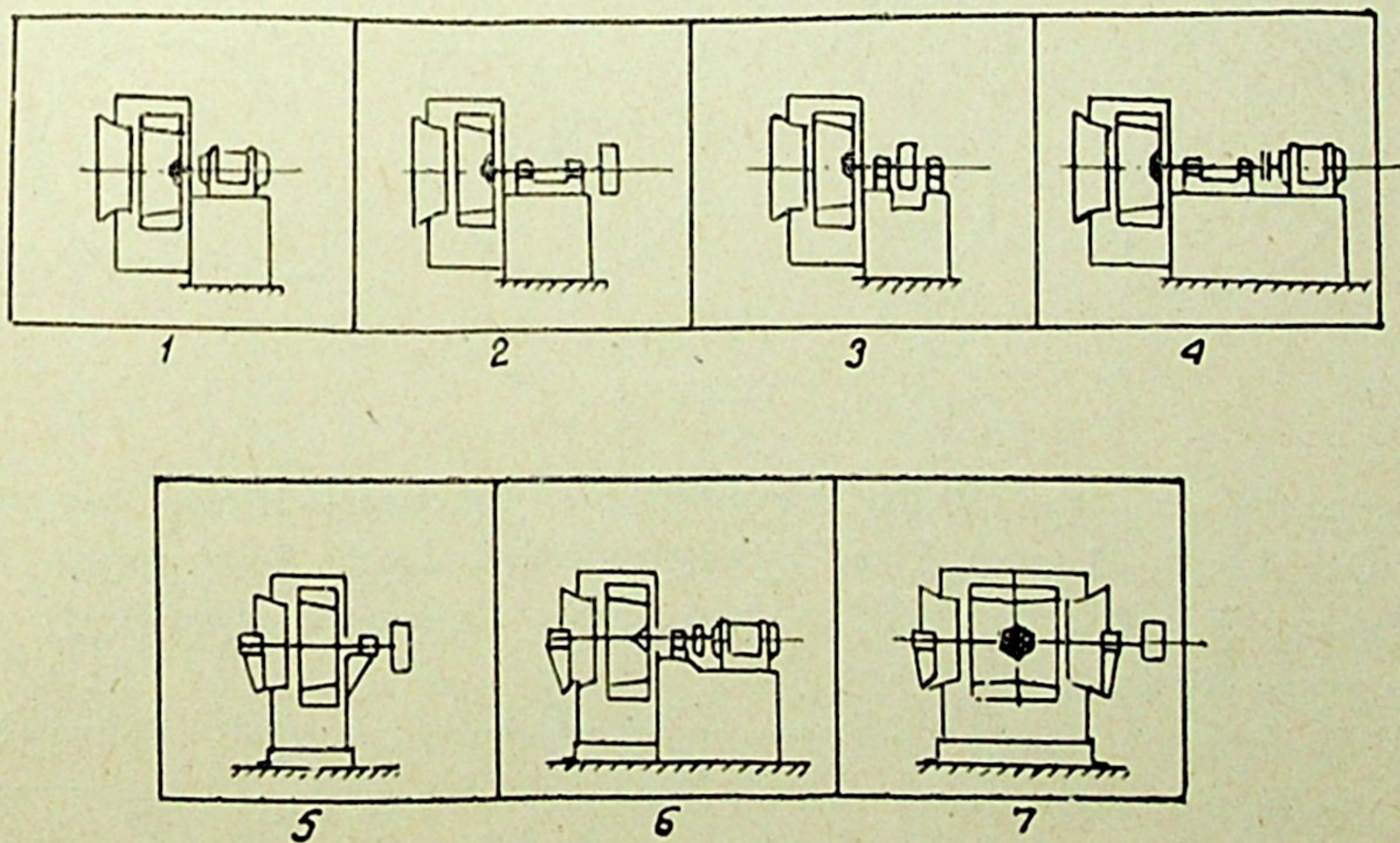
მათი პირი მოღუწულია წინ. მიღებული კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა თავიდან ავიცილოთ ვენტილატორის გამოგნესა მექანიკური მინარევებისაგან (ნახერხი, ბურბუშელა, მინერალური ბოჭკო და სხვა), უზრუნველყოფს მუშა თვლის საკმაო სიმტკიცეს და ამარტივებს ვენტილატორის კონსტრუქციას.

მტვრის ვენტილატორების გამოყენება, როგორც საერთოდ საშუალო წნევის ვენტილატორებისა, შეიძლება აგრეთვე მომდენი და ამომწოვი ვენტილაციის დანადგარებში და ნაწვი აირების გასაწოვად (კვამლსაწოვები). სიმტკიცის თვალსაზრისით საშუალო წნევის ვენტილატორებში ნიჰბიანი თვლის 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 მოღუწული ნიჰბები. მუშა თვლის დასაშვები ცენტრიდანული სიჩქარეები მიღებულია 100 მ/წმ. სავენტი-



ნახ. VII.4



ნახ. VII.5

ლაციო ტექნიკაში მაღალი წნევის ვენტილატორებმა გამოყენება ჰპოვეს პნევმოტრანსპორტში, როგორც ჰაერმბერმა მანქანებმა.

ცენტრიდანული ვენტილატორების ძრავებთან შეერთების კონსტრუქციული სქემები მოცემულია VII.5 ნახაზზე. ვენტილატორის შეერთება ძრავ-

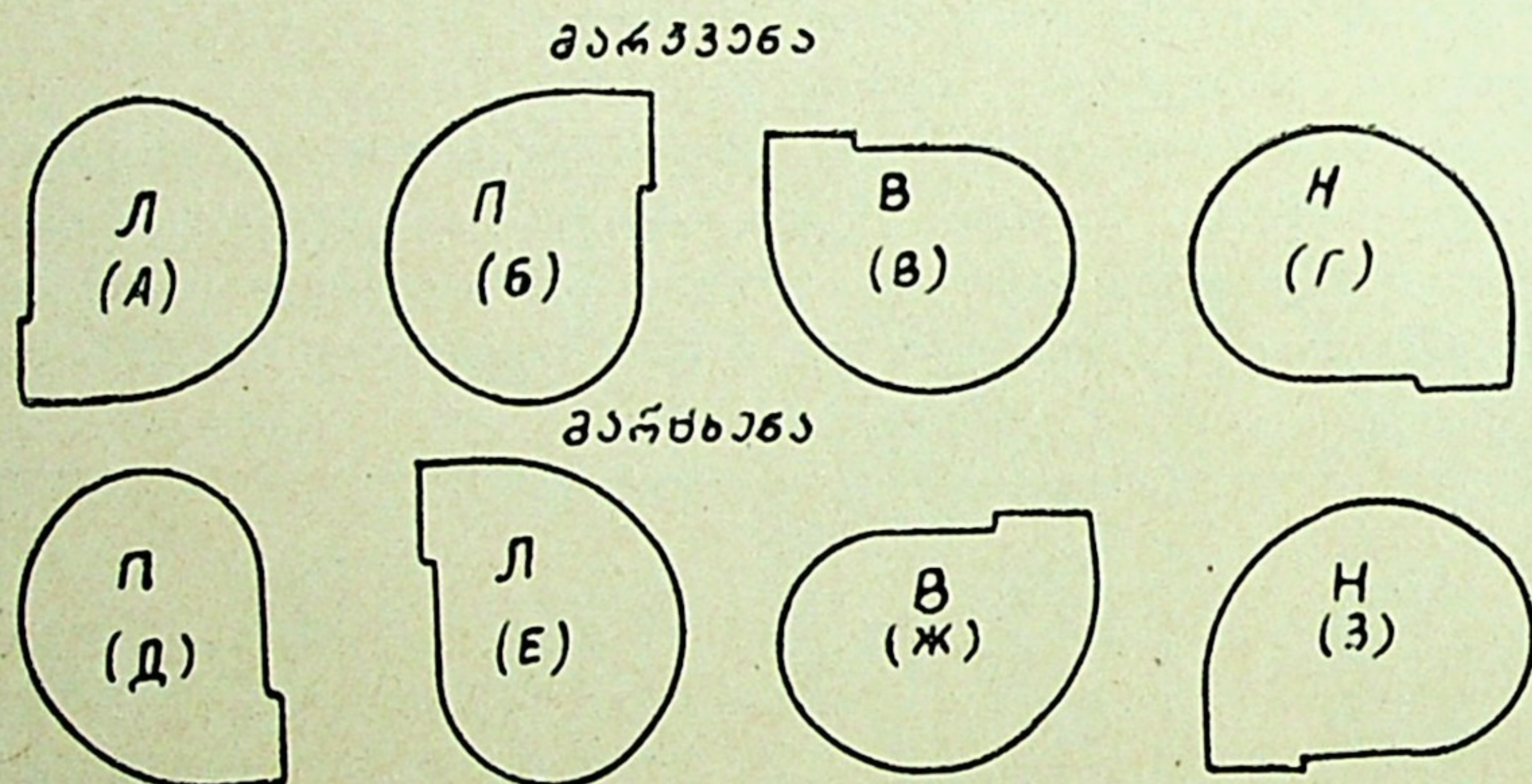
გასთან ღვედური გადაცემით შესაძლებელია ლილვზე საკისრებს შორის (ნახ. VII.5, პოზიცია 3) ან კონსოლურად (ნახ. VII.5, პოზიცია 2) შეკეების ჩამოცმით. სავენტილაციო ტექნიკაში იშვიათად გამოიყენება მეორე სქემა.

მუშა თვლის 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 უშუალოდ შეერთებული ძრავას ლილვთან, ეკონომიური, კომპაქტური და უხმაუროა (ნახ. VII.5, პოზიცია 1). თვლის 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 შეკევის მხრიდან), ხოლო მარცხენა ბრუნვისას მუშა თვალი მოძრაობს საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით.

ცენტრიდანული ვენტილატორების გარსაცმის მდგომარეობა აღინიშნება ლიტერებით (ნახ. VII.6). გარსაცმის ჰაერის გამოსვლის კვეთი, რომელიც მი-



ნახ. VII.6

მართულია ზემოთ, აღინიშნება В ლიტერით, ქვემოთა — Н-ით, მარჯვნივ — П-ით, მარცხნივ — Л ლიტერით. შესაძლოა არსებობდეს შუალედური მდგომარეობებიც: ВЛ, ВП, НЛ, НП. გარდა ამისა, საჭიროა აღნიშნული იყოს მუშა თვლის 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 აღნიშნულია:

1) ვენტილატორის ჯგუფი (დაბალი, საშუალო ან მაღალი წნევის; ასოებით „დწ“, „სწ“ და „მწ“).

2) ვენტილატორის კლასი (ჩვეულებრივი ცენტრიდანული — ასოთი II, სპეციალური მტვრის „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) ვენტილატორის 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.

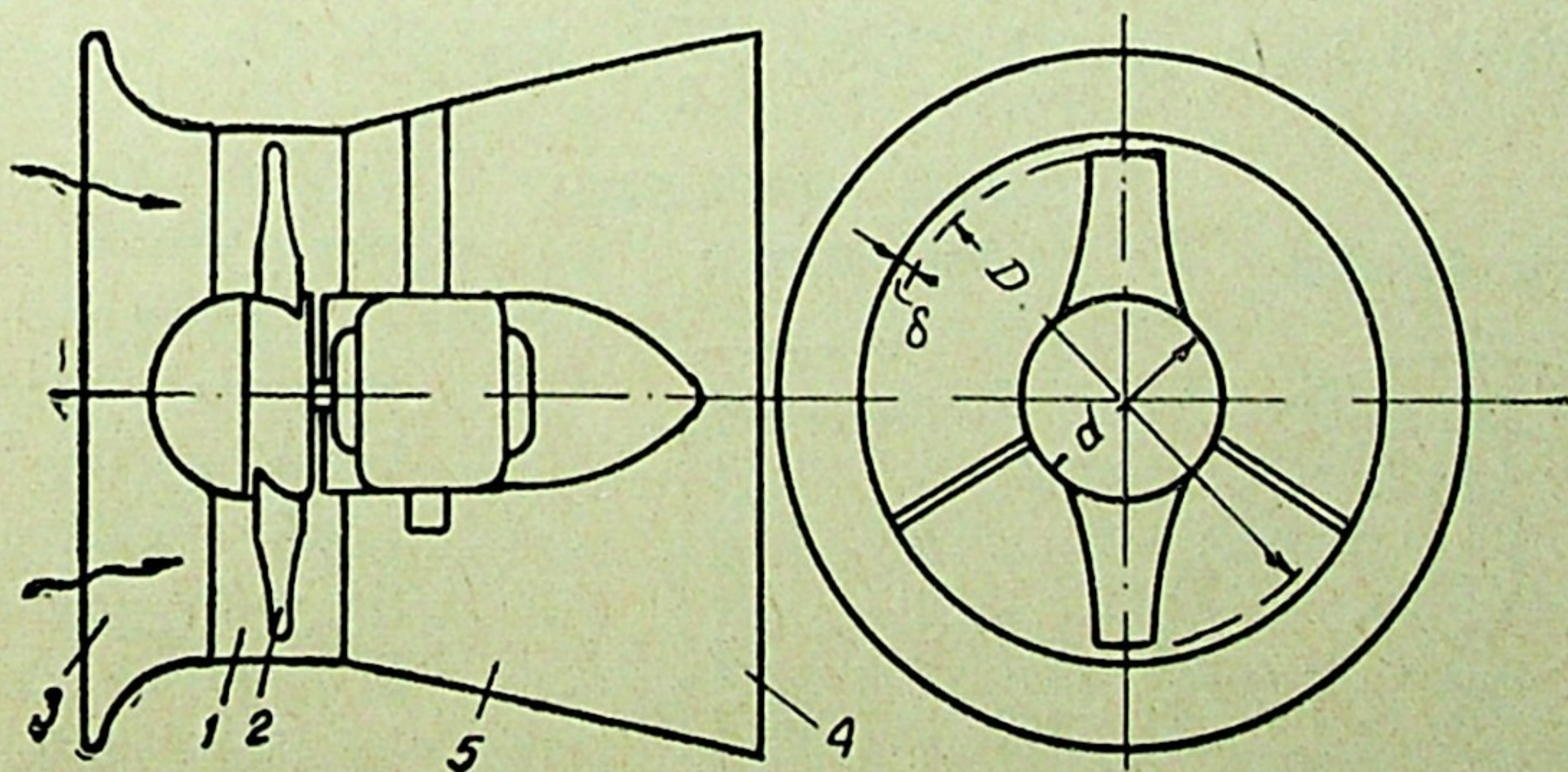
მაგალითად, დაბალი წნევის ცენტრიდანული ვენტილატორი № 4 წნევის კოეფიციენტით 0,5, ხვედრითი ბრუნთა რაოდენობით (სწრაფმავლობით) 49, მუშა თვლის უშუალო შეერთებით ელექტროძრავთან, მარცხენა ბრუნვით ნიშანდებული უნდა იყოს შემდეგი ინდექსით: „ვენტილატორი დ. წ. II 5—49, № 4, შესრულება 1, მარცხენა ГОСТ 5976—51“.

§ 27.

ღერძული ვენტილატორი

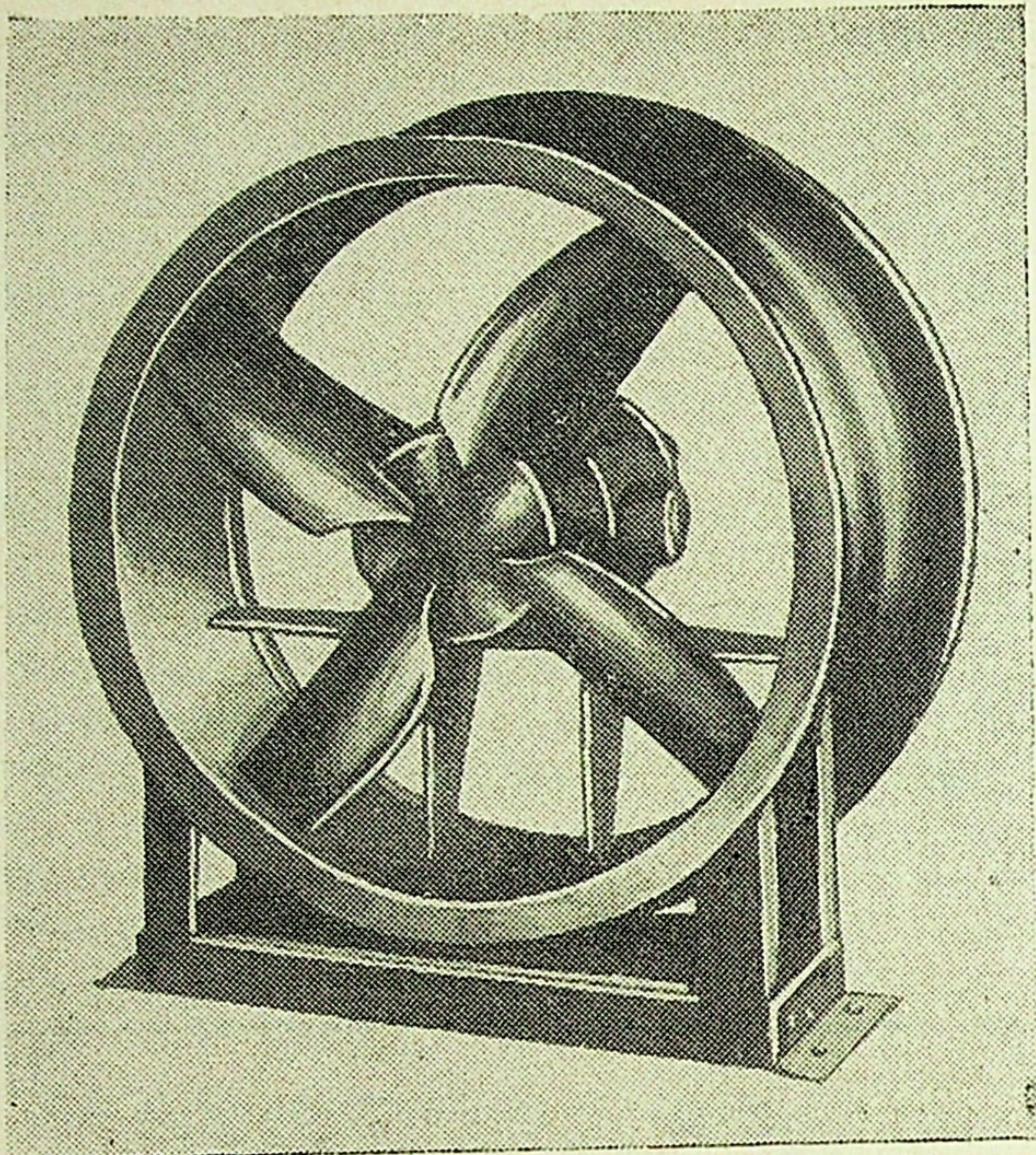
ჩვეულებრივი ღერძული ვენტილატორი წარმოადგენს (ნახ. VII.7) ცილინდრულ გარსაცმში 1 მოთავსებულ ნიჩბიან თვალს 2, რომლის ბრუნვის დროს ჰაერი ნიჩბების ზემოქმედებით გადაადგილდება ღერძული მიმართულებით.

მუშა თვალი, რომელიც წარმოადგენს ლითონის მილისაზე ჩამოცმულ ან მიღუღებულ ნიჩბებს, უმეტეს შემთხვევაში უშუალოდაა დამაგრებული ძრავ-



ნახ. VII.7

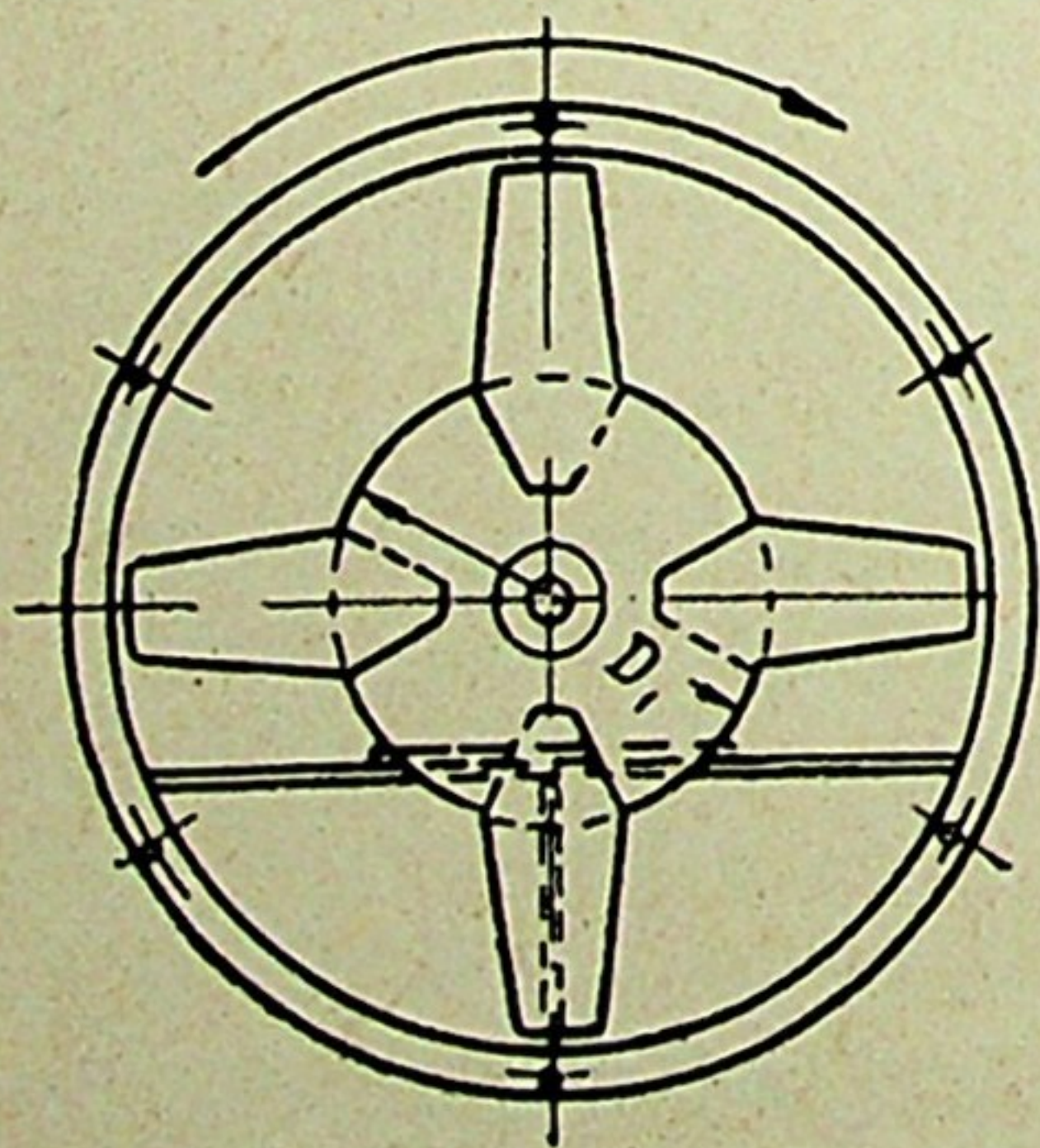
ვას ლილვზე (ნახ. VII.8), მაგალითად „MII“, „OMII“ ტიპების ყველა ვენტილატორში. ზოგ შემთხვევაში ძრავა გატანილია ჰაერის ნაკადიდან და თვალთან შეერთებულია ღვედური გადაცემით, მაგალითად „V“ ტიპის ვენტილატორში.



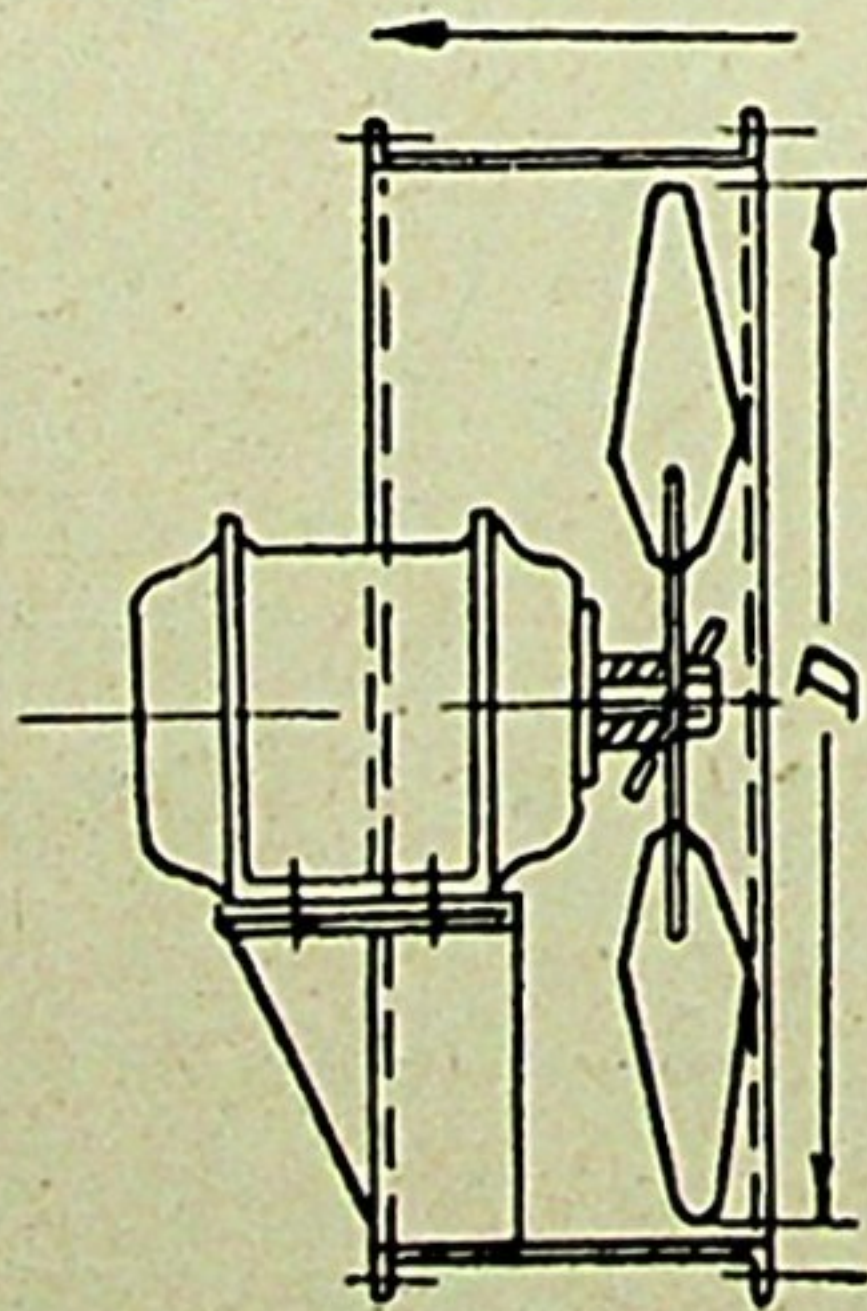
ნახ. VII.8

ღერძული ვენტილატორის ნორმალური ჰაერის დინამიკური მახასიათებლის შესაქმნელად საჭიროა მუშა თვალსა და ცილინდრულ გარსაცმს შორის დაცული იქნეს ღრეჩო δ . ამ ღრეჩოს მნაშვნელობა არ უნდა აღემატებოდეს ნიჩბის სიგრძის 1,5%-ს, ე. ი. $\delta < 0,015 \frac{D-d}{2}$, სადაც D მუშა თვლის დიამეტრია, d — მილისის დიამეტრი.

ბრუნვის მიმართულება



ჰაერის მოძრაობის
მიმართულება



ნახ. VII.9

მეტრია, d — მილისის დიამეტრი.

ღერძული ვენტილატორი, ცენტრიდანული ვენტილატორისაგან განსხვავებით, რევერსიულია, რადგანაც თვლის ბრუნვის მიმართულების ცვლილება იწვევს ჰაერის ნაკადის მიმართულების შეცვლას. თუ ნიჩბის პროფილი არასიმეტრიულია, მაშინ მკვეთრად ეცემა ვენტილატორის მწარმოებლობა. ზოგიერთ სერიაში, მაგალითად „Y“ ტიპის ვენტილატორის მწარმოებლობა.

ტილატორში, ნიჩბებს სიმეტრიული პროფილი აქვთ. ცხადია, ასეთი საჭიროებების მწარმოებლობა არ არის დამოკიდებული თვლის ბრუნვის მიმართულებაზე.

ღერძული ვენტილატორის გამოყენება რეკომენდებულია ჰაერის დიდი მოცულობების მისაწოდებლად დაბალი წნევების შემთხვევებში ($10-30 \text{ კგ/მ}^2$). მისი მქკ მეტია ცენტრიდანული ვენტილატორის მქკ ზე.

ერთი სერიის ღერძულ ვენტილატორებს ერთმანეთისაგან არჩევენ მუშა თვლის დიამეტრის ზომებით. ისე როგორც ცენტრიდანულ ვენტილატორებში, აქაც ნომერი აღნიშნავს ნიჩბიანი თვლის დიამეტრის ზომას დეციმეტრებში. სახელმწიფო სტანდარტის მიხედვით სავენტილაციო ტექნიკაში გამოყენებულია „ЦАГИ“, „МЦ“, „ОВМ“ და „У“ სერიის ღერძული ვენტილატორები (ნახ. VII.7, 8 და 9).

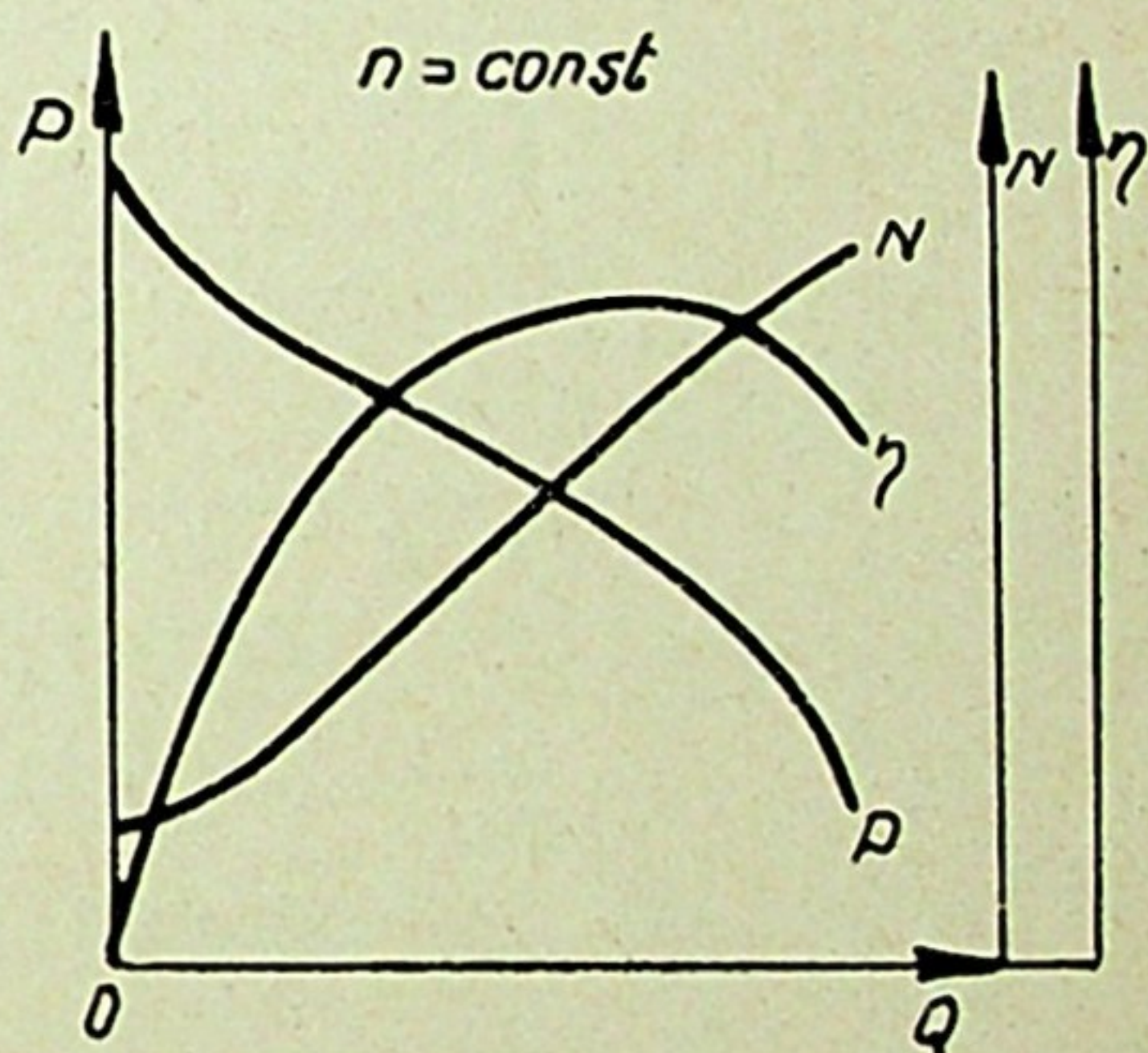
§ 28.

ვენტილატორის მახასიათებელი

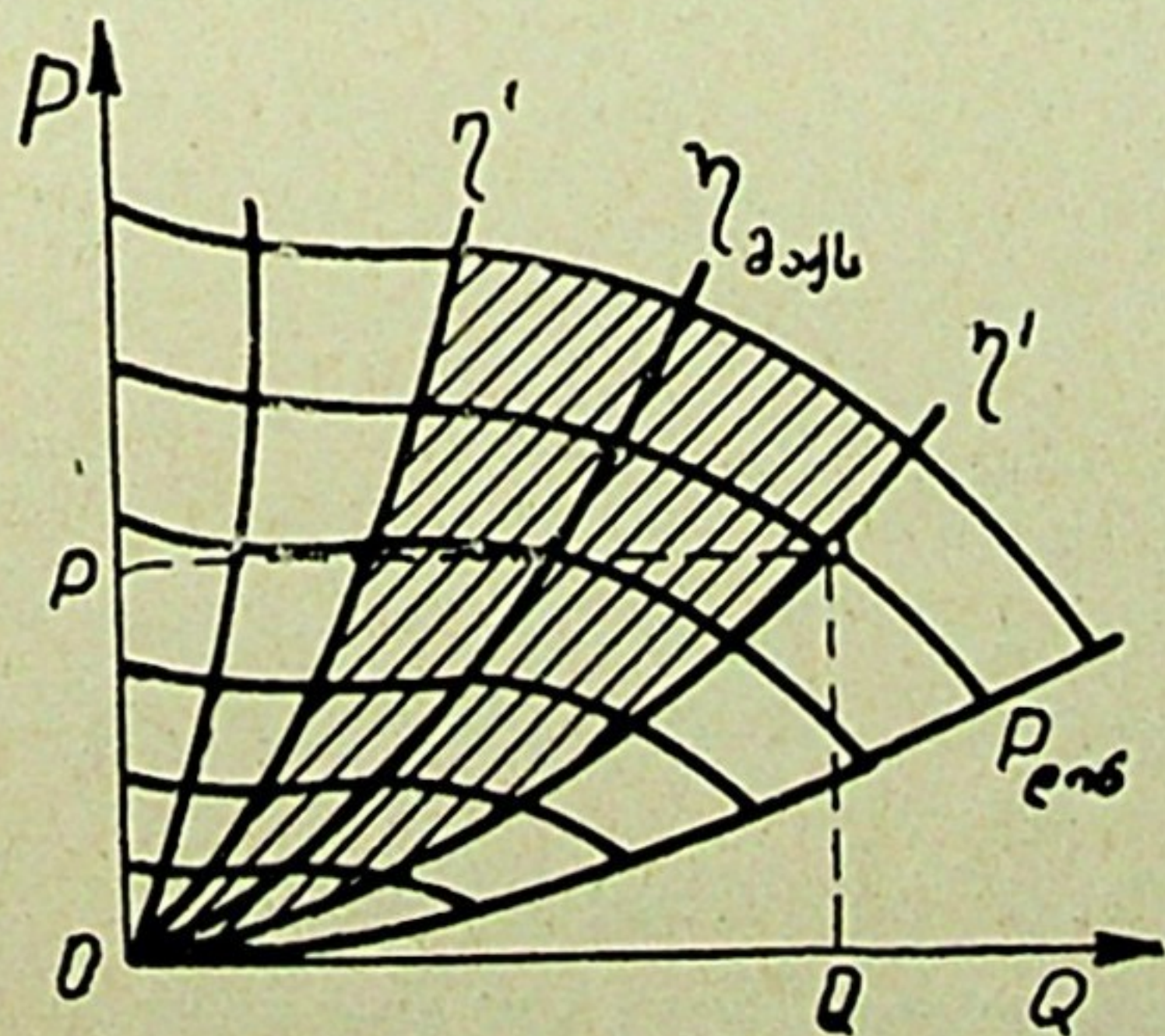
ვენტილატორის მახასიათებელი გრაფიკულად გამოსახავს კავშირს მისი მუშაობის ძირითად პარამეტრებს შორის. ჩვეულებრივ, სავენტილაციო ტექნიკაში მახასიათებლები მოცემულია გრაფიკების სახით (ნახ. VII.10), სადაც აბსცისთა ღერძზე დატანილია ვენტილატორის მწარმოებლობა, ხოლო ორდინატთა ღერძზე — წნევის, სიმძლავრისა და მქკ-ების 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. ამჟამად ტექნიკაში გამოყენებულია ინდივიდუალური (უნივერსალური) მახასიათებლები, რომელთა აგება წარმოებს PQ კოორდინატთა სისტემაში (ნახ. VII.11). კოორდინატთა ბადეზე დატანილია წნევის მრუდები სხვადასხვა ბრუნთა რაოდენობისათვის და მარგი ქმედების 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-



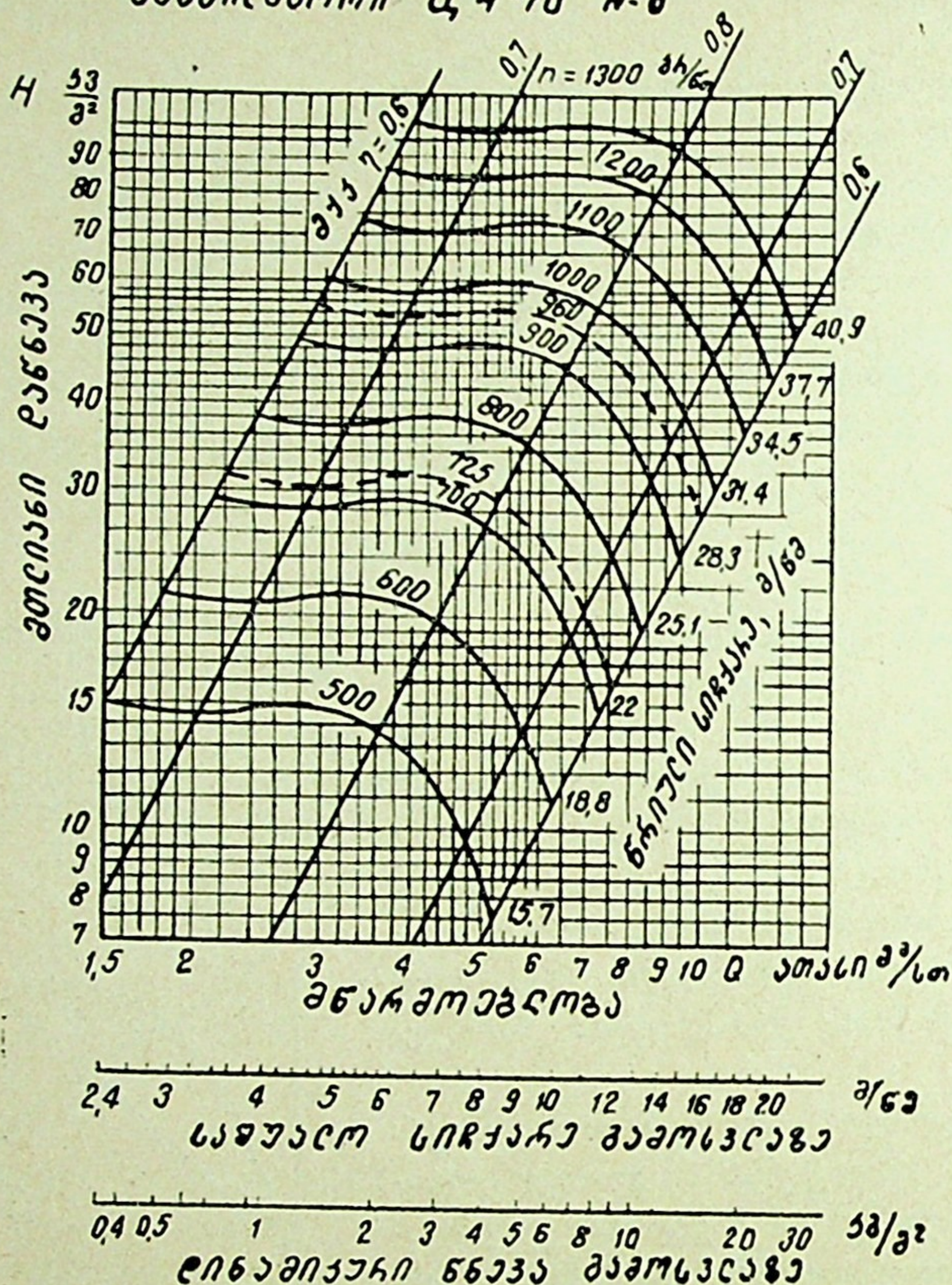
ნახ. VII.10



ნახ. VII.11

ნელლობის მრუდს ($P=P_{\text{დინ}}$ და $Q=Q_{\text{მაქ}}$). როგორც VII.12 და VII.13 ნახაზე-

ჰენტილატორი Ц 4-70 № 6



ნახ. VII.12

ბიდან ჩანს, მახასიათებლების აბსცისთა ღერძზე დატანილია ვენტილატორის მწარმოებლობა ($\text{მ}^3/\text{სთ}$), ხოლო ორდინატთა ღერძზე — წნევის მნიშვნელობები ($\text{კგ}/\text{მ}^2$).

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, $\text{მ}^3/\text{სთ}$ -ობით;

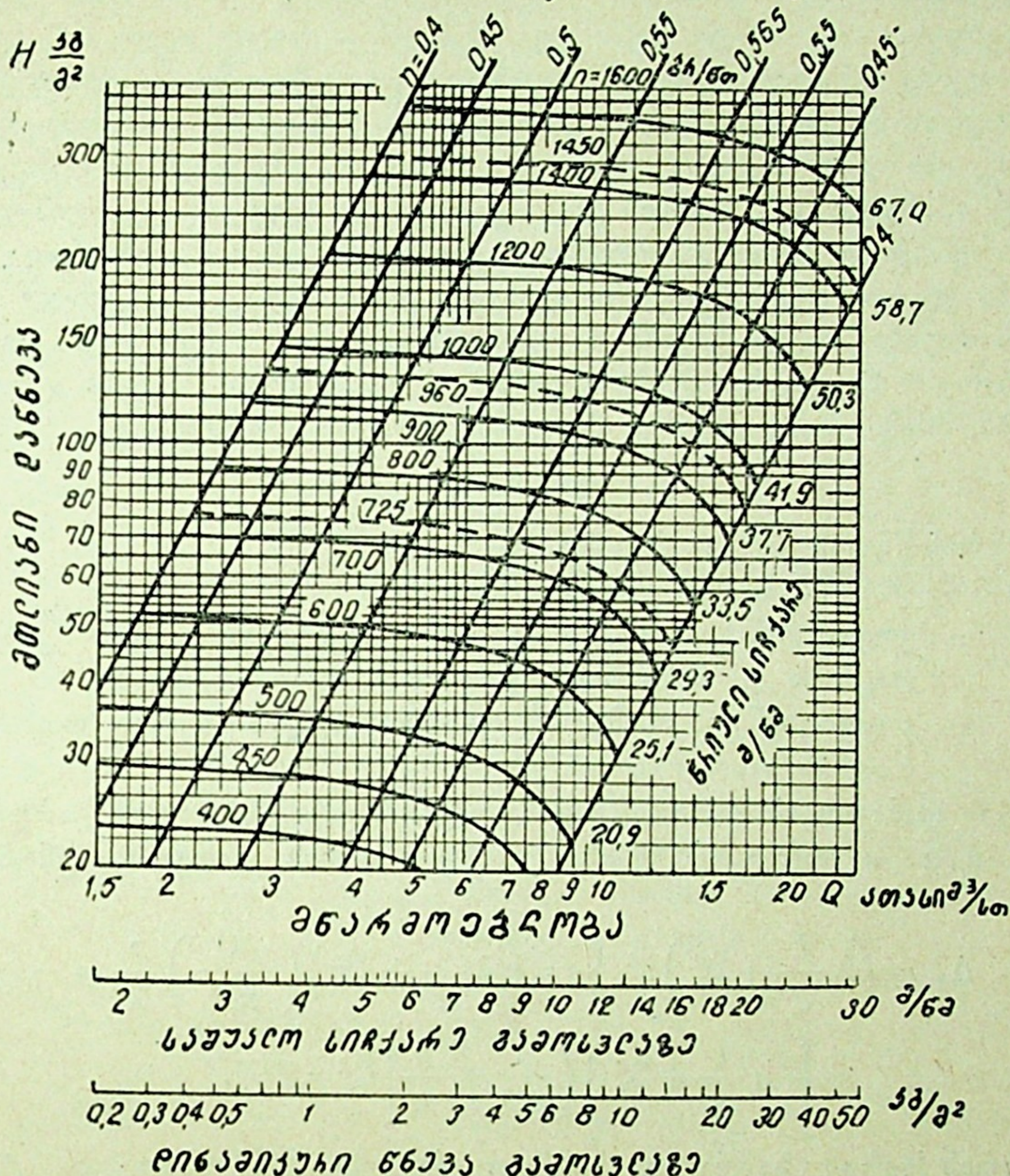
P — ვენტილატორის მიერ განვითარებული წნევა, $\text{კგ}/\text{მ}^2$ -ობით;

n — ბრუნთა რაოდენობა, ბრ/წთ-ობით;

D — მუშა თვლის დიამეტრი, მ-ობით;

ρ — ჰაერის სიმკვრივე, $\text{კგ. წმ}^3/\text{მ}^3$ -ობით.

ვენტილაციური ცი 7-40 № 8



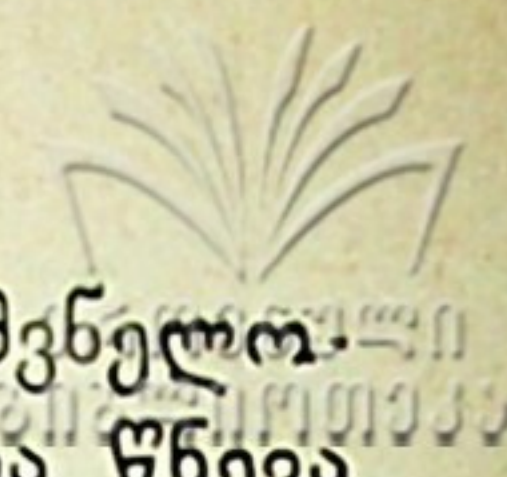
ნახ. VII.13

ზემომოყვანილი განტოლებები საშუალებას გვაძლევს სერვისის მოვლი რი-
გი გეომეტრიულად მსგავსი ვენტილატორებისთვის ($\psi = \text{const}$ და $\eta = \text{const}$)
გამოვთვალოთ წნევა და სიმძლავრე ძირითადი პარამეტრების ცვლილების მი-
ხედვით. მაგალითად, თუ საჭიროა ვენტილატორის მიერ გადასადგილებელი
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 $1,5^3 \approx 3,25$ -ჯერ და ა. შ. პირო-
ბის თანახმად, გეომეტრიული ზომები (D) უცვლელია და გაანგარიშებას ვა-
წარმოებთ ჰაერის მუდმივი სიმკვრივისთვის.

§ 29.

ქსელის მახასიათებელი და ვენტილაციური შეჩივრა

ვენტილატორის მახასიათებლის განხილვიდან ჩანს, რომ ერთსა და იმა-
ვე სერვისის ვენტილატორებს მუდმივი ბრუნთა რიცხვის შემთხვევაში შეიძლე-
ბ. გ. დარჩიდა



ბა ჰქონდეთ სხვადასხვა მწარმოებლობა და შეუძლიათ სხვადასხვა მნიშვნელობის წნევის შექმნა. მეორე მხრივ, ვენტილატორის მწარმოებლობა და წნევა დამოკიდებულია არა მარტო მუშა თვლის ბრუნთა რიცხვსა და მის გეომეტრიულ ზომებზე, არამედ აგრეთვე სავენტილაციო ქსელზე (ჰაერსადენებზე). ქსელში ჰაერის მოძრაობის დროს წარმოიშობა წინაღობა, რომლის გადასალახვადაც იხარჯება ნაკადის მექანიკური ენერგია. ენერგიის ის რაოდენობა, რომელიც იხარჯება 1 მ³ სითხის გადაადგილებაზე, ჩვეულებრივ, გამოისახება წნევის ვარდნილით ΔP კგ/მ². როგორც ცნობილია, წნევის ვარდნილი განისაზღვრება ქსელის ჰიდრავლიკური გაანგარიშების შედეგად. მიღებულ შედეგს $P-Q$ კოორდინატთა სისტემაში შეესაბამება გარკვეული წერტილი. მოცემულ ქსელში ხარჯის სხვადასხვა მნიშვნელობა იძლევა წნევის კარგვის ცვალებად სიდიდეებს, რომელთა გამოსახვა შეიძლება შემდეგი ფორმულით

$$P = KQ^n, \quad (7.6)$$

- სადაც P არის წნევის კარგვა ქსელში, კგ/მ²-ობით;
 Q — ქსელში ჰაერის ხარჯი, მ³/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

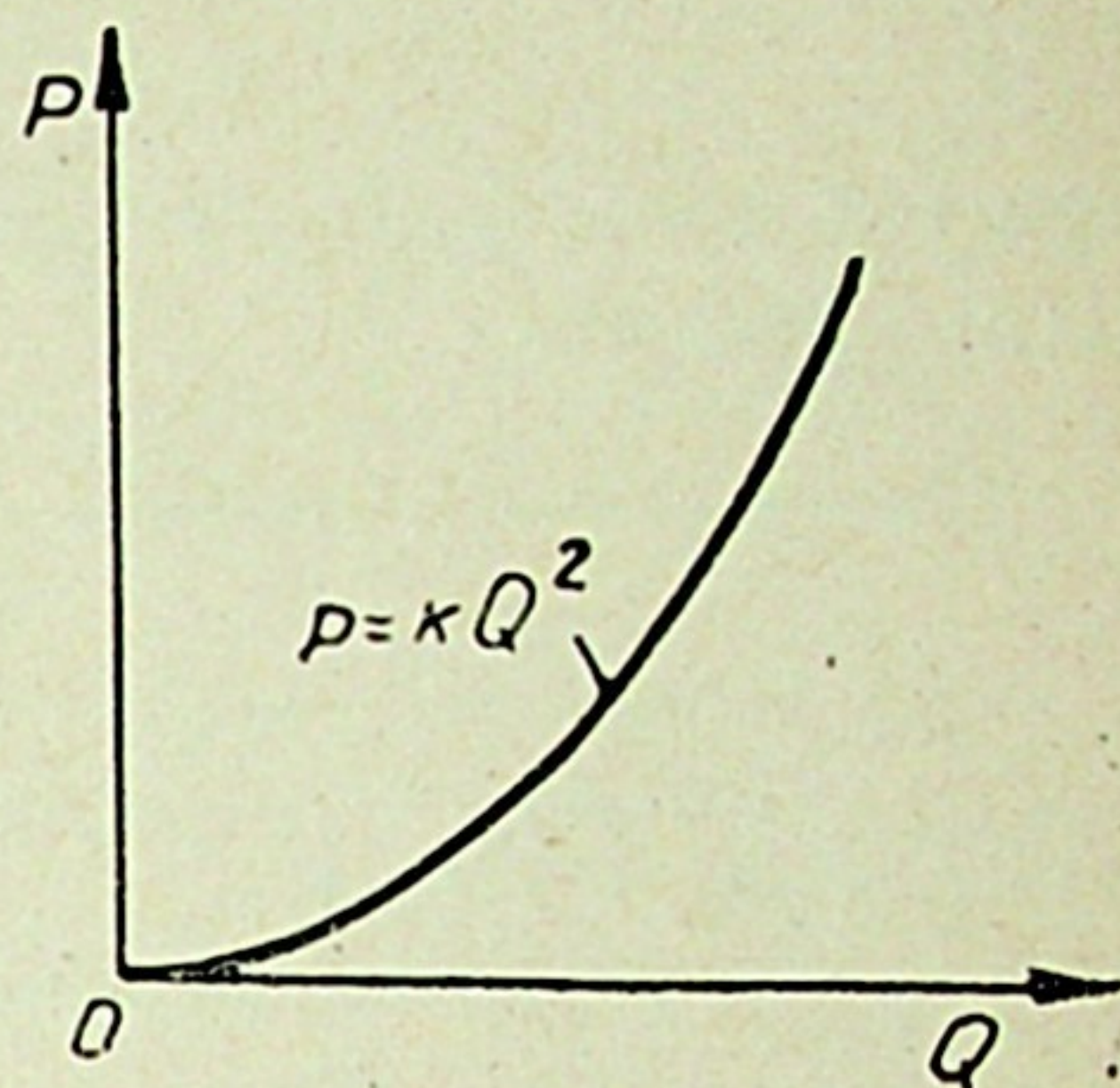
$$v = \left(\frac{4Q}{\pi d^2} \right)^2;$$

- l — ქსელის სიგრძე, მ-ობით;
 d — ჰაერსადენის განივკვეთის ეკვივალენტური დიამეტრი, მ-ობით;
 λ — ხახუნის წინააღობის კოეფიციენტი;
 ξ — ადგილობრივი წინააღობის 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

მუდმივი სიდიდეა. რაც უფრო რთულია ქსელი, მით უფრო მეტია კოეფიციენტის მნიშვნელობა. როგორც (7.7) განტოლებიდან ჩანს, მწარმოებლობის ხარისხის მაჩვენებელი n სავენტილაციო სისტემებისთვის ტოლია $n \cong 2$, ე. ი. ქსელის მახასიათებელი წარმოადგენს $P-Q$ კოორდინატთა სისტემის სათავედან გამომავალ კვადრატულ პარაბოლას (ნახ. VII.14). განხილული კანონზომიერება P -სა და Q -ს შორის საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ვენტილატორის მწარმოებლობა მოცემულ ბრუნთა რიცხვის დროს დამოკიდებულია ქსელის ჰიდრავლიკურ მახასიათებელზე. ამასთან დაკავშირებით ვენტილატორის შერჩევის დროს საჭიროა ქსელის ჰიდრავლიკური 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

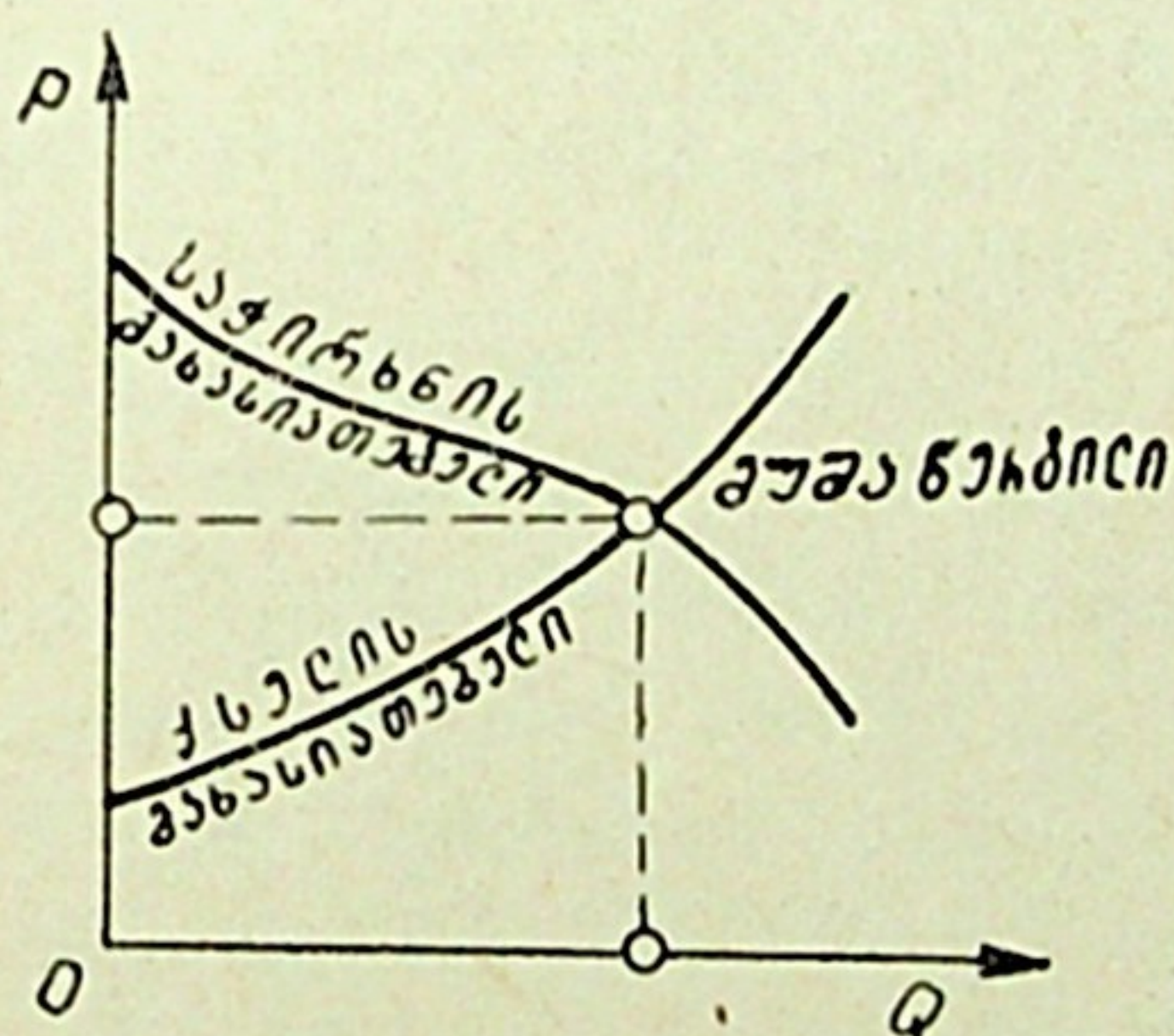


ნახ. VII.14

$$N = \frac{QP}{102 \eta_3 3600 \eta_{\text{გად}}}, \quad (7.8)$$

სადაც Q არის ვენტილატორის მწარმოებლობა, მ³/სთ-ობით;

P — ვენტილატორის მიერ განვითარებული წნევა, კგ/მ²-ობით.



ნახ. VII.15

ვენტილატორების მახასიათებლები შედგენილია ჰაერის ნორმალური პირობებისთვის, ე. ი. როდესაც $t=20^{\circ}\text{C}$, $\gamma=1,2$ კგ/მ³, $B=760$ მმ ვერცხ. წყ. სვ. და $\varphi=50\%$. იმ შემთხვევაში, თუ აირის პარამეტრები განსხვავებულია ნორმალური პირობებისაგან, მაშინ სრული წნევა P_1 იანგარიშება ფორმულით

$$P_1 = P \frac{273+t}{293} \cdot \frac{760}{13} \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_2},$$

სადაც P არის ქსელის საანგარიშო წინაღობა კგ/მ²-ობით;

t — აირის ტემპერატურა;

B — ბარომეტრული წნევა, მმ ვერცხ. წყ. სვ.-ობით;

γ_1 — ჰაერის ხვედრითი წონა ნორმალურ პირობებში;

γ_2 — აირის ხვედრითი წონა იმავე პირობებში.

7.8 ფორმულაში η_3 ვენტილატორის მქკ, ხოლო $\eta_{\text{გად}}$ გადაცემის მქკ-ია, რომლის რიცხობრივი მნიშვნელობები მოცემულია VII.1 ცხრილში.

ცხრილი VII.1

გადაცემის დასახელება	$\eta_{\text{გად}}$ მქკ მნიშვნელობა
1. ძრავასთან უშუალო შეერთებით	1,0
2. ძრავასთან ქუროს საშუალებით შეერთებით	0,98
3. სოლლვედური გადაცემით	0,95
4. ბრტყელდვედური გადაცემით	0,90



ელექტროძრავის დადგმული სიმძლავრის განსაზღვრავად საჭიროა
 7.8 ფორმულა შესწორდეს მარაგის კოეფიციენტით, მაშინ

$$N_{\text{ღამ}} = K N, \quad (7.9)$$

სადაც K არის მარაგის კოეფიციენტი და მისი მნიშვნელობა მოცემულია VII.2 ცხრილში.

ცხრილი VII.2

ელექტროძრავის ლილვზე სიმძლავრის მნიშვნელობა კილოვატობით	მარაგის კოეფიციენტის მნიშვნელობანი	
	ცენტრიდანული ვენტილატორები	ღერძული ვენტილატორები
$\leq 0,5$	1,5	1,2
$0,51 \leq 1$	1,3	1,15
$1,01 \leq 2$	1,2	1,1
$2,01 \leq 5$	1,15	1,05
5-ზე ზევით	1,1	1,05

ელექტროძრავის ტიპი უნდა შეირჩეს საექსპლუატაციო პირობების გათვალისწინებით (ტემპერატურა, ტენიანობა, მტვერი, ორთქლი და სხვ.).

ცენტრიდანული ვენტილატორის შერჩევის მაგალითი.

საჭიროა შეირჩეს II 9—55 ტიპის ცენტრიდანული ვენტილატორი მაქსიმალური მარგი ქმედების კოეფიციენტით, თუ მწარმოებლობა $Q = 60000 \text{ მ}^3/\text{სთ}$ და წნევა $P = 100 \text{ კგ/მ}^2$, ჰაერის ტემპერატურა $t = 20,0^\circ\text{C}$.

ზემოთ მოცემულ პირობებს აკმაყოფილებს II 9—55 ტიპის № 16 ცენტრიდანული ვენტილატორი, რომელსაც $Q = 60000 \text{ მ}^3/\text{სთ}$ და $P = 100 \text{ კგ/მ}^2$ დროს მქკ-ის მნიშვნელობა აქვს $\eta = 0,62$ -ის ტოლი (ვიღებთ გრაფიკებიდან ნახ. VII.13). როგორც მახასიათებლიდან ჩანს, ამ ნომრის ვენტილატორის მაქსიმალური მქკ $\eta_{\text{მაქ}} = 0,64$. მოცემულ მწარმოებლობას შეესაბამება ქსელში ჰაერის ხარჯი, ხოლო წნევას — ჰაერის წინაღობა ქსელში. ამასთან დაკავშირებით მე-12 ნომრის ვენტილატორის მახასიათებელზე ვპოულობთ მწარმოებლობისა და წნევის გადაკვეთის წერტილს; მიღებული მუშა წერტილის საშუალებით ვპოულობთ ბრუნთა რიცხვს $n = 400 \text{ ბრ/წთ}$ და ვენტილატორის მუშა თვლის წრიულ სიჩქარეს $U = 29,3 \text{ ბრ/წთ}$. გარდა ამისა, დამატებითი ჰორიზონტალური რკალებით შესაძლოა განისაზღვროს ჰაერის საშუალო სიჩქარე ვენტილატორის გამოსვლის კვეთში, რომელიც ჩვენი შემთხვევისთვის ტოლია $v = 18 \text{ მ/წმ}$, ხოლო ამავე კვეთში სრული წნევის მნიშვნელობა $P_{\text{სრ}} = 19 \text{ კგ/მ}^2$.

სოლღვედური 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

$$N_{\text{ღამ}} = N K = 28,0 \cdot 1,1 = 30,8 \text{ კვტ.}$$

მიღებული სიმძლავრის მიხედვით კატალოგებიდან ხდება ელექტროძრავის შერჩევა,

ჰაერის გაწმენდა

§ 30.

ჰაერის გაწმენდის მნიშვნელობა

ჰაერის გაწმენდას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს იმ ღონისძიებათა შორის, რომლებიც მიმართულია სათავსის ჰაერისა და ქალაქებისა და დასახლებული ადგილების საჰაერო აუზის სისუფთავის დასაცავად.

გაწმენდას საჭიროებს: 1) სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერი, რომელიც შეიცავს მტვრის დიდ კონცენტრაციას ან ტოქსიკურ მავნეობებს; 2) სათავსში მისაწოდებელი გარე ჰაერი, თუ მასში მტვრის კონცენტრაცია დასაშვებზე მეტია; 3) შიგა ჰაერი, თუ იგი სითბოს ეკონომიის მიზნით ერევა სათავსში შესაყვან გარე ჰაერს.

არსებული სანიტარული ნორმების თანახმად დადგენილია სათავსიდან ამოწოვილი და მიწოდებული ჰაერის გაწმენდის პირობები. სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის მტვრისაგან გაწმენდა დამოკიდებულია სამრეწველო შენობების მუშა ზონის ჰაერში მტვრის დასაშვებ კონცენტრაციაზე, რომელთა მნიშვნელობები მოცემულია VIII.1 ცხრილში. სამრეწველო შენობების მუშა ზონის ჰაერში მტვრის დასაშვები კონცენტრაცია კი დამოკიდებულია იმ მტვრის სახეობაზე, რომელიც გამოიყოფა ტექნოლოგიური პროცესების დროს. მაგალითად, თუ მუშა ზონის ჰაერში არის მტვერი, რომელიც 70%-ზე მეტ კრისტალურ SiO_2 -ს შეიცავს, მტვრის დასაშვები კონცენტრაცია 1-ის ტოლია; თუ SiO_2 -ის შემცველობა 10%-დან 70%-მდეა, მაშინ მტვრის დასაშვები კონცენტრაცია 2-ის ტოლია; ცემენტის, თიხის, მინერალებისა და მათი შენაერთების არსებობის დროს — 6-ისა და ა. შ.

ც ხ რ ი ლ ი VIII.1

სამრეწველო შენობების მუშა ზონის ჰაერში მტვრის დასაშვები კონცენტრაცია, მგ/მ ³ -ობით	ატმოსფეროში გატყორცნილ ჰაერში მტვრის დასაშვები კონცენტრაცია, მგ/მ ³ -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 (მომწამლავი გაზი 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 მომწამლავ მავნეობებთან, როგორიცაა 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. „ჭავჭავი გატყორცნით“ გავიყვანოთ ატმოსფეროს მაღალ ფენებში.

სათავსში მისაწოდებელი გარე ჰაერის გაწმენდა მტვრისაგან აუცილებელია ისეთი სამრეწველო შენობებისათვის, რომელთაც აქვთ განსაკუთრებული ტექნოლოგიური მოთხოვნები (ზუსტი ხელსაწყოებისა და მანქანათმშენებლობის, ქიმიური წარმოების ქარხნები და სხვ.), და იმ შემთხვევაში, როდესაც შესაყვან ჰაერში მტვრის კონცენტრაცია სათავსის მუშა ზონის ჰაერში მტვრის დასაშვები კონცენტრაციის 30%-ზე მეტია. საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებში შესაყვანი ჰაერის გაწმენდა უნდა იყოს დასაბუთებული. ტბებისა და ზღვების სანაპიროზე, მთიან ადგილებში, სადაც ჰაერი თავისთავად სუფთაა, სათავსებისათვის მისაწოდებელი ჰაერი გაწმენდას არ საჭიროებს.

§ 31.

ჰაერის გაწმენდის კოეფიციენტი

მტვერი შეიძლება იყოს მშრალი, ბოჭკოვანი, წებვადი, ჰიგროსკოპული და სხვ. მტვრის ნაწილაკების სიდიდის, ანუ დისპერსიულობის მიხედვით მტვერს პირობითად ყოფენ შემდეგ კატეგორიებად:

წვრილი მტვერი 100 მიკრონამდე სიდიდის ნაწილაკებით,

საშუალო მტვერი 100—200 მიკრონამდე სიდიდის ნაწილაკებით,

მსხვილი მტვერი 200 მიკრონზე მეტი სიდიდის ნაწილაკებით.

ჰაერის მტვერგამწმენდი მოწყობილობები შეიარჩევა შემდეგი ფაქტორების გათვალისწინებით: ა) მტვრის ნაწილაკების სიდიდით, ბ) ჰაერის გაწმენდის საჭირო ხარისხითა და მტვრის თვისებებით, გ) ჰაერის საწყისი მტვერ-შემცველობით. მტვერგამწმენდი მოწყობილობები შეიძლება იყოს: ჰაერის უხეში გაწმენდის, როდესაც მას შეუძლია მტვრის 100 მიკრონზე მეტი სიდიდის, საშუალო გაწმენდის — $10 \div 100$ მიკრონამდე სიდიდისა და წმინდა გაწმენდის — 10 მიკრონამდე სიდიდის ნაწილაკების დაჭერა.

მტვერგამწმენდი მოწყობილობების გაწმენდის კოეფიციენტი, ანუ გაწმენდის ხარისხი ეწოდება მის მიერ დაჭერილი მტვრის წონის შეფარდებას გასაწმენდ ჰაერში არსებული მტვრის 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 მტვრის წონა მგ/მ³-ობით,
 G_2 — გაწმენდილ ჰაერში დარჩენილი მტვრის წონა მგ/მ³-ობით.

ზოგ შემთხვევაში, როდესაც საქმე გვაქვს ტოქსიკური მტვრის 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 η_1 და η_2 არის ჰაერის გაწმენდის კოეფიციენტები შესაბამისად პირველი და მეორე რიგისათვის.

ჰაერის მტვერსაწმენდი მოწყობილობები მტვრის დაჭერის ხერხის მიხედვით შეიძლება პირობითად დაიყოს შემდეგ ჯგუფებად:

1) მტვერსალექი კამერები, სადაც მტვრის დალექვა ხდება სიმძიმის ძალის მოქმედებით;

2) ციკლონები და როტაციული მტვერგამომყოფები, რომელთა მუშაობა დამყარებულია ცენტრიდანული ძალების გამოყენებაზე;

3) ფილტრები, სადაც მტვრის დაჭერა ხდება მტვრის ნაწილაკების გაჩხირვისა და მიკვრის საშუალებით;

4) ელექტროფილტრები, რომელთა მუშაობის პრინციპი დამყარებულია მტვრის ნაწილაკების იონიზაციაზე;

5) სკრუბერები და ქაფიანი ფილტრები, სადაც ჰაერის გაწმენდა მტვრის ან ტოქსიკური მავნეობებისაგან ხდება კონტაქტური წესით.

მტვერსალექი კამერა. მტვერსალექი კამერა საგრძნობლად დიდი ზომისაა, რაც გამოწვეულია მასში ჰაერის მოძრაობის მცირე სიჩქარის საჭიროებით. ჰაერის მცირე სიჩქარის დროს მტვრის ნაწილაკები ისე უნდა გადაადგილდეს, რომ მათ მოასწრონ კამერის ძირზე დალექვა მანამდე, ვიდრე ჰაერი გავიდოდეს კამერიდან. მტვრის ნაწილაკების კამერის ძირზე დალექვის შემდეგ ჰაერის მოძრაობა ფენა ველარ წარიტაცებს მათ, ვინაიდან მტვრის ნაწილაკებს დაკარგული აქვთ სიჩქარე და, გარდა ამისა, მტვრის ნაწილაკებსა და კამერის ძირს (ფსკერს) შორის წარმოიქმნება ხახუნის ძალა.

თუ კამერის სიმაღლეს აღვნიშნავთ H ასოთი (ნახ. VIII.1), მაშინ მტვრის ნაწილაკების დალექვის დრო

$$t = \frac{H}{v_{\text{ვარდ}}}, \quad (8.3)$$

სადაც $v_{\text{ვარდ}}$ არის მტვრის ნაწილაკების ვერტიკალური ვარდნის სიჩქარე.

ამ დროის განმავლობაში მტვრის 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 ჰო-

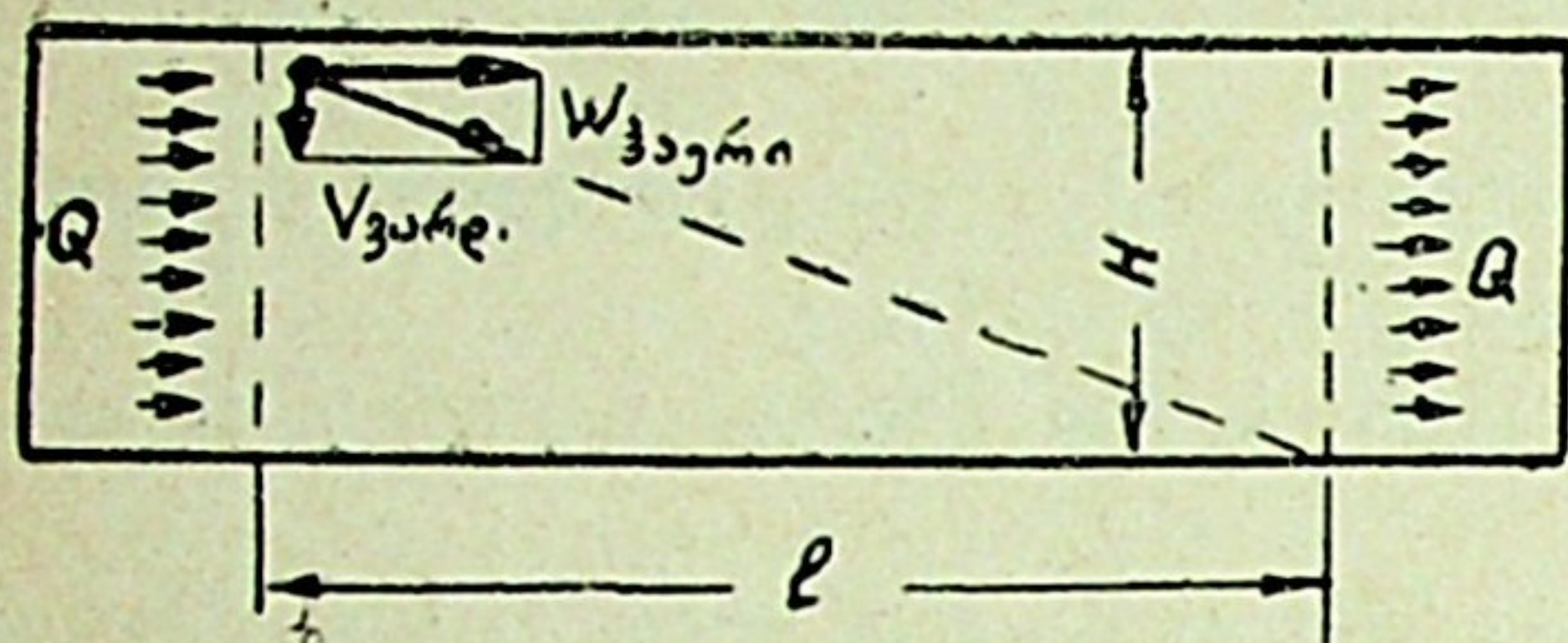
რიზონტალურად დავყოფთ 5 ტოლ უბნად, თითოეული უბნის სიგრძე ტოლი იქნება $l' = \frac{l}{5}$. ჰაერის ერთი და იმავე ხარჯის დროს თითოეულ დანაყოფში

გავლილი ჰაერის რაოდენობა 5-ჯერ ნაკლები იქნება. ამ დროს კამერის სიგანე უცვლელი რჩება.

თუ კამერის სიგანეს აღვნიშნავთ b -თი, მასში გავლილი ჰაერის ხარჯი

$$Q = b \cdot H \cdot v \text{ მ}^3/\text{წმ}. \quad (8.6)$$

საჭიროა აღვნიშნოთ, რომ მტვრის ნაწილაკების ვერტიკალურად გარდნა ხდება არათანაბრად. ამ თვალსაზრისით VIII.1 ნახ-ზე განხილულია კამე-



ნახ. VIII.1

რაში მტვრის ნაწილაკის მოძრაობის ტრაექტორიები. პროფ. ბუტაკოვის მონაცემებით, იმისათვის რომ მივადწიოთ მტვრის ნაწილაკების ლამინარულ მოძრაობას, საჭიროა კამერის განივკვეთი იყოს დიდი ზომების.

კამერის საწყისი სიგრძის განსაზღვრა ხდება პროფ. ბუტაკოვის ფორმულით

$$l_{\text{საწყ}} = 0,115 \frac{H^2 v}{\nu}, \quad (8.7)$$

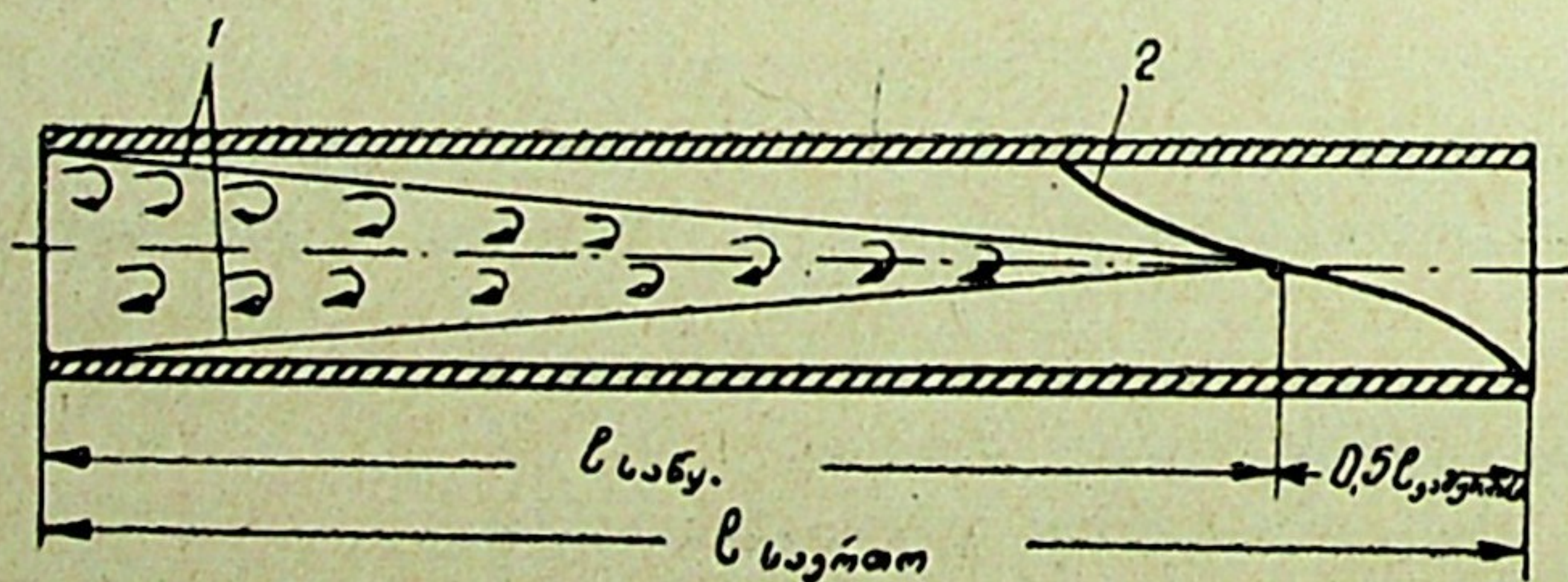
სადაც ν ჰაერის კინემატიკური სიბლანტის კოეფიციენტია.

VIII.2 ნახ-ზე მოცემულია კამერის საწყისი უბნის სიგრძე, რომლის ბოლოდანაც იწყება მტვრის ნაწილაკების დაღექვა. ეს წერტილი მკაფიოდ ჩანს გრაფიკულად (ტურბულენტური გულის საზღვრების 1 მტვრის ნაწილაკის ტრაექტორიის მრუდთან 2 გადაკვეთის ადგილი).

მტვერსალექი კამერის საერთო სიგრძე ადვილად განისაზღვრება ფორმულიდან

$$l_{\text{საერ}} = l_{\text{საწყ}} + \frac{l_{\text{კამ}}}{2}, \quad (8.8)$$

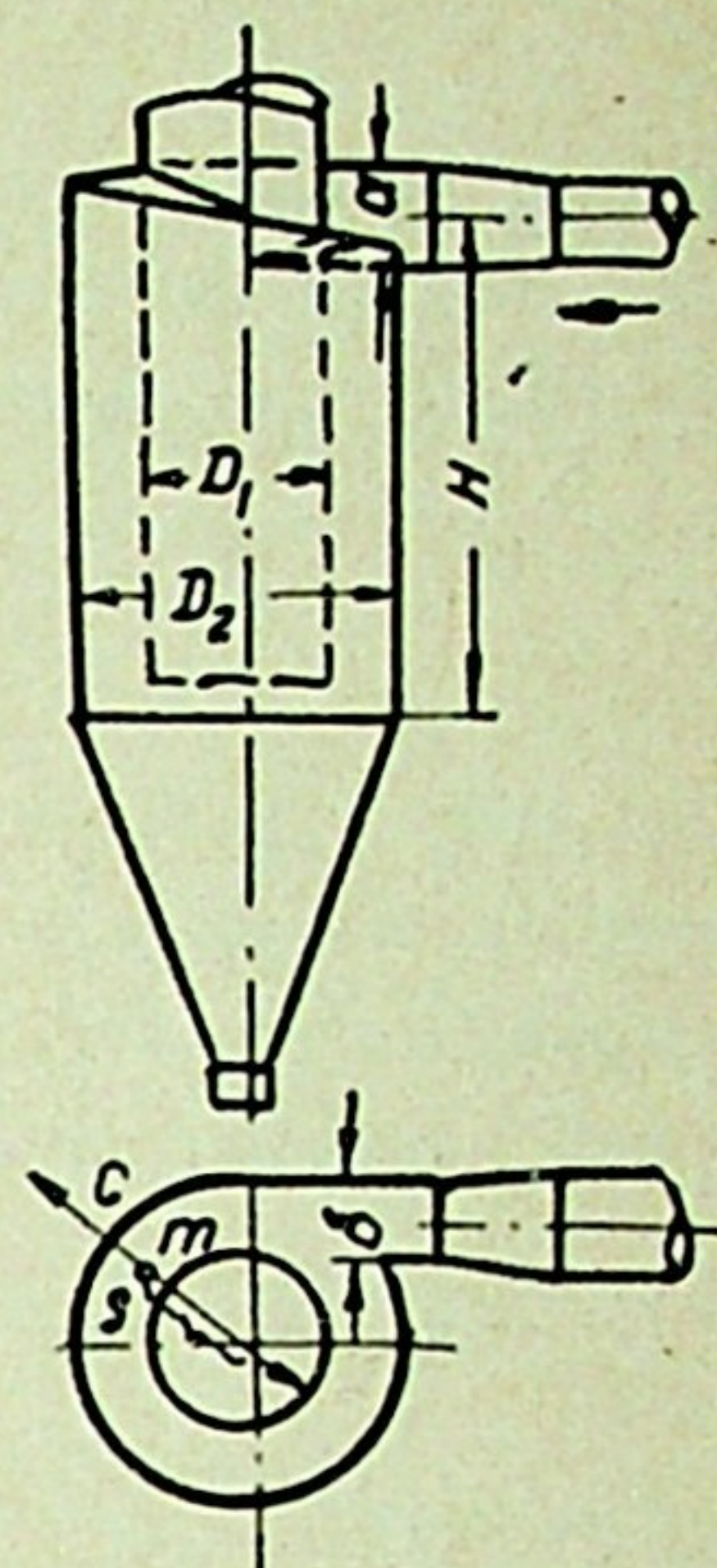
სადაც $l_{\text{კამ}}$ არის კამერის სიგრძე, რომელიც განისაზღვრება (8.5) ტოლობიდან.



ნახ. VIII.2

მტვერსალექი კამერის დადებითი მხარეებია: მცირე წინააღობა გამავალი ჰაერის მიმართ და მომსახურების სიმარტივე. უარყოფითი მხარეებია — საგრძნობლად დიდი ზომები და ხანძარსაშიშროება. ასეთი კამერები წინათ უმთავრესად საფეიქრო მრეწველობაში გამოიყენებოდა.

ციკლონი. სავენტილაციო ტექნიკაში არსებობს მრავალი სახის ციკლონი. ისინი გამოიყენება სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის მტვრისაგან გასაწმენდად. მათი დადებითი მხარეებია: კომპაქტურობა, კონსტრუქციის სიმარტივე და, რაც მთავარია, გაწმენდის დიდი ხარისხი. VIII.3 ნახ-ზე მოცემულია ერთ-ერთი ციკლონის საერთო ხედი. გასაწმენდი ჰაერი ციკლონში შესვლისას ეხება რა მის ხრახნულ სახურავს, თვითონაც ღებულობს ხრახნისებურ მოძრაობას, რომელსაც გამგდებ მილში გასვლამდე ინარჩუნებს. ჰაერში არსებული მტვრის 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) მტვრის ნაწილაკები არის სფერული ფორმის;
- 2) სფეროების მოძრაობის ტრაექტორია ბრტყელია;
- 3) ცენტრიდანული ძალა მიმართულია ციკლონის რადიუსის გასწვრივ;

4) ჰაერიდან მტვრის განცალკევება ხდება ციკლონის გარე კედელთან ჰაერის დაჯახების შემდეგ.

ჰაერის წინაღობა მასში მოძრავ 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 წინაღობის 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;

γ_1 — ჰაერის კუთრი წონა, $\gamma_1 = \frac{\rho_1}{g}$;

ρ_1 — ჰაერის სიმკვრივე.

ცენტრიდანული ძალა, რომელიც წარმოიქმნება ნაწილაკის ბრუნვის დროს,

$$c = \frac{m \omega^2}{x}, \quad (8.10)$$

სადაც m არის ნაწილაკის მასა,

ω — ნაწილაკის ბრუნვის სიჩქარე,

x — ნაწილაკის დაცილება ციკლონის ცენტრიდან.

ნაწილაკის ბრუნვის სიჩქარე ამ შემთხვევაში შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით

$$\omega = \Omega \cdot x, \quad (8.11)$$

სადაც Ω ნაწილაკის ბრუნვის კუთხური სიჩქარეა.

$$m = \frac{\pi d^3}{6} \cdot \rho_2,$$

სადაც ρ_2 ნაწილაკის სიმკვრივეა.

თუ (8.10) ფორმულაში შევიტანთ ω -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 წინაღობას შორის არსებობს წონასწორობა. ამიტომ (8.9) და (8.13) გამოსახულებების ერიმანეთთან 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

$$\frac{4}{3} d \Omega^2 x \rho_2 = k \cdot \rho_1 v^2. \quad (8.15)$$

წინაღობის k კოეფიციენტი წარმოადგენს რეინოლდსის კრიტერიუმის ფუნქციას. როდესაც ნაწილაკის მოძრაობის დროს $Re \leq 1$, მაშინ წინაღობის 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 ν არის ჰაერის კინემატიკური სიბლანტის კოეფიციენტი მ²/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. დავუშვათ, რომ $Re \leq 1$, 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

$$t = \frac{18\gamma}{d^2 \Omega^2} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dx}{x} = \frac{18\gamma}{d^2 \Omega^2} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}.$$

სიმკვრივეების ფარდობა შეიძლება შევცვალოთ კუთრი წონების ფარდობით, მაშინ ყველაზე არახელსაყრელ მდგომარეობაში მყოფი (ციკლონის შიგა ცილინდრთან) ნაწილაკის ციკლონში გავლის დრო

$$t = \frac{18\gamma}{d^2 \Omega^2} \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}. \quad (8.18)$$

თუ ω ასოთი აღვნიშნავთ ციკლონში ჰაერის ნაკადის წრიულ სიჩქარეს, მაშინ ჰაერის ნაკადის სიგრძე ωt -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

$$\frac{2\pi n}{\Omega} = \frac{18\gamma}{d^2 \Omega^2} \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}.$$

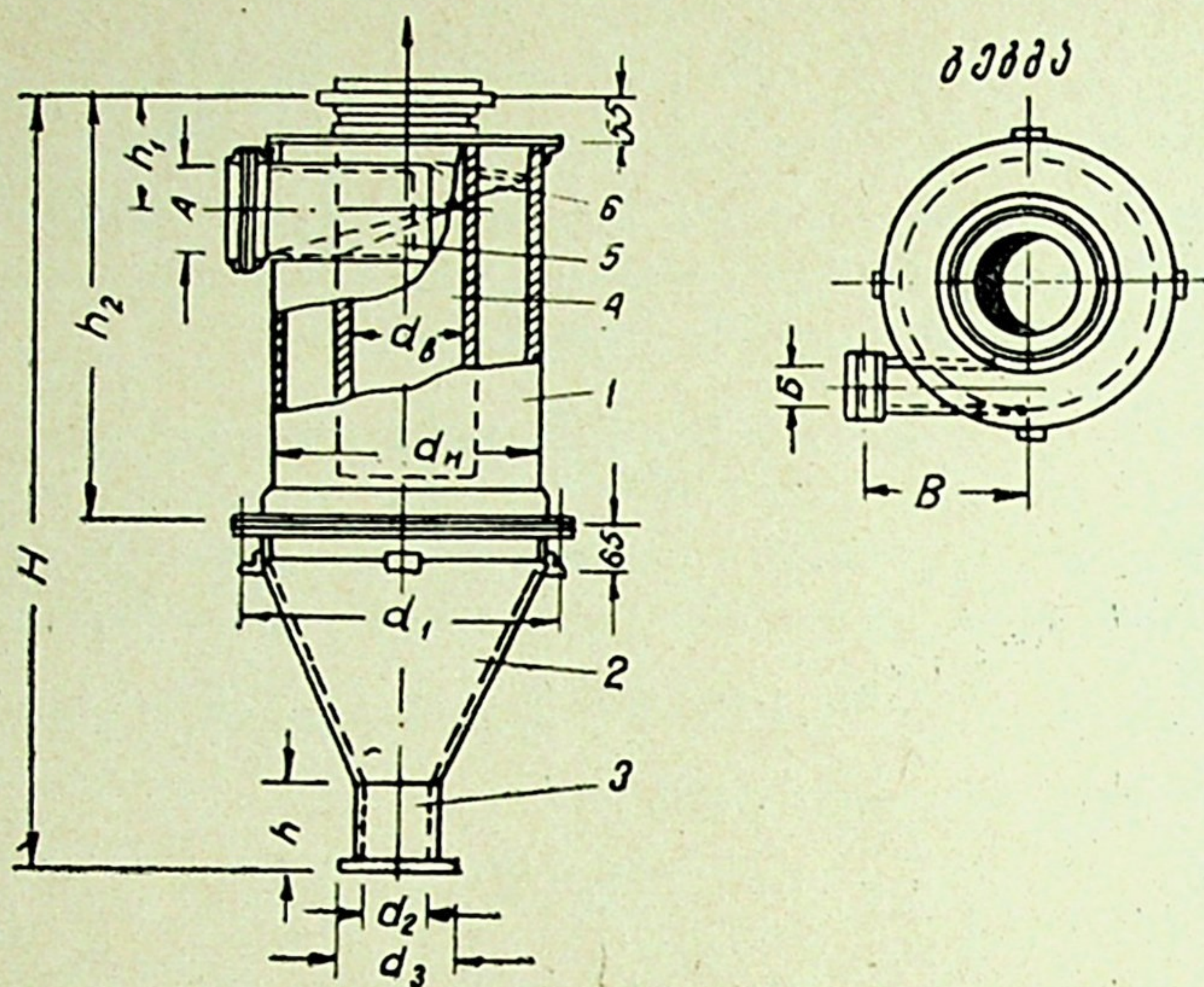
ამ გამოსახულებიდან მივიღებთ ციკლონში დალექილი მტვრის ნაწილაკების მინიმალურ დიამეტრებს

$$d = 3 \sqrt{\frac{\gamma}{\pi n \Omega} \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}}. \quad (8.20)$$

ციკლონის გაანგარიშებისას ციკლონის გამგდებ ხვრელში 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_2 -ს. (8.18) და (8.20) ფორმულების დახმარებით განისაზღვრება ციკლონის დანარჩენი ზომები და მისი გაწმენდის კოეფიციენტი.

ЛИОЭТ-ის ტიპის ციკლონი. ეს ციკლონი დამუშავებულია ლენინგრადის შრომის ორგანიზაციისა და ეკონომიკის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მიერ. იგი გამოიყენება სათავსიდან ამოწოვილი ისეთი ჰაერის მშრალი მტვრისაგან გასაწმენდად (ბოჭკოვანი და ხის მტვრის გარდა), რომელშიც მტვრის ნაწილაკების სიდიდე 25 მიკრონზე მეტია. ამ ციკლონის დაყენება შეიძლება როგორც შემწოვ, ისე დამჭირხნ ჰაერსატარებზე. VIII.4 ნახ-ზე მოცემულია ЛИОЭТ-ის ტიპის ციკლონის გეგმა და საერთო ხედი. იგი შედგება კორპუსისაგან 1, კონუსური ნაწილის 2, მტვრის გამოსაყვანი მილყელის 3, გამგდები მილის 4, შემყვანი მილყელისა 5 და ხრახნისაგან 6. ციკლონში ჰაერი შედის შემყვანი მილყელით, ეხება ხრახნს და ღებულობს ხრახნულ მოძრაობას, რომელსაც ინარჩუნებს გამგდებ მილში გასვლამდე. კორპუ-

სის კედლებთან დაჯახების შემდეგ მტვრის ნაწილაკების მოგროვება ხდება ციკლონის კონუსურ ნაწილში, საიდანაც მტვრის 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 № 10-მდე, ჰაერის 17500 მ³/სთ მწარმოებლობით.

ცხრილი VIII.2

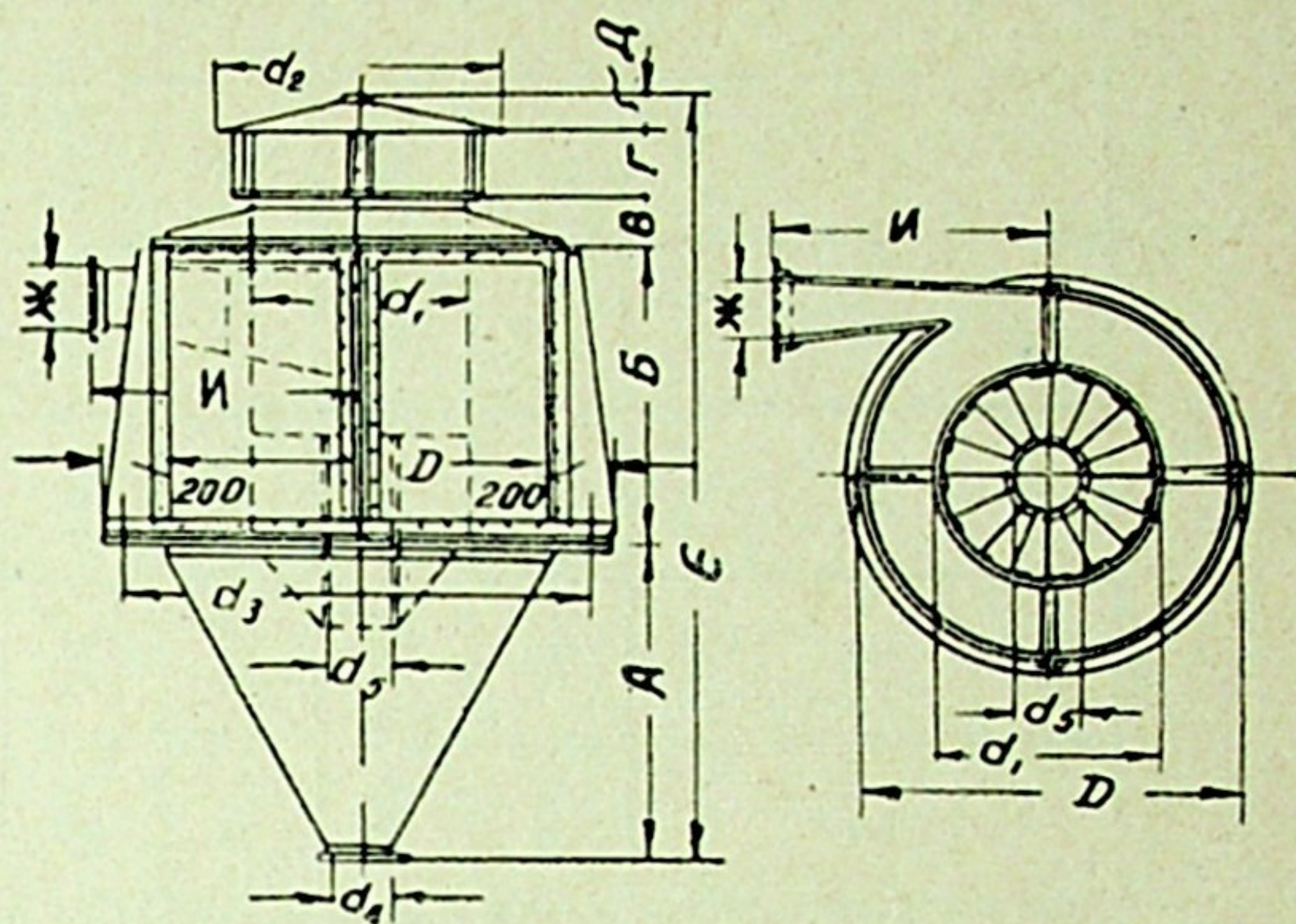
ციკლონის ნომერი	H	h	h ₁	h ₂	d _B	d _H	d ₁	d ₂	d ₃	A	B	B	წონა, კგ-ობით
1	1745	140	185	840	325	557	600	140	174	206	112	320	63
2	2470	195	228	1210	465	795	865	196	230	292	161	440	120
3	3010	240	261	1475	570	974	1044	240	275	363	198	530	213
4	3455	275	288	1705	655	1119	1190	275	310	412	228	600	280

ცხრილი VIII.3

ციკლო- ნის ნომერი	მწარმოებლობა, მ ³ /სთ-ობით	შესვლის სიჩქარე, მ/წმ-ობით	წინალობა, კგ/მ ² -ობით		ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტი	
			დაკირხნაზე	შეწოვაზე	დაკირხნაზე	შეწოვაზე
1	1200—1700	15—20	35—6'	39—65	2,5	2,8
2	2500—3400					
3	3900—5200					
4	5000—6700					

Гипродрев-ის ტიპის ციკლონი. ეს ციკლონი გამოიყენება სა-
თავსიდან ამოწოვილი ჰაერის ხის მტვრისაგან გასაწმენდად. ციკლონის გაწ-
მენდის ხარისხია 80—85%, ჰაერის მიმართ წინაღობა კი $H=25$ კგ/მ². ციკ-

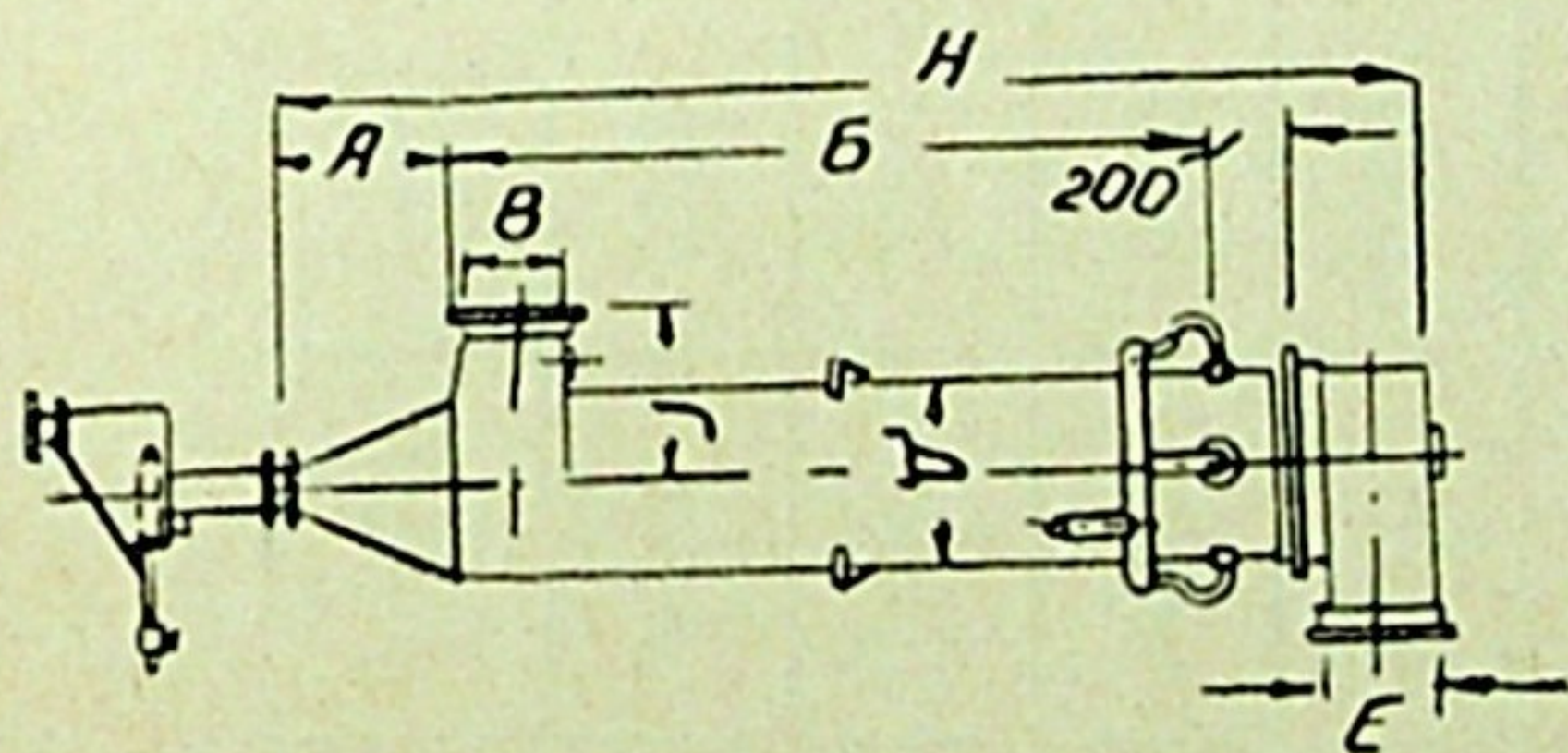
ლონის ადგილობრივი წინა-
ღობების კოეფიციენტი $\xi=$
 $=1,3$. VIII.5 ნახაზზე მო-
ცემულია ამ ტიპის ციკლო-
ნის გეგმა და საერთო ხედი,
ხოლო VIII.4 ცხრილში —
ციკლონის ზომები და მწარ-
მოებლობა. ციკლონები არ-
სებობს № 20-მდე, ჰაერის
40500 მ³/სთ მწარმოებლო-
ბით. ამ ციკლონის დაყენება
შეიძლება მხოლოდ დამ-
კირხნ ჰაერსატარზე. გარდა
ამ ორი ტიპის ციკლონისა,



ნახ. VIII.5

არსებობს მრავალი სახის სხვა ციკლონი, რომელთა გამოყენების არე ერთ-
ერთი მათგანის ანალოგიურია. ამ ციკლონებიდან აღსანიშნავია СИОТ,
НИИОГАЗ ЦН 15, კასრისებრი ციკლონი, დამუშავებული „პრომსტროი-
პროექტის“ მიერ, მულტიციკლონი და სხვ.

წყლისაფსკიანი ციკლონი ЛИОЭТ გამოიყენება სათავსიდან გაწოვილი
ჰაერის გასაწმენდად, როდესაც მტვრის (გარდა ბოჭკოვანი და წებვადი
მტვრისა) კონცენტრაცია მასში დიდია, იგი მიეკუთვნება ჰაერის საშუალო
და წმინდა მტვერგამწმენდ 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.

წყლისაფსკიანი ციკლონი

ЛИОЭТ წარმოადგენს ვერტიკალურ ცილინდრს, რომლის ქვედა ნაწილში
მილყელით შედის გასაწმენდი ჰაერი. ცილინდრის ზედა ნაწილში მოწყო-
ბილია წყლის ფრქვევანები, რომელთა საშუალებითაც მის კედლებზე იქმ-
ნება წყლის აფსკი. მტვერშემცველი 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 დამკირხნ, ისე შემწოვ ჰაერსა-
ტარზე, მაგრამ სასურველია დაიდგას დამკირხნ ჰაერსატარზე. ანალო-
გიური ტიპის მტვერსაწმენდი მოწყობილობაა ცენტრიდანული სარეცხე-
ლი ВТД.

ციკლონის №	მწარმოებლობა, როდესაც $V_{შეს}=18$ მ/წმ, Q მ ³ /სთ-ობით	D	d_1	d_2	ლითონის საყრდენი d_3	ხის საყრდენი d_3	d_4	d_5	A	Б	В	Г	Д	Е	Ж	И	წონა, კგ-ობით
1	6000	1900	1200	1500	2100	2160	360	200	1640	1500	195	300	180	3815	300	1280	660
2	7000	2100	1300	1600	2300	2360	390	200	1750	1630	290	325	195	4190	330	1440	753
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	2860	480	250	2160	2200	360	400	240	5160	415	1750	940
6	12000	2700	1700	2000	2900	2960	510	300	2300	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

ცეკლონის ნომერი	დიაგნოზი D, მმ-ობით	პაერის ხარჯი, მ ³ /სთ-ობით	სიჩქარე შესვლაზე, მ/წმ-ობით	წინაღობა, კგ/მ ² -ობით		წყლის ხარჯი, ლ/წმ-ობით	ფრქვევანების რიცხვი	შემსვლელი ხვრელის ფართობი, მ ² -ობით	მმ-ობით						წონა, კგ-ობით	
				ლოკაციით	ლოკაციის გარეშე				A	B	B	Г	E	И	ლოკაციის გარეშე	ლოკაციით
1	315	1600	18	55	50	0,14	3	0,025	224	1275	204	260	122	1903	59	72
		1900	21	76	68											
2	443	3200	18	55	50	0,20	4	0,049	314	1785	295	370	165	2594	101	120
		3700	21	76	68											
3	510	4500	18	55	50	0,24	5	0,070	405	2280	352	450	202	3237	164	197
		5250	21	76	68											
4	634	5800	18	55	50	0,27	5	0,090	450	2540	392	490	228	3582	183	220
		6800	21	76	68											

როტაციული მტვერგამოყოფი წარმოადგენს სპეციალური კონსტრუქციის ცენტრიდანულ ვენტილატორს, რომლის საშუალებითაც ხდება ჰაერიდან მტვრის განცალკევება მის გადაადგილებასთან ერთდროულად. იგი გამოიყენება ჰაერის მსხვილი ან საშუალო დისპერსიული მტვრისაგან გასაწმენდად მშრალ მდგომარეობაში.

მტვრის ნაწილაკების დიამეტრი, რომლებიც როტაციული მტვერგამოყოფით მთლიანად გამოეყოფა ჰაერს,

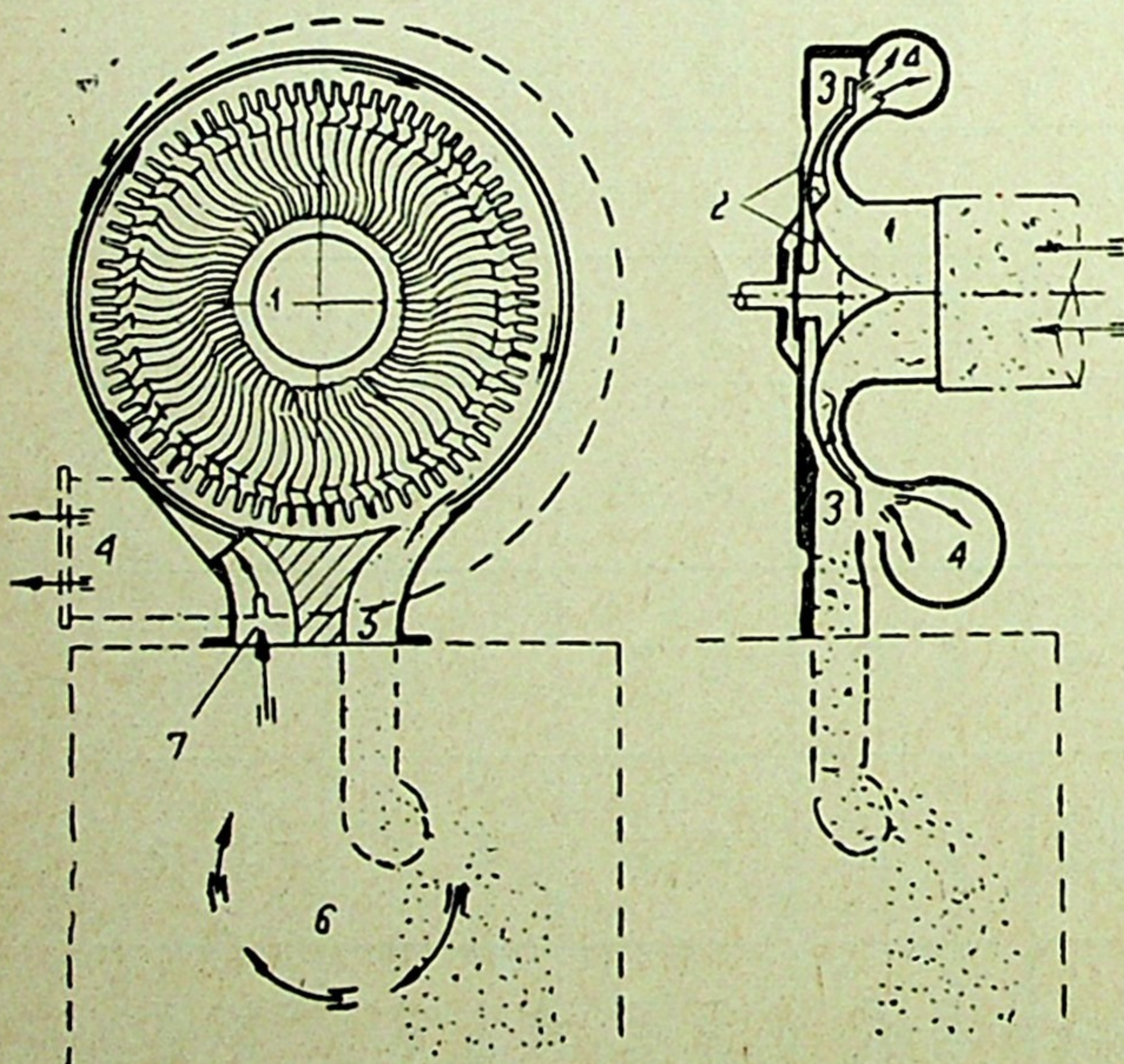
$$d = \sqrt{18\tau \cdot \frac{\mu}{\gamma}} \text{ გ მიკრონი,} \quad (8.21)$$

სადაც τ არის მტვერგამოყოფის ეფექტურობა და დამოკიდებულია მუშა თვლის კინემატიკურ და გეომეტრიულ პარამეტრებზე;

μ — ჰაერის სიბლანტის კოეფიციენტი;

γ — მტვრის ნაწილაკების კუთრი წონა.

როტაციული მტვერგამოყოფების კონსტრუქციების შექმნა დაიწყო უკანასკნელ ხანებში. შექმნილია სამი ტიპის მტვერგამოყოფი: KII-2-320 ჰაერის მწარმოებლობით 1600 მ³/სთ, KII-2 ჰაერის მწარმოებლობით 6500 მ³/სთ და KII-3 მწარმოებლობით 20000 მ³/სთ. მათი გაწმენდის კოეფიციენტი და მდგომარეობა მტვრის დისპერსიულობაზე და იცვლება 70%-დან 98%-მდე.



ნახ. VIII.7

VIII.7 ნახ-ზე მოცემულია ერთ-ერთი სახის როტაციული მტვერგამოყოფი. მტვერშემცველი ჰაერი შემწოვი ხვრელის საშუალებით 1 შედის რა მუშა თვლის სივრცეში, მოძრაობს ფრთათა შორის არსებულ არხში. ამ დროს მტვრის ნაწილაკები ცენტრიდანული ძალების მოქმედებით ეკვრიან თვლის დისკოს ზედაპირს და ფრთების ამავალ მხარეს. მტვერი უმნიშვნელო რაოდენობის ჰაერთან ერთად ფრთებსა და თვალს

შორის არსებული ღრეჩოს 2 საშუალებით ხვდება მტვრის მიმღებში 3. გაწმენდილი ჰაერი ხვდება დამჭირხნ მილყელში 4, ხოლო მტვერი მილყელით 5 მიემართება ბუნკერისაკენ 6. ბუნკერში მტვერი ილექება და მისგან განთავისუფლებული ჰაერი, რომელიც წარმოადგენს მთელი შეწოვილი ჰაერის 3—5%-ს, ხვრელის 7 საშუალებით უკან უბრუნდება როტაციულ მტვერგამოყოფს.

დანიშნულების მიხედვით არსებობს ფილტრის მრავალი სახეობა. ფილტრი გამოიყენება როგორც სათავსიდან ამოწოვილი და მიწოდებული ჰაერის მტვრისაგან გასაწმენდად, ასევე სათავსის შიგა ჰაერის გასაწმენდად, თუ ხდება მისი (სითბოს ეკონომიის თვალსაზრისით) შერევა მისაწოდებელ გარე ჰაერთან. არსებობს მშრალი და ზეთიანი ფილტრები.

ფილტრის საჭირო 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 არე, ნორმალური ხვედრითი დატვირთვა, გაწმენდის კოეფიციენტი და მისი წინაღობა ჰაერის მიმართ.

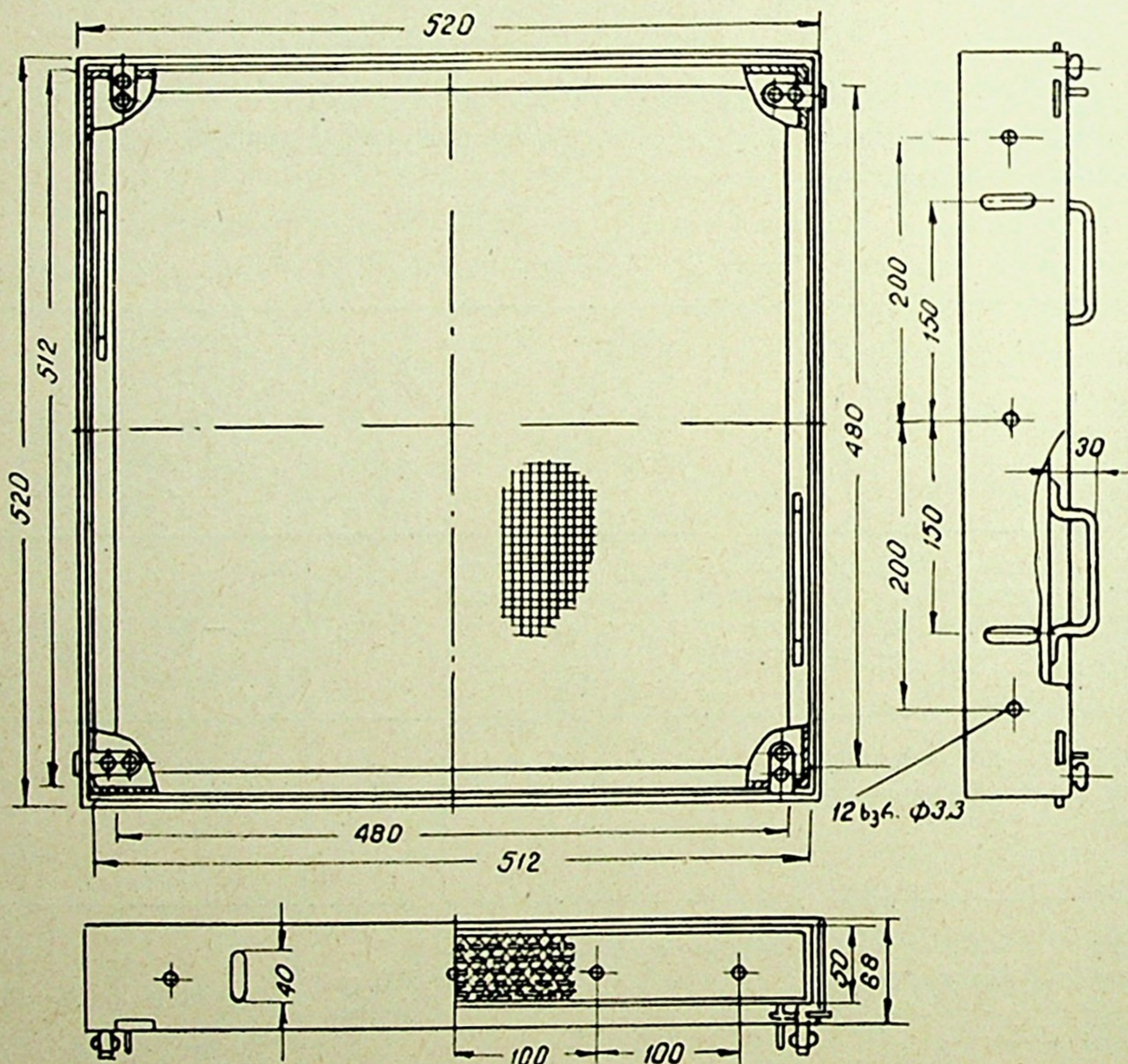
ცხრილი VIII.6

ფილტრის ტიპი	გამოყენების არე	საწყის მტვერ- შემცველობა, $\text{მგ}/\text{მ}^3$	ნორმალური ხვე- დრითი დატვირ- თვა, $\text{მ}^3/\text{მ}^2$ სთ	გაწმენდის კოე- ფიციენტი, %	ფილტრის წინა- ღობა, $\text{კგ}/\text{მ}^2$
ე. ვ. რეკის კონსტრუქციის უჯრედოვანი ზეთიანი ფილტრი (რკინის რგოლებით, რომელთა ზომებია $d=7$ მმ, $l=12$ მმ)	მისაწოდებელი, ამოწოვილი და შიგა ჰაერის გასაწმენდად (ბოჭკოვანი მტვრის გარდა)	10-მდე	4000—3000	95—90	12—15
მინერმეტის კონსტრუქციის თვითგამწმენდი ზეთიანი ფილტრი	მისაწოდებელი და შიგა ჰაერის გასაწმენდად (ბოჭკოვანი მტვრის გარდა)	40-მდე	10000	98	14
ФВ ტიპის ქსოვილიანი ფილტრი, დამზადებული ვორობიოვის სახ. ქარხნის მიერ (ГОСТ 7715—55)	ამოწოვილი ჰაერის გასაწმენდად (ბოჭკოვანი მტვრის გარდა)	200 და ზემოთ	150—170	99	80—90
„ტექსტილპროექტის“ კონსტრუქციის ФВ ტიპის ქსოვილიანი ფილტრი	ამოწოვილი ჰაერის გასაწმენდად ბოჭკოვანი მტვრისაგან	200 და ზემოთ	170	99	40
ФРП ტიპის რულონური ფილტრი ФВН სახის გამ-ფილტრავი მასალით	შიგა (რეცირკულირებული) ჰაერის გასაწმენდად ბოჭკოვანი მტვრისაგან	—	10000	90—95	30—40

ზეთიანი ფილტრი. ზეთიანი ფილტრი წარმოადგენს ჰაერის მდინარე-
მტვერგამწმენდ მოწყობილობას. იგი გამოიყენება ძირითადად სათავსში მისა-
წოდებელი და შიგა (რეცირკულირებული) ჰაერის მტვერისაგან გასაწმენდად
(ბოჭკოვანი მტვერის გარდა), როდესაც მტვერის დისპერსიულობა გასაწმენდ
ჰაერში მცირეა. მისი გამოყენება შეიძლება აგრეთვე სათავსიდან ამოწოვილი
ჰაერის მტვერისაგან გასაწმენდად გაწმენდის ორრიგიანი სისტემის გამოყენე-
ბისას. ამ შემთხვევაში იგი წარმოადგენს მეორეულ მტვერსაწმენდ მოწყობი-
ლობას.

VIII.8 და VIII.9 ნახ-ზე სათანადოდ მოცემულია ე. ვ. რეკის კონსტრუქ-
ციის უჯრედოვანი და მინჩერმეტის კონსტრუქციის თვითგამწმენდი ზეთიანი
ფილტრები.

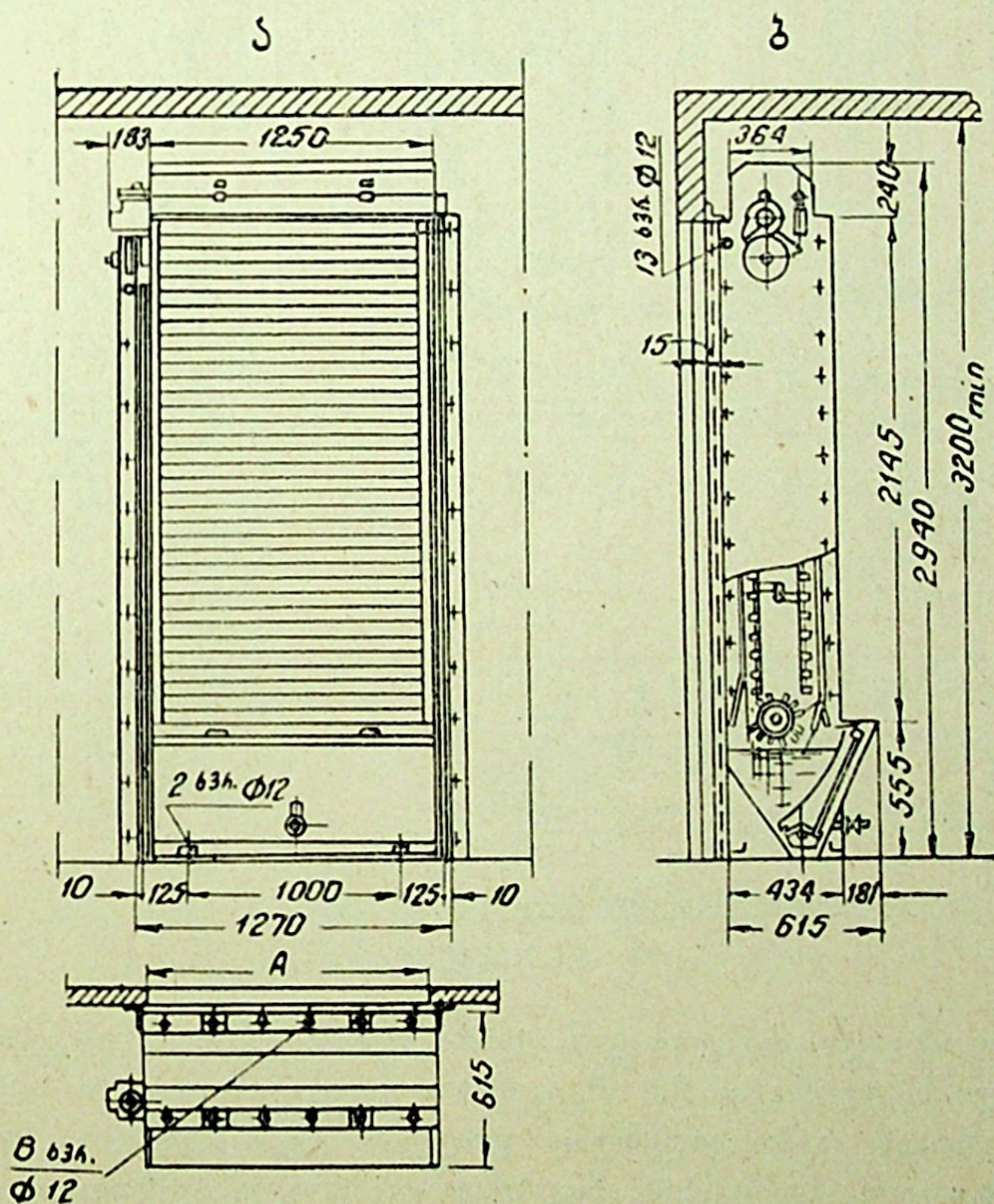
ე. ვ. რეკის უჯრედოვანი ფილტრის ყველაზე გავრცელებული ზომებია
 500×500 მმ. კარკასში ათავსებენ ამ ზომის რამდენიმე უჯრედს (გაანგარიშე-



ნახ. VIII.8

ბის მიხედვით), რომელთაც აქვთ ჰაერის გავლის მიმართ პორიზონტალური,
ვერტიკალური, დახრილი ან კლაკნილი მდგომარეობა. ფილტრის კასეტს ავ-
სებენ სპილენძის ან ფაიფურის რგოლებით, რომელთა დიამეტრია 7 მმ, ხო-
ლო სიგრძე 12 მმ. მას ამოაველებენ პარფიუმერიულ ან ვაზელინის ზეთში და
ამოღების შემდეგ, ზედმეტი ზეთის მოსაშორებლად, რამდენიმე ხანს გააჩერე-
ბენ ვერტიკალურ მდგომარეობაში. ამ სახით ფილტრი მზადაა ჰაერის გასაწ-
მენდად. მტვერშემცველი ჰაერი ფილტრის რგოლებს შორის გავლის დროს

ყოველთვის იცვლის მიმართულებას და მტვერი, ეხება რა ზეთიან ზედაპირს, ეკვრის მას. მუშაობის მსვლელობაში, ზედაპირთან მტვრის ნაწილაკების მიკვრის გამო, ფილტრის ცოცხალი განივკვეთის ფართობი თანდათან მცირდება და იზრდება მისი წინალობა. ამიტომ დროთა განმავლობაში გაბინძურებულ ფილტრს ცვლიან სათადარიგო სუფთა ფილტრით. გაბინძურებულ ფილტრს რეცხავენ სოდიან ცხელ წყალში, აშრობენ, ამოვლებენ ზეთში და კვლავ ამზადებენ გამოსაყენებლად. ასეთი სამუშაოს ჩატარება აძნელებს ფილტრის მომსახურებას. ამ თვალსაზრისით უმჯობესია თვითსაწმენდი ზეთიანი ფილტრის გამოყენება (ნახ. VIII.9). ამძრავ და ამყოლ კბილანა თვლებზე გადაჭიმულია 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

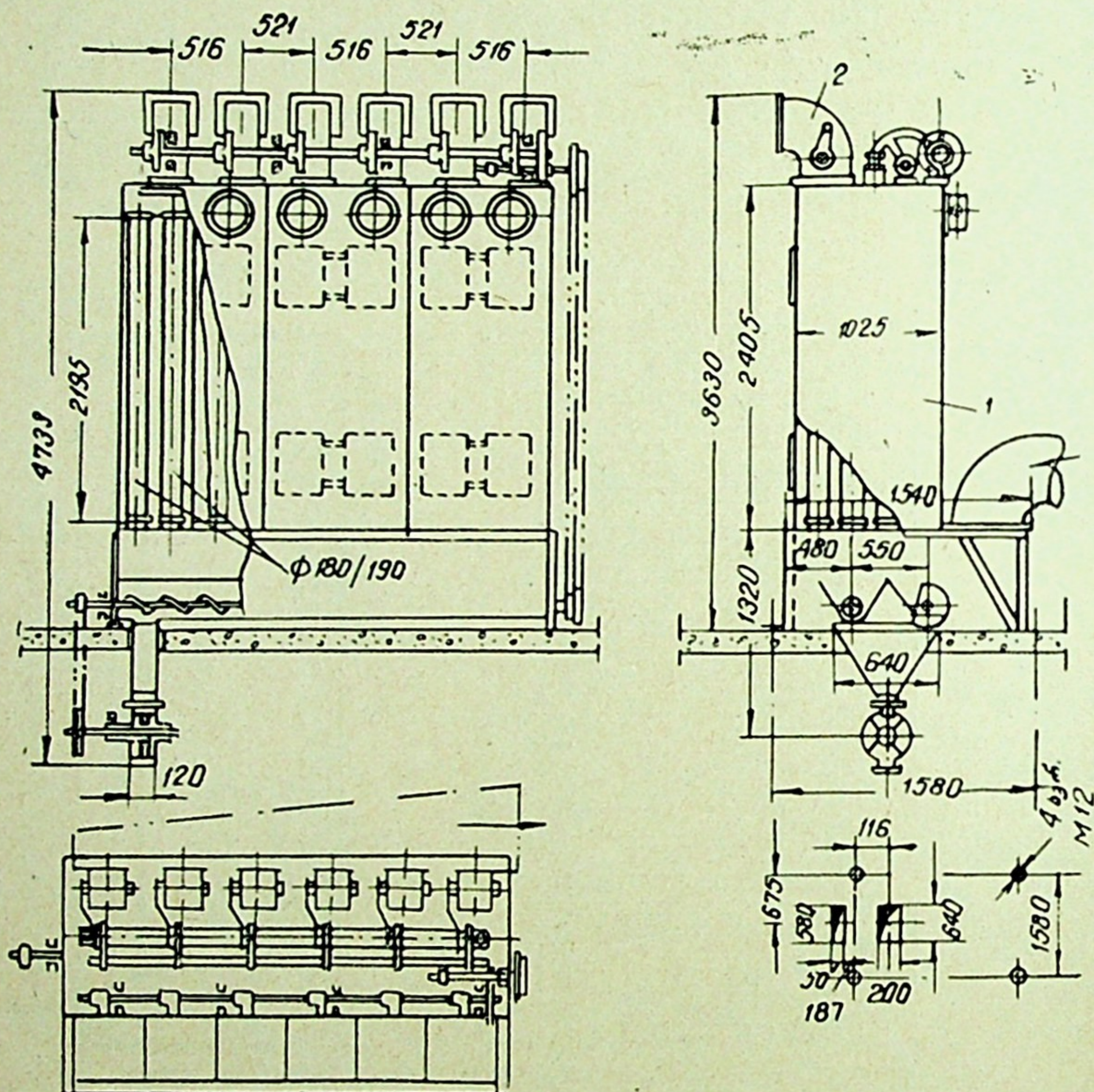


ნახ. VIII.9

ჩასხმულია მაღალხარისხოვანი ზეთი. თვითსაწმენდი ფილტრის გარეცხვა არ მოითხოვს მის მოხსნას ან შეცვლას და წარმოებს მარტივი წესით — ზეთის გამოცვლით. მინჩერმეტის კონსტრუქციის ფილტრის ანალოგიურია KД ტიპის ზეთიანი თვითსაწმენდი ფილტრი, რომლის კონსტრუქცია, მუშაობის პრინციპი და მწარმოებლობა განხილულია ჰაერის კონდიციონერების განყოფილებაში. ქსოვილიანი ფილტრი. ქსოვილიან ფილტრში მტვრის ნაწილა-

კების ჰაერიდან განცალკევება ხდება საფილტრავ ქსოვილში მათი გაჩხერის წესით. საფილტრავ ქსოვილად უმთავრესად გამოყენებულია სხვადასხვა არტიკულის მაუდი. ქსოვილიანი ფილტრი წარმოადგენს ჰაერის წმინდა და საშუალო მტვერსაწმენდ მოწყობილობებს. ისინი გამოიყენება სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის როგორც ბოჭკოვანი, ისე არაბოჭკოვანი მტვრისაგან გასაწმენდად.

VIII.10 ნახაზზე მოცემულია გორობიოვის სახელობის ქარხნის მიერ დამზადებული ΦB ტიპის ქსოვილიანი ფილტრი. ეს ფილტრი კომპლექტდება



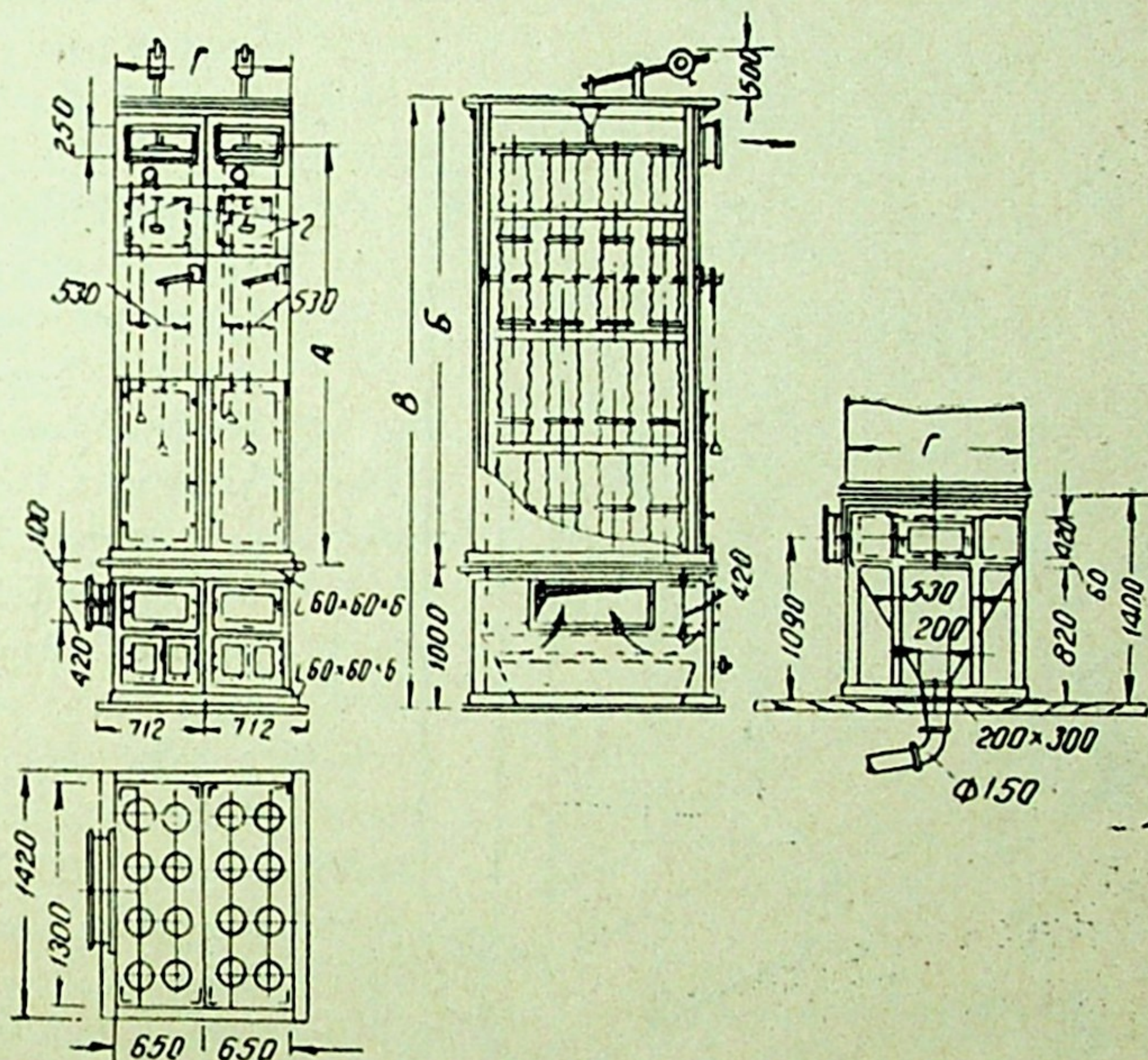
ნახ. VIII.10

სამი, ოთხი ან ექვსი სექციისაგან. თითოეული სექცია შედგება ქსოვილის რვა გრძელი სახელოსაგან $9,6 \text{ მ}^2$ საერთო საფილტრავი ფართობით. სექციების რიცხვისაგან დამოუკიდებლად ფილტრს აქვს უცვლელი სიგანე და სიმაღლე, მხოლოდ სექციების რიცხვზე დამოკიდებულებით იცვლება მისი სიგრძე.

ფილტრს აყენებენ შემწოვ ჰაერსატარზე. დამტვერიანებული ჰაერი შეიწოვება ფილტრის ხოკერში 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 მტვრის ნაწილაკები ეჩხირება ქსოვილის უჯრედებში და გასუფთავებული ჰაერი გადადის ზედა ხოკერში. ფილტრის სექციების გასუფთავება წარმოებს შემდეგნაირად:

პერიოდულად (8—10 წუთი) ხდება ფილტრის ერთ-ერთი სექციის სისტემიდან გამოთიშვა მუხლზე 2 დაყენებული სარქველის საშუალებით. ამ დროს შექანიზმების საშუალებით ავტომატურად ხდება სახელურების დაბერტყვა და ხოკერში 1 შექმნილი გაიშვიათების გამო სათავსის ჰაერი გაივლის სახელურებში, რის გამოც ხდება ფილტრის საერთო ბუნკერში მტერის მოგროვება და საფილტრავი ქსოვილის აღდგენა. ვინაიდან ქსოვილიანი ფილტრი დიდი ზომისაა და მრავალი საძრომელი აქვს, ამიტომ ღრეჩოებიდან ხდება დამატებითი ჰაერის შეწოვა, რომლის გასათვალისწინებლად საჭიროა ვენტილატორის საანგარიშო მწარმოებლობა გაიზარდოს 10—15%-ით.

VIII.11 ნახ.ზე მოცემულია „ტექსტილპროექტის“ მიერ დამუშავებული ანალოგიური კონსტრუქციის ქსოვილიანი ფილტრი, რომლის დანიშნულებაც



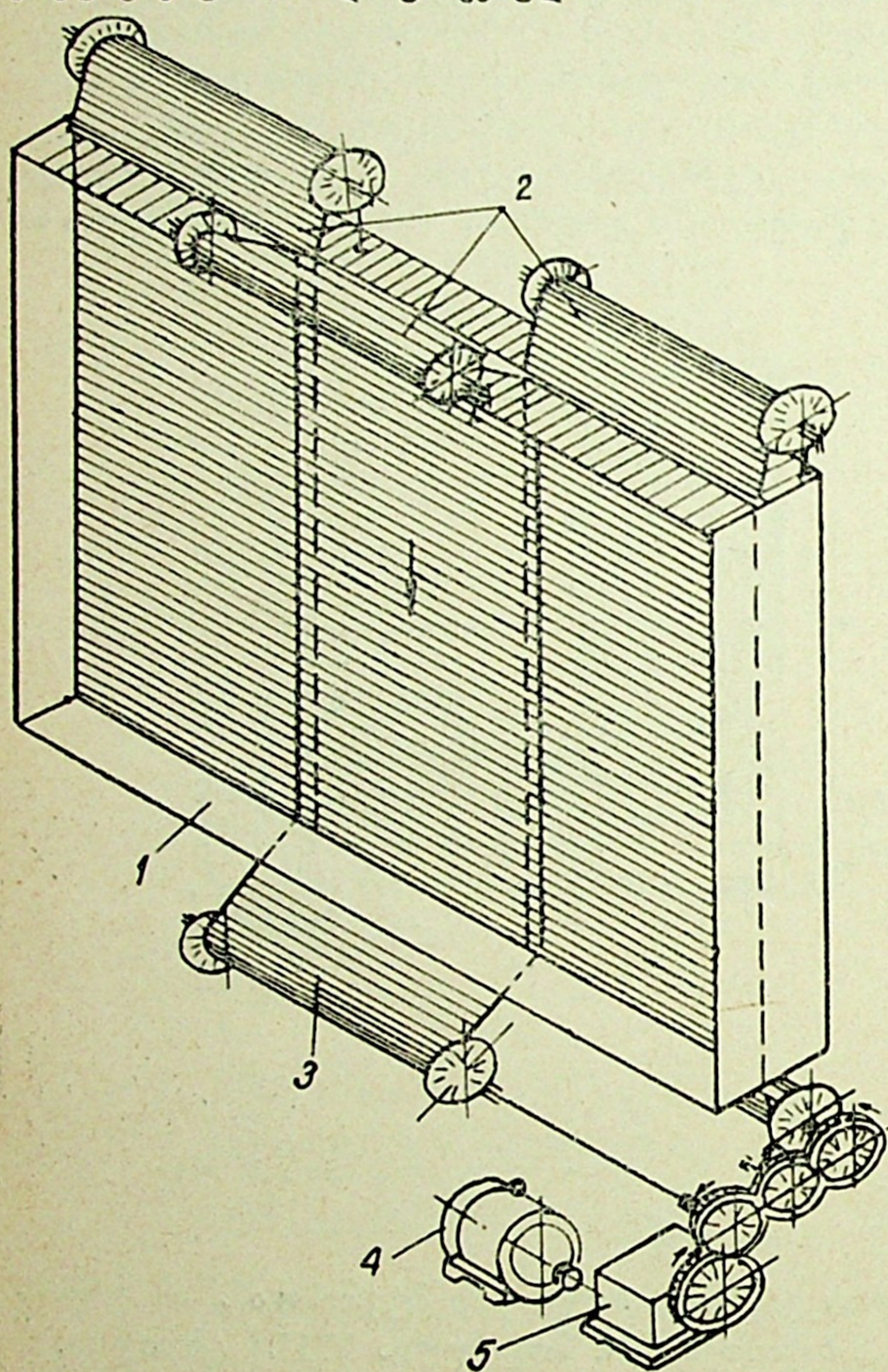
ნახ. VIII.11

სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის გაწმენდა ბოჭკოვანი მტერისაგან. ამ ფილტრის ზომები და ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია VIII.7 ცხრილში.

ცხრილი VIII.7

ფილტრის მარკა	სახელურების რიცხვი	გამფილტრავი ზედაპირი, მ ² -ობით	მწარმოებლობა 1 მ ² -ზე, მკ/სთ-ობით	წინაღობა, H კგ/მ ² -ობით	მმ-ობით						წონა, კგ-ობით		
					A	B	B	2 სექცია	3 სექცია	4 სექცია	ზედა კოლოფის	მტერიანი კოლოფის	ბუნკერიანი სექციისათვის
ΦB-2,5	8	13,8	170	40	2255	2500	3500	1300	1950	2600	482 418	207	285
ΦB-3,0	8	16,8	170	40	2755	3000	4000	1300	1950	2600	528 468	207	285

ФРП ტიპის რულონური ფილტრი. ФРП რულონური ფილტრის კონსტრუქცია დამუშავებულია ბოლო წლებში. იგი გათვალისწინებულია შიგა (რეცირკულირებული) ჰაერის ბოჭკოვანი მტვრისაგან გასაწმენდად. ამ ფილტრს დიდი პერსპექტივა ექნება საფეიქრო წარმოებაში, სადაც ამ მიზნით დღემდე იყენებდნენ არაეფექტურ ლითონის ბადეებს (8—40% გაწმენდის კოეფიციენტით). დამუშავებულია 20000 — 120000 მ³/სთ მწარმოებლობის



ნახ. VIII.12

ფილტრები, რომელთა განივკვეთის ზომები შეესაბამება KJ ტიპის თვითგამწმენდ ზეთიან ფილტრებს.

VIII.12 ნახ-ზე მოცემულია მრავალ-რულონიანი ФРП ფილტრის აქსონომეტრიული სქემა. ფილტრს აქვს ფურცლოვანი ფოლადის კორპუსი 1, რომლის ზედა ნაწილში მოთავსებულია კოჭა სუფთა საფილტრავი მასალით 2, ხოლო მის ქვედა ნაწილში — კოჭა ნამუშევარი მასალით 3. თითოეულ კოჭაზე საფილტრავი მასალის რულონის სიგრძე 100 მ აღწევს. როდესაც ფილტრის წინაღობა გადააქარბებს დასაშვებს, ავტომატურად საფილტრავი მასალა გადაეხვევა ზედა კოჭიდან ქვედაზე. ამ დროს ჰაერის ნაკადში შეყავთ სუფთა საფილტრავი მასალა

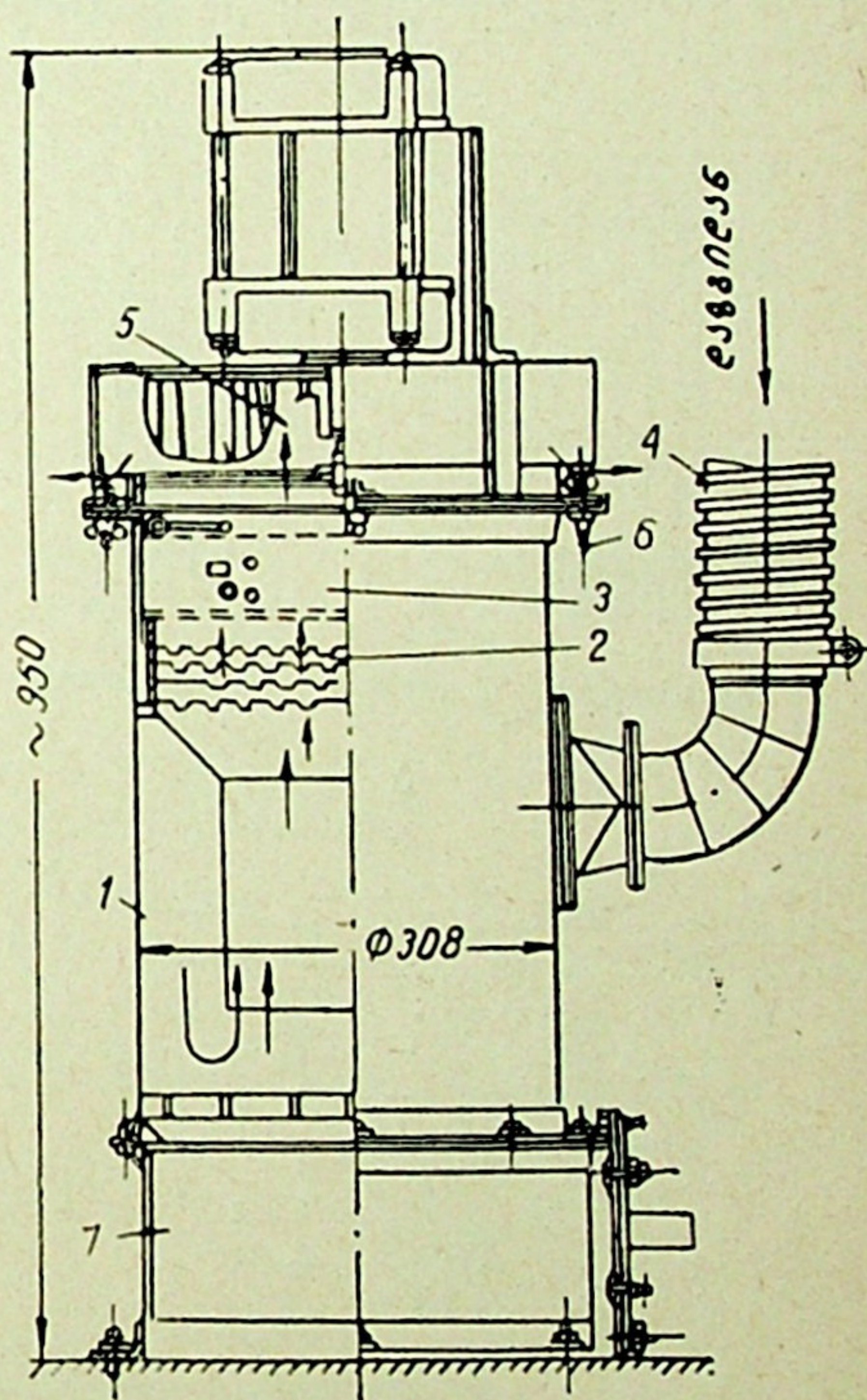
და ფილტრის წინაღობა დაიწყებს შემცირებას. მასალის გადახვევა წარმოებს ქვედა კოჭის ბრუნვით, რომელსაც ემსახურება ელექტროძრავი 4 და რომელიც ჰიახრახნული რედუქტორის 5 საშუალებით კოჭასთან დაკავშირებულია კბილანური გადაცემით.

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 ბოჭკოვანი ფენები, კაპრონი, ბამბა და მათი შემკვრელი ნივთიერებები. უნდა აღინიშნოს, რომ შემკვრელი ნივ-

თიერებების კონცენტრაცია დიდ გავლენას ახდენს საფილტრავი მასალის თვისებებზე. ამ თვალსაზრისით ლაბორატორიული და ქარხნული წესით გა მოსცადეს მრავალი არაქსოვილური მასალა სხვადასხვა კონცენტრაციის შემცველი ნივთიერებებით, რის შედეგადაც შეარჩიეს სამი სახის საუკეთესო თვისებების არაქსოვილური საფილტრავი მასალა: ФВН-I, ФВН-II და ФВН-III, რომლებსაც ახასიათებს ჰაერის გაწმენდის მაღალი ეფექტურობა, ნაკლები წინაღობა და ადვილად ემორჩილებიან გაწმენდას; დამტვერიანებული ФВН ტიპის საფილტრავი მასალის აღდგენა (მტვრისაგან გაწმენდა) შესაძლებელია 5—7-ჯერ მტვერსასრუტი მოწყობილობის საშუალებით.

ინდივიდუალური მტვერსაწმენდი МИОТ-ის ტიპის აგრე-გატი. ბევრ წარმოებაში, ტექნოლოგიურ პროცესებთან დაკავშირებით, ინსტრუმენტების სახეხი, სალესი, საჩორტნი ან საპრიალებელი ჩარხები გან-ლაგებულია ძალიან გაბნეულად. მათი ასეთი განლაგება ჰაერსატა-რების დიდი სიგრძისა და ტექნი-კური პირობების გამო ძალიან აძ-ნელებდა ამ ჩარხებიდან ადგი-ლობრივი ამომწოვი ვენტილაციის მოწყობას.

მოსკოვის შრომის დაცვის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუ-ტის კოლექტივმა დაამუშავა ინდივიდუალური აგრეგატი МИОТ-57 (ნახ. VIII.13), რომე-ლიც მცირე გაბარიტული ზომე-ბის გამო შეიძლება უშუალოდ ჩარხთან დაიდგას. ეს აგრეგატი წარმოადგენს ჰაერის გაწმენდის სამსაფეხურიან მტვერგამწმენდ მოწყობილობას. ჰაერის გაწმენ-დის პირველ საფეხურად გამოყე-ნებულია ციკლონი 1, მეორე საფეხურად — პერფორირებული ფურცლებისაგან შემდგარი ფირ-ფიტოვანი 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 სა-წყისმა დიდმა მტვერშემცველობამ (300 მგ/მ³-მდე) და 2) გაწმენდილი ჰაერის უკან სათავსში დაბრუნებამ (სრული რეციკულაცია).

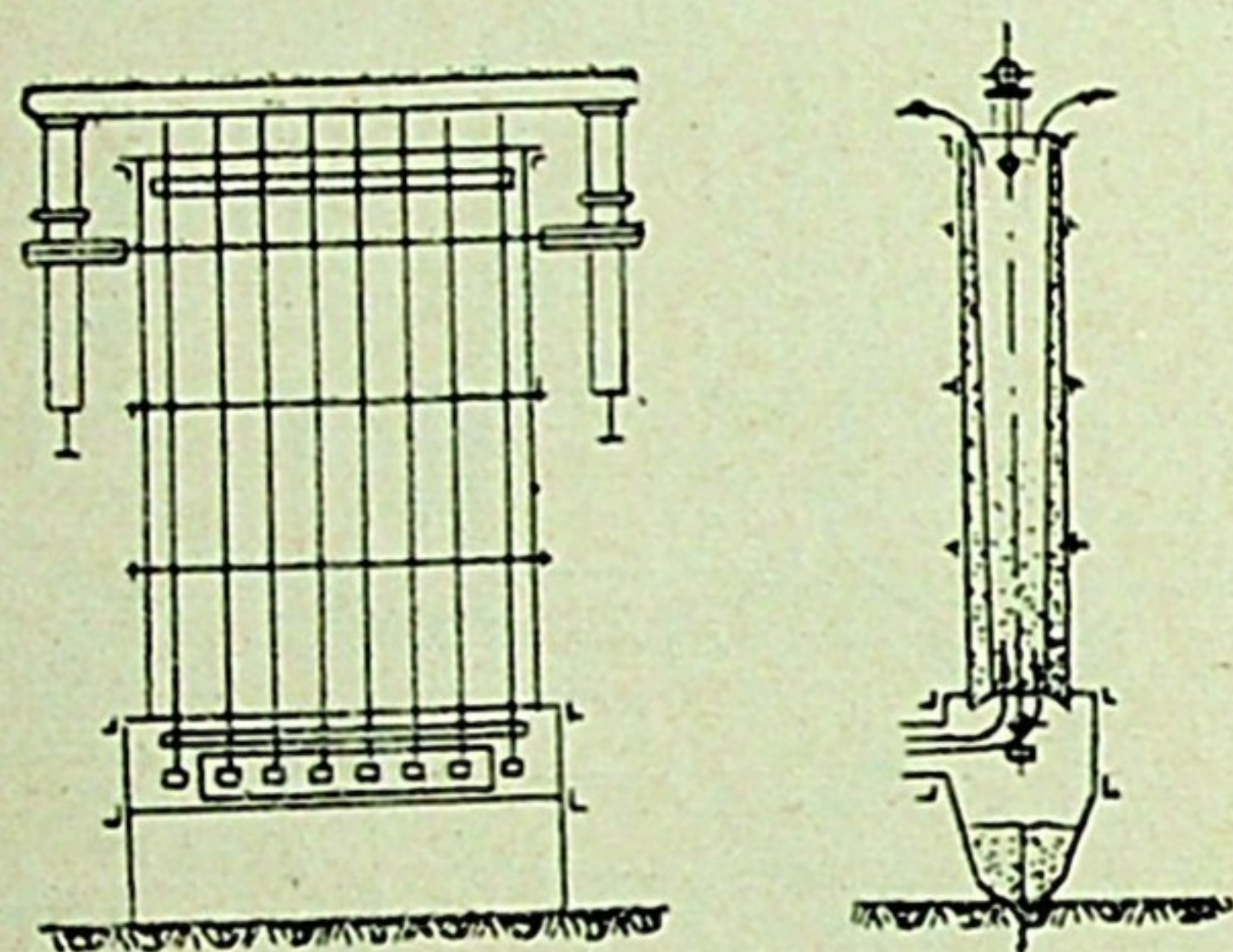
МИОТ 57-ს აქვს მცირე გაბარიტული ზომები: მისი დიამეტრია 308 მმ, ხოლო სიმაღლე 950 მმ. ჩარხი ამ აგრეგატს უკავშირდება მოქნილი შლანგის 4 საშუალებით. მტვერშემცველი ჰაერი ჩარხიდან შეიწოვება ვენტილატორით 5, რომელიც აგრეგატზე დამაგრებულია გადასახსნელი ხრახნების 6 საშუალებით. მტვრის ძირითადი მასა (85%-მდე) გროვდება მტვერსაღებ საკანში 7, ხოლო დარჩენილი მტვრის ნაწილი იშვინდება ფირფიტოვან და ზეთიან

ფილტრებში, რომელთა გავლის შემდეგ გაწმენდილი ჰაერი ვენტილატორის საშუალებით უბრუნდება საამქროს.

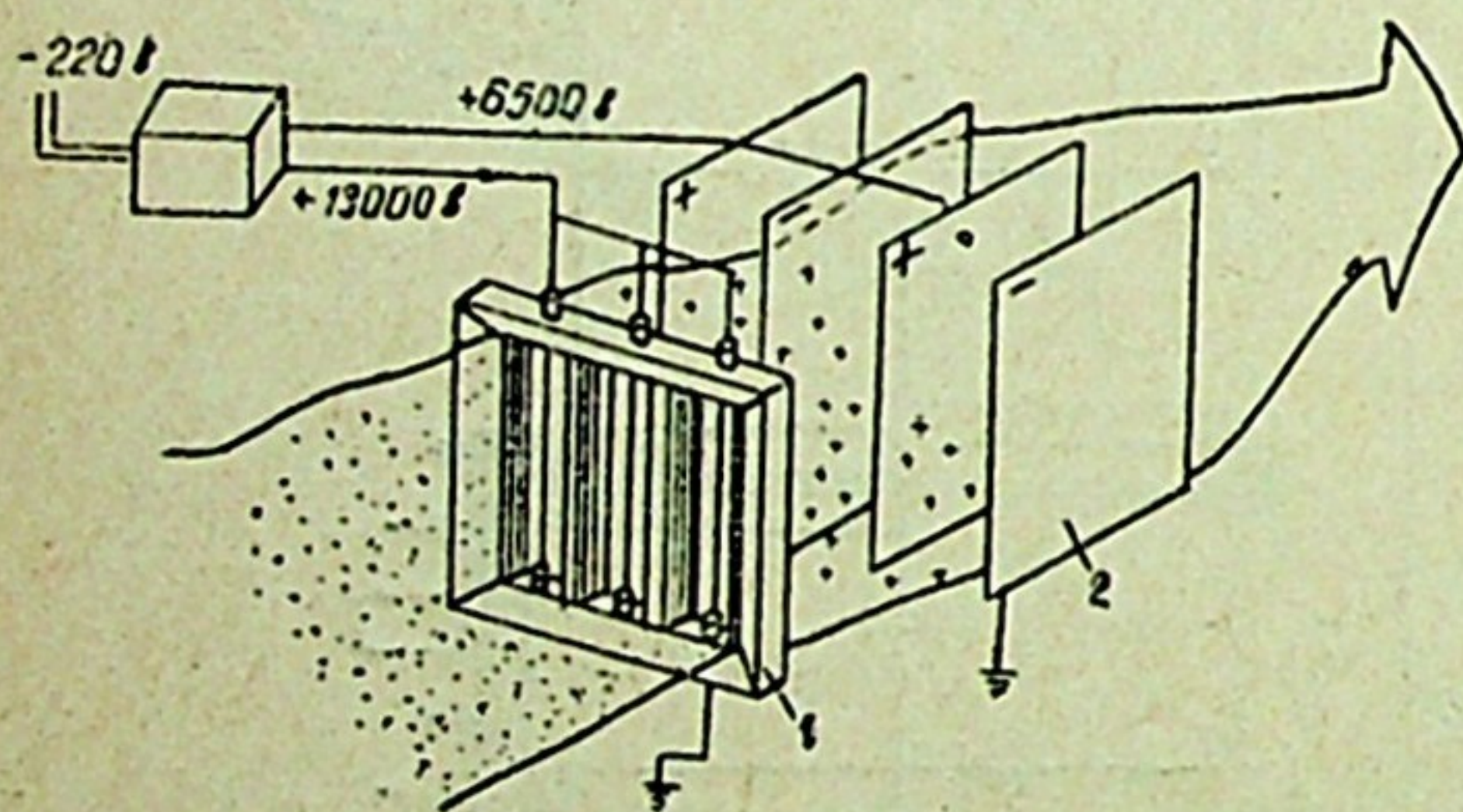
ამ აგრეგატის მწარმოებლობა 500 მ³/სთ, ხოლო მისი გაწმენდის კოეფიციენტი 99,9%-ს აღწევს. აგრეგატის მუშაობის ხანგრძლივობა, როდესაც გასაწმენდ ჰაერში მტვრის შემცველობა 300 მგ/მ³-მდეა, დაახლოებით 50 საათია, რის შემდეგაც საჭირო ხდება ფილტრების გაწმენდა.

არსებობს ამ აგრეგატის მსგავსი ინდივიდუალური მტვერგამწმენდი აგრეგატები ჰაერის უფრო დიდი მწარმოებლობით (1000—3000 მ³/სთ), ასეთებია ПСП, ГАЗ და სხვ.

ელექტროფილტრი. ელექტროფილტრის მუშაობის პრინციპი დამყარებულია მტვრის ნაწილაკების იონიზაციაზე. ამ ფილტრში ჰაერიდან მტვრის ნაწილაკების გამოყოფა წარმოებს მძლავრ ელექტრულ ველში, სადაც



ა



ბ

ნახ. VIII.14

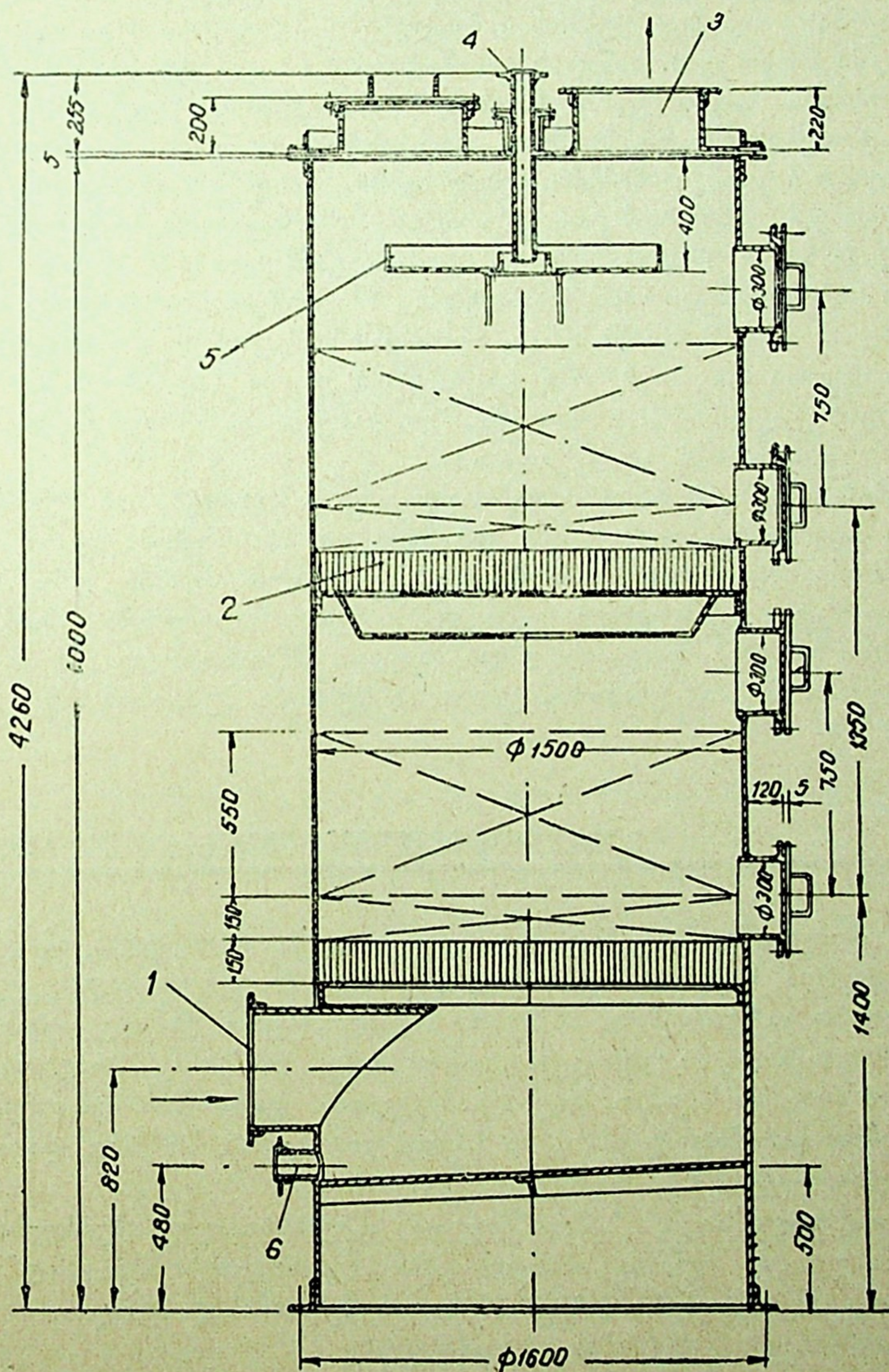
ხდება მტვრის დამუხტვა და დალექვა ელექტროდებზე. ელექტროდებზე მოგროვებული მტვერი თვითდინებით იყრება ბუნკერებში, საიდანაც ხდება მისი გამოტვირთვა.

VIII.14 ნახ-ზე მოცემულია ერთ (ა) და ორზონიანი (ბ) ელექტროფილტრების პრინციპული სქემები. ერთზონიანი ფილტრისაგან განსხვავებით, ორზონიან ფილტრში მტვრის ნაწილაკები დაიონებულ ზონაში 1 თავდაპირველად იმუხტებიან, ხოლო შემდეგ ილექებიან ელექტროდებზე 2. ელექტროფილტრების ელექტროენერგიით 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-

ენერგიით კვება და ამავე დროს, შედარებით დაბალი ძაბვის დენით კვების გამო, ადგილი არა აქვს არასასურველი პროდუქტების (აზოტის ჟანგი, ოზონი) გამოყოფას. ამ მოსაზრებებით ორზონიანი ელექტროფილტრები უფრო პერსპექტიულია.

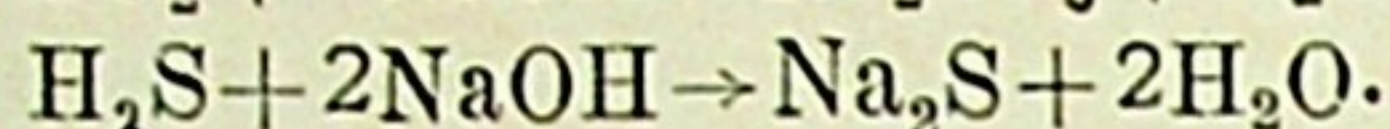
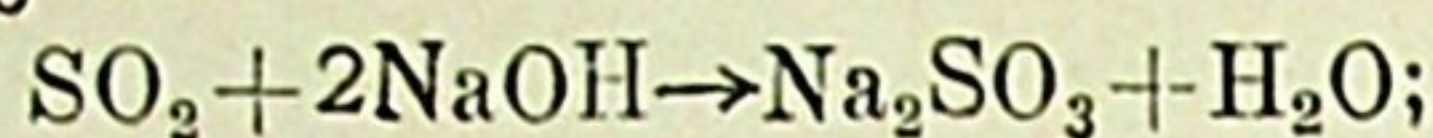
არსებობს ელექტროფილტრების რამდენიმე სახეობა (მაგალითად, ДВП, УВП და სხვ.), რომლებსაც აქვთ დიდი გაბარიტული ზომები (სიმაღლე დაახლოებით 15 მ და იკავებს დაახლოებით 10 მ² ფართობს). მათი ღირებულება ძალიან დიდია და ამიტომ ისინი გამოიყენება მხოლოდ ძვირფასი მტვრის (ცემენტი, თამბაქო, თუთიის ჟანგი და სხვ.) დასაჭერად.

სათავესიდან ამოწოვილი ჰაერის გასაწმენდად, რომელიც დიდი რაოდენობით შეიცავს ტოქსიკურ მავნეობებს, არსებობს გაუფხვრებისა და აბსორბირების მეთოდები. გაუფხვრების მეთოდს იყენებენ იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰაერის შემცველი სხვადასხვა გაზი და ორთქლი რეაქციაში შედის ხსნარებთან ან წყალთან. მაგალითად, გოგირდოვანი აირი ან წყალბადგოგირდი რეაქციაში შედის მწვავე ნატრიუმის ხსნართან, რის შედეგადაც მიიღება მა-



ნახ. VIII.15

რილი და წყალი, ე. ი. ხდება მისი გაუვნებლება. ეს რეაქციები წარიმართება ცნობილი ტოლობებით:



ეროვნული
ბიბლიოთეკა

VIII.15 ნახაზზე მოცემულია 1500 მმ დიამეტრის სარწყავი სარეცხელი, რომელიც გამოიყენება სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის გოგირდოვანი აირის ან წყალბადგოგირდისაგან გასაწმენდად. გასაწმენდი ჰაერი მილუელით 1 შედის სარეცხელის ქვედა ნაწილში, გაივლის მწვავე ნატრიუმის ხსნარით დასველებულ ცხაურებს 2, რის შედეგადაც ხდება მისი გაუვნებლება და ატმოსფეროში 3 გაყვანა. მწვავე ნატრიუმის ხსნარის მომზადება წარმოებს სპეციალურ ავზებში, საიდანაც ტუმბოს საშუალებით მილუელით 4 სარეცხელს ზედა ნაწილში მიეწოდება. ხსნარის განაწილება და გაფრქვევა სარეცხელის სივრცეში წარმოებს სპეციალური საცრის 5 საშუალებით. რეაქციაში შესული მწვავე ნატრიუმის ხსნარი, რომლის კონცენტრაცია შემცირდა, მილუელით 6 თვითღინებით ჩაედინება 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 მ³/სთ. არსებობს სარეცხელის ისეთი კონსტრუქციები, რომელთა მწარმოებლობა გაცილებით დიდია (30000—40000 მ³/სთ). სარეცხელები უმთავრესად გამოიყენება გალვანური საამქროების აბაზანებიდან ამოწოვილი ჰაერის გასაწმენდად.

ჰაერის გაწმენდის აბსორბირების მეთოდი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰაერში შემცველი გაზები და ორთქლი შთანთქმება მყარი ნივთიერებების მიერ. მაგალითად, სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის გასაწმენდად, რომელშიც შედის ნახშირჟანგი, გამოიყენება მყარი ნივთიერება — მანგანუმის ჟანგი. აბსორბირების მეთოდის დიდი ნაკლია მშთანთქმელი ნივთიერების თვისებების, შთანთქმის უნარის მკვეთრი დაქვეითება მუშაობის ხანგრძლივობის მიხედვით.

§ 35.

სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის ჭავლეტი გავყოჩსნა

იმ შემთხვევაში, როდესაც შეუძლებელი ხდება სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის გაწმენდა, საჭიროა ჰაერი გავიყვანოთ ატმოსფეროს მაღალ ფენებში, ე. წ. ჭავლური გატყორცნით. ამ დროს სავენტრიაციო დანადგარების გამოსაბოლქვ მილს ბოლოში უკეთდება კონფუზორი, რომელიც მთავრდება ცილინდრული ფორმის საცმით. მილის განივკვეთის ფართობის შემცირებასთან დაკავშირებით სათანადოდ იზრდება ჰაერის გამოსვლის სიჩქარე და იქმნება შორსმოქმედი ჭავლი.

ცილინდრული საცმის ზემოთ ჭავლის აწევის სიმაღლე შეიძლება ზუსტად განისაზღვროს წყნარი ამინდის დროს, რომელიც ბ. ს. მოლჩანოვის თეორიული გაანგარიშებებით, VIII.16 ნახ. ის შესაბამისად, ტოლია

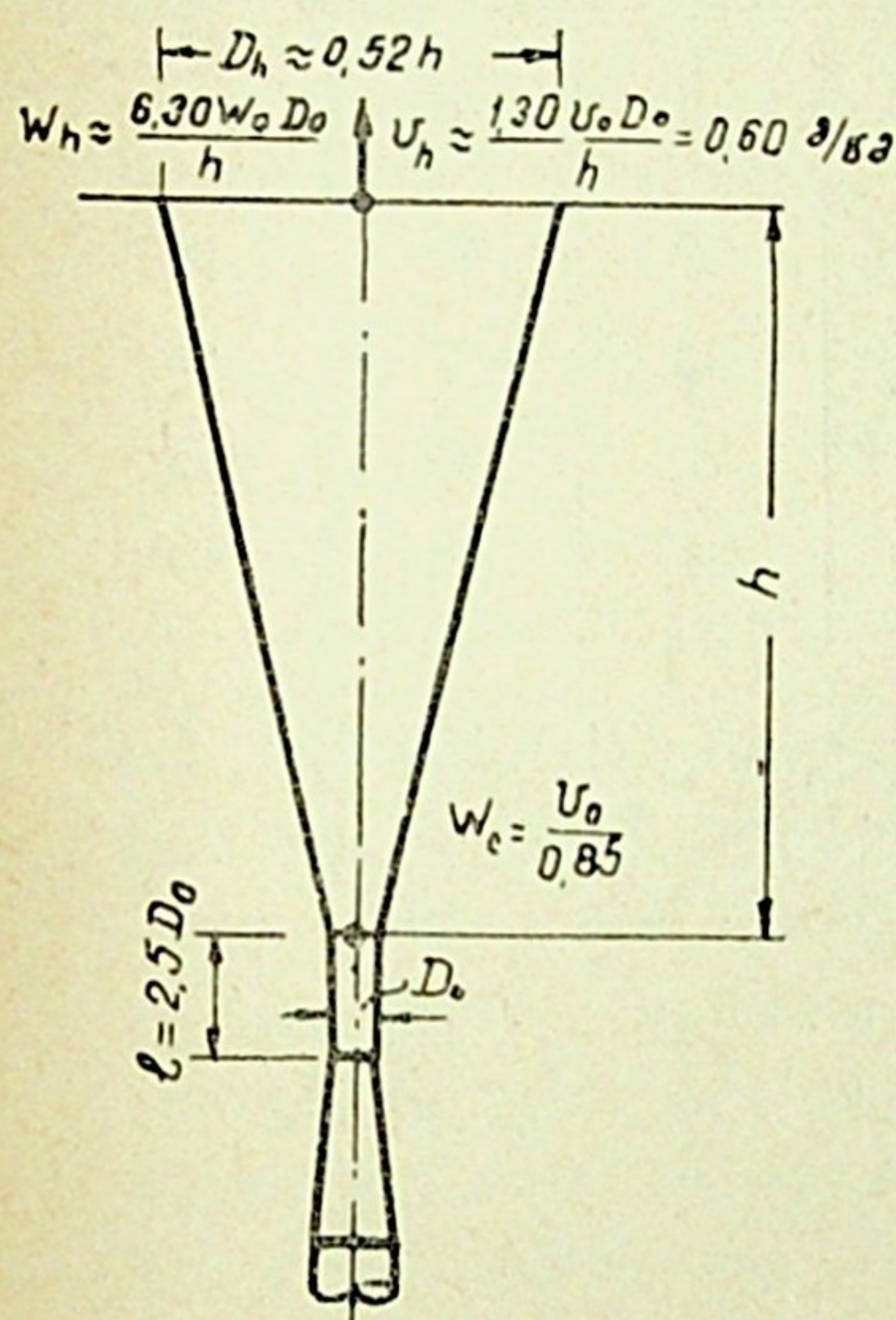
$$h = 2,17 v_0 \cdot D_0 \text{ მ}, \quad (8.23)$$

სადაც v_0 არის საცმიდან ჰაერის გამოსვლის სიჩქარე მ/წმ-ობით;

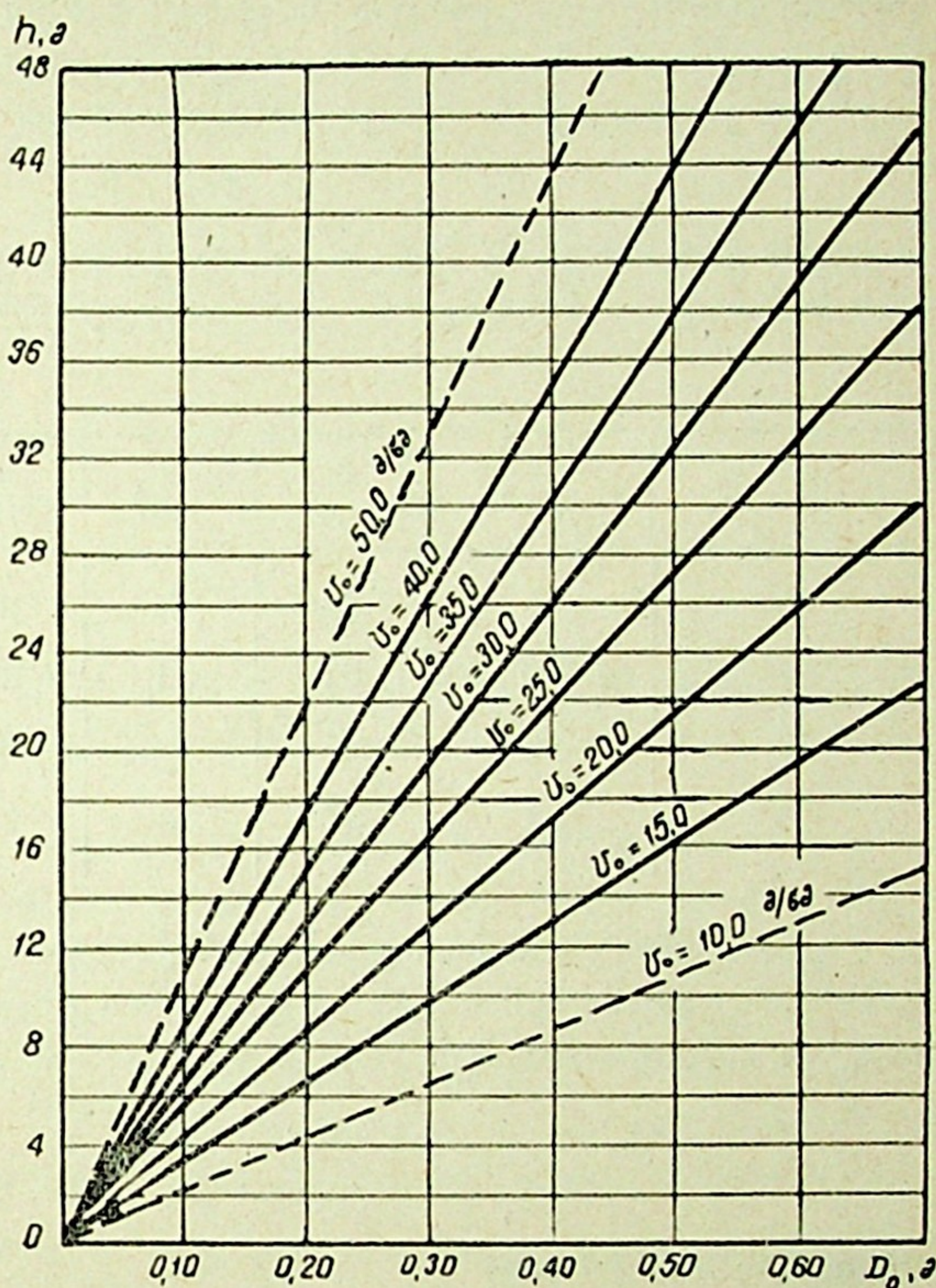
D_0 — საცმის დიამეტრი მ-ობით.

ქარის უმოქმედობის პირობებში ჭავლის აქტიური სიმაღლის დასადგენად ამ ფორმულის მიხედვით აგებულია გრაფიკი (ნახ. VIII.17). აქ აბსცისთა ღერძზე გადაზომილია საცმის დიამეტრები (0,1—0,7 მ), ხოლო ორდინატთა ღერძზე აღნიშნულია ჭავლის აქტიური სიმაღლეები სხვადასხვა სიჩქარის დროს.

ქარის მოქმედების დროს მდგომარეობა მკვეთ-



ნახ. VIII.16



ნახ. VIII.17

რად იცვლება — ჭავლური გატყორცნის ეფექტურობა საგრძნობლად მცირდება. ქარი ხელს უშლის ჭავლის აღმავლობას, ახდენს მის გარდატეხას.

წლების განმავლობაში მკვლევარები სწავლობდნენ ქარის მოქმედების გავლენას ჭავლური ნაკადის ხასიათზე. მათ მოგვცეს ჭავლის 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 ჭავლის აწევის სიმაღლე ქარის მოქმედების დროს მ-ობით, სავენტილაციო ჭავლურ გატყორცნებში ქარის საანგარიშო სიჩქარედ მიღებულია $v = 2,5$ მ/წმ;

D_0 — საცმის დიამეტრი მ-ობით,

v_0 — საცმიდან ჭაერის გამოსვლის სიჩქარე მ/წმ-ობით.

ძლიერი ქარის დროს, როდესაც მისი სიდიდე აღწევს 10—15 მ/წმ, ჭავლი არ წარმოიქმნება. ამ დროს ხდება საცმიდან გამოსული ჭაერის ნაკადის სწრაფი გაზრდა და ჭაერში 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 ჰაერული გატყორცნა. სიჩქარის გაზრდასთან ერთად იზრდება საცმში და კონფუზორში წნევის დანაკარგები. ჰაერული გატყორცნის წინააღობის საერთო კოეფიციენტი ექსპერიმენტული მონაცემების მიხედვით ტოლია

$$\xi = 1,15.$$

ჰაერულ გატყორცნაზე წნევის დანაკარგები საცმიდან გამოსული ჰაერის სიჩქარის მიხედვით მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში.

ცხრილი VII.8

v_0 მ/წმ	H კგ/მ ²	v_0 მ/წმ	H კგ/მ ²	v_0 მ/წმ	H კგ/მ ²	v_0 მ/წმ	H კგ/მ ²
15	16	22	34	29	59	35	86
17	20	24	41	30	63	37	96
19	25	25	44	32	72	39	107
20	28	27	51	34	81	40	113

სათავესიდან ამოწოვილი ჰაერის ჰაერული გატყორცნისას საჭიროა, რომ გამოსაბოლქვი მილის საცმი დიდად იყოს დაცილებული შენობის სახურავიდან. ეს მანძილი მინიმუმ 10—15 მ-ის ტოლი უნდა იყოს.

████████████████████

✓

ჰაერის მდგომარეობის ცვლა წყალთან კონტაქტის დროს იძულებითი მოძრაობის 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 ნამის წერტილის ტემპერატურაზე, მაშინ მიმდინარეობს ჰაერის გაშრობის პროცესი, ხოლო თუ წყლის ტემპერატურა მეტია ნამის 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 $I-d$ დიაგრამაზე დახასიათებულია სრული გაჯერების მრუდით $\varphi=100\%$). მიღებული მოდელი საშუალებას გვაძლევს ჰაერსა და წყალს შორის სითბოსა და ტენციის პროცესი წარმოვიდგინოთ, როგორც განსაზღვრულპარამეტრებიანი ჰაერის შერევა წყლის ტემპერატურის მქონე გაჯერებულ ჰაერთან.

§ 36.

ჰაერსა და წყალს შორის თბოცვლის საანგარიშო განვლილებები

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

$$dQ = dQ_{აშკ} + dQ_{ფარ}, \quad (9.1)$$

სადაც dQ არის სითბოს საერთო რაოდენობა;

$dQ_{აშკ}$ — აშკარა სითბოს რაოდენობა;

$dQ_{ფარ}$ — ფარული სითბოს რაოდენობა.

აშკარა თბოგადაცემა მიმდინარეობს თბოგამტარობით, კონვექციითა და გამოსხივებით. ელემენტის მცირე ზედაპირიდან გადაცემული აშკარა სითბოს რაოდენობა

$$dQ_{აშკ} = GC_p dt = \alpha (t - t_{ფ}) dF, \quad (9.2)$$

სადაც G არის ჰაერის რაოდენობა, კგ/სთ-ობით;

C_p — ჰაერის თბოტევადობა მუდმივი წნევის დროს, კკალ/კგ გრ-ობით;

α — ჰაერსა და წყალს შორის თბოგადაცემის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს კონვექციით, თბოგამტარობითა და გამოსხივებით გადაცემულ სითბოს რაოდენობას, კკალ/მ² გრ. სთ-ობით;

t — ჰაერის ტემპერატურა, °C;

$t_{ფ}$ — წყლის ტემპერატურა, °C;

dF — თბოგაცემის ზედაპირი, მ²-ობით.

(9.2) განტოლებაში სითბოს ნაკადის დადებით მიმართულებად მიღებულია მიმართულება ჰაერიდან წყლისაკენ.

წყალს და განსაკუთრებით ჰაერს აქვთ უმნიშვნელო თბოგამტარობის კოეფიციენტი, რომელიც პრაქტიკულად არ მოქმედებს თბოგაცემის კოეფიციენტის სიდიდეზე. უმნიშვნელოა აგრეთვე გამოსხივებით გადაცემული სითბოს რაოდენობა ისეთ თბომცვლელ აპარატებში, რომლებშიც ჰაერის სიჩქარე არ აღემატება 3—4 მ/წმ და ტემპერატურათა სხვაობა იცვლება მხოლოდ 5—6°-ით.

ვინაიდან კონდიციონერებში ჰაერის მოძრაობა იქნება იქნება, ამიტომ ბუნებრივი კონვექციით გადაცემული სითბოს რაოდენობაც შეიძლება უგულებელვყოთ. ამრიგად, აშკარა თბოგადაცემა, რომელიც მიმდინარეობს კონდიციონერების თბომცვლელ აპარატებში, დამოკიდებული იქნება მხოლოდ იძულებით კონვექციაზე და წარმოადგენს ჰაერის სიჩქარის ფუნქციას

$$\alpha = cf(v),$$

სადაც v არის ჰაერის წონითი სიჩქარე, კგ/მ². წმ-ობით.

ფარული თბოგადაცემა მიმდინარეობს ჰაერის მიერ აორთქლების ფარული სითბოს შთანთქმით ან გამოყოფით. ეს პროცესი დამოკიდებულია ჰაერის ძირითად ნაკადში და მის სასაზღვრო შრეში წყლის ორთქლის პარციალური წნევების სხვაობაზე. აირების დიფუზიის კანონის საფუძველზე ტენცვლა ჰაერსა და წყალს შორის შეიძლება გამოისახოს შემდეგი განტოლებით

$$dw = Gd\left(\frac{d}{1000}\right) = c_1 dF(P - P_{ფ}), \quad (9.3)$$

სადაც $d\left(\frac{d}{1000}\right)$ არის ჰაერის უსასრულოდ მცირე ტენშემცველობათა სხვაობა კგ/კგ-ობით;

c — პროპორციულობის კოეფიციენტი;
 P და $P_{\text{ფ}}$ — შესაბამისად წყლის ორთქლის პარციალური წნევები
 ჰაერის ძირითად მასაში და ჰაერის სასაზღვრო შრე-
 ში, მმ წყ. სვეტობით.

მრავალი ცდის საფუძველზე დადგენილია, რომ პარციალური წნევების
 სხვაობის ფარდობა ტენზემცველობათა სხვაობასთან პრაქტიკულად მუდმივი
 სიდიდეა და დაახლოებით 1,6 ტოლია; თუ მხედველობაში მივიღებთ ამ თა-
 ნაფარდობას, მაშინ (9.3) განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს

$$dw = Gd \left(\frac{d}{1000} \right) = \sigma dF \frac{d - d_{\text{ფ}}}{1000}, \quad (9.4)$$

სადაც σ არის ტენგადასვლის კოეფიციენტი, კგ/მ² სთ-ობით;

d — ჰაერის ძირითადი მასის ტენზემცველობა, გ/კგ-ობით;

$d_{\text{ფ}}$ — ჰაერის ტენზემცველობა 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

$$dQ_{\text{ფარ}} = dw r = Gd \left(\frac{d}{1000} \right) r = \sigma dF \frac{d - d_{\text{ფ}}}{1000} r, \quad (9.5)$$

სადაც r არის აორთქლების ფარული სითბო და უდრის $595 - 0,54 t_{\text{ფ}}$,
 კკალ/კგ-ობით.

თუ (9.1) განტოლებაში ჩავსვათ (9.2) და (9.5) განტოლებების მნიშვნელობებს, მივიღებთ

$$dQ = GdI = \sigma dF \left[\frac{\alpha}{\sigma_{\text{ფ}}} (t - t_{\text{ფ}}) + (595 - 0,54 t_{\text{ფ}}) \frac{d - d_{\text{ფ}}}{1000} \right], \quad (9.6)$$

სადაც $dI = d(I - I_{\text{ფ}})$ არის უსასრულოდ მცირე თბოშემცველობათა სხვაობა,
 კკალ/კგ-ობით.

აორთქლების პროცესის დროს თბოგადაცემის კოეფიციენტსა და ტენ-
 ცვლის კოეფიციენტს σ შორის არსებობს გარკვეული დამოკიდებულება, რო-
 მელიც, ლუისის ფორმულის თანახმად, ჰაერისა და წყლის სისტემისთვის
 (ტურბულენტური დინების შემთხვევაში) იქნება

$$\frac{\alpha}{\sigma} \simeq C_p 0,24 \cdot 0,47 \frac{d}{1000}, \quad (9.7)$$

ჰაერის ლამინალური დინებისათვის კი

$$\frac{\alpha}{\sigma} \simeq 0,92 C_p.$$

მსგავსობის თეორიის ანალიზი და ჩატარებული ექსპერიმენტები გვიჩვენებს, რომ დაბალი თბური დატვირთვების შემთხვევაში, რომლითაც ხასიათდება კონდიციონერების თბომცველი აპარატები, $\frac{\alpha}{\sigma}$ თანაფარდობა შეიძლება დაახლოებით მივიღოთ ტენიანი ჰაერის სითბოტევადობის ტოლად.

თუ (9.6) განტოლებაში $\frac{\alpha}{\sigma}$ გამოსახულების მნიშვნელობას ჩავსვამთ

(9.7) განტოლებიდან და მხედველობაში მივიღებთ ტენიანი ჰაერის ტენზომცველობას (1.25) განტოლებიდან, გვექნება

$$GdI = \sigma dF \left[(I - I_{\text{ფ}}) - \frac{d - d_{\text{ფ}}}{1000} t_{\text{ფ}} \right]. \quad (9.8)$$

(9.8) განტოლებაში (9.4) განტოლებიდან dw მნიშვნელობის ჩასმით მიიღება სრული სითბოს საბოლოო რაოდენობა

$$dQ = GdI = \sigma dF (I - I_{\text{ფ}}) - dw t_{\text{ფ}}, \quad (9.9)$$

სადაც I არის ტენიანი ჰაერის სითბოშემცველობა მის დამუშავებამდე, კკალ/კგ-ობით;

$I_{\text{ფ}}$ — ტენით გაჯერებული ჰაერის სითბოშემცველობა, კკალ/კგ-ობით.

$dw t_{\text{ფ}} = \frac{d - d_{\text{ფ}}}{1000} t_{\text{ფ}} \sigma dF$ გამოსახულება წარმოადგენს ასაორთქლებელი

ან კონდენსირებული სითხის სითბოშემცველობას, რომლის მნიშვნელობა მეტად მცირეა (დაახლოებით 0,5%) $\sigma dF (I - I_{\text{ფ}})$ მნიშვნელობასთან შედარებით და ამიტომ შეიძლება მისი უგულებელყოფა. ამრიგად, (9.9) განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს

$$dQ = GdI = \sigma dF (I - I_{\text{ფ}}). \quad (9.10)$$

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 ადვილად გარდავქმნათ (9.2) განტოლებად.

(9.10) განტოლება Q , I და F სასრული სიდიდეებისათვის შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს შემდეგი სახით

$$Q = G \Delta I = \sigma F \Delta I_{\text{ლ}}, \quad (9.11)$$

სადაც $\Delta I_{\text{ლ}}$ არის ჰაერსა და წყალს შორის საშუალო ლოგარითმულ სითბოშემცველობათა სხვაობა, კკალ/კგ-ობით.

§ 37. კაეკსა და წყალს შორის თბომცვლის პარამეტრების ანალიზი

მიღებული ძირითადი დიფერენციალური განტოლებები მხოლოდ რაოდენობრივად ახასიათებენ ჰაერსა და წყალს შორის თბომცვლის პროცესს. ამ განტოლებების საშუალებით შეიძლება განისაზღვროს ჰაერის სითბოშემცველობის მნიშვნელობა, მაშინ როდესაც ჰაერის მდგომარეობის დასახასიათებლად საჭიროა ორი პარამეტრის ცოდნა.

მეორე პარამეტრის მნიშვნელობა ადვილად შეიძლება მიღებულ იქნეს (9.10) განტოლების (9.4) განტოლებაზე გაყოფით

$$\frac{dI}{d \left(\frac{d}{1000} \right)} = 1000 \frac{I - I_{\text{ფყ}}}{d - d_{\text{ფყ}}} \quad (9.12)$$

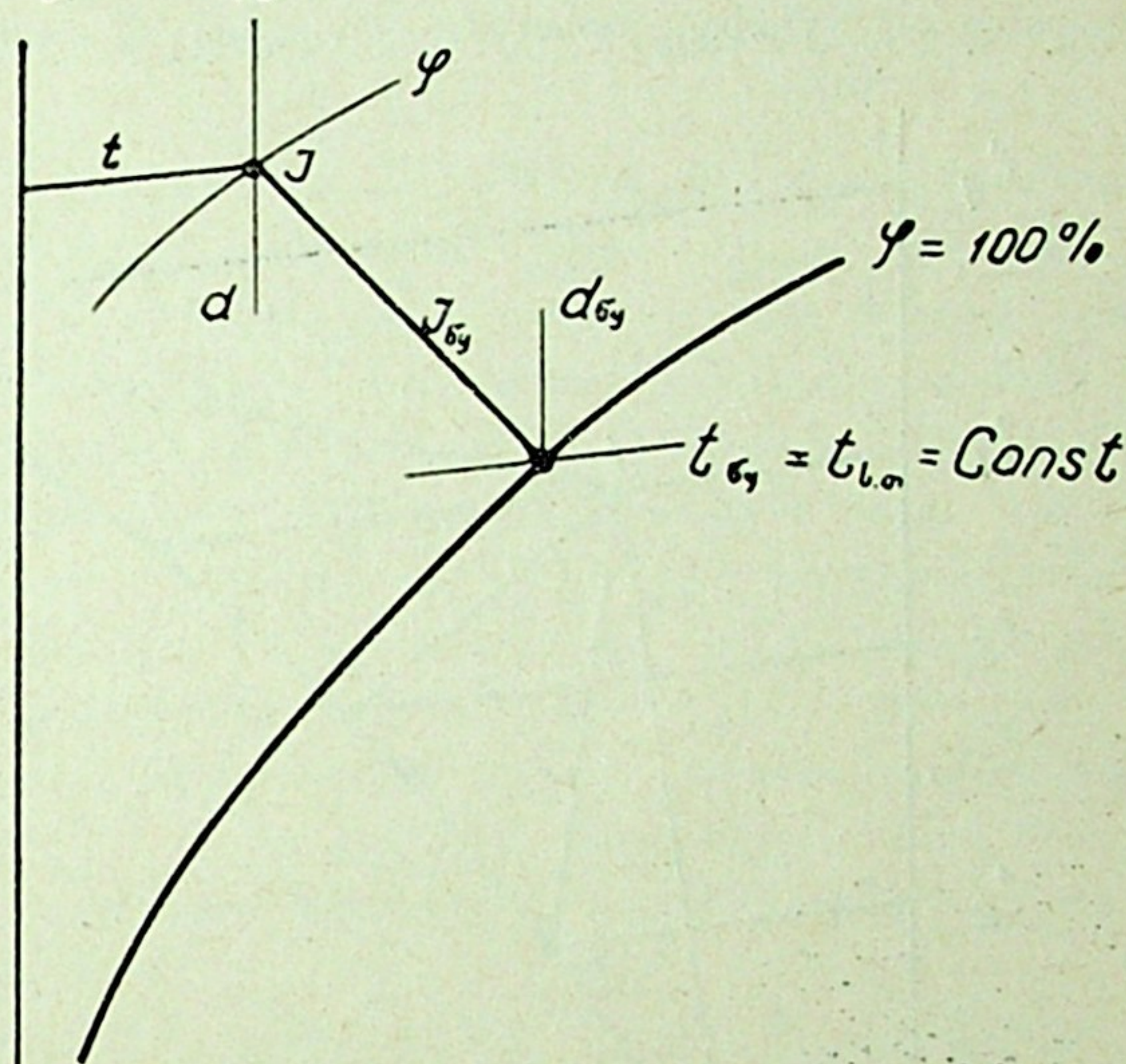
მიღებული (9.12) დიფერენციალური განტოლება გამოსახავს ჰაერის მდგომარეობის ცვლილებას. ეს განტოლება $I-d$ დიაგრამაზე წარმოადგენს წრფეს (ნახ. IX.1), რომელიც გადის ჰაერის საწყის I , d და საბოლოო პარამეტრებზე $I_{\text{ფყ}}$, $d_{\text{ფყ}}$. აღსანიშნავია, რომ ამ განტოლების მარჯვენა ნაწილში შედის ცნობილი სითბოსა და ტენის თანაფარდობის მასშტაბის მნიშვნელობა

$$\varepsilon = 1000 \frac{I - I_{\text{ფყ}}}{d - d_{\text{ფყ}}}$$

(9.12) განტოლება დამაკმაყოფილებელია მხოლოდ იმ პირობებისათვის, როდესაც თბოცვლის პროცესი წყალსა და ჰაერს შორის მიმდინარეობს მხოლოდ წყლის მუდმივი ტემპერატურის დროს. წყლის ტემპერატურის მუდმივობა კი დაცულია იმ ერთადერთ შემთხვევაში, როდესაც იდეალურ თბომცვლელ აპარატში სრული სითბოს რაოდენობა ნულის ტოლია. ამ უკანასკნელ პირობას $dQ=0$ აკმაყოფილებს ადიაბატური პროცესი, რომლის დროსაც აირის მდგომარეობა ისე იცვლება, რომ აირი გარემოდან 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

$$dQ_{\text{აშკ}} = -dQ_{\text{ფარ}} \quad (9.13)$$

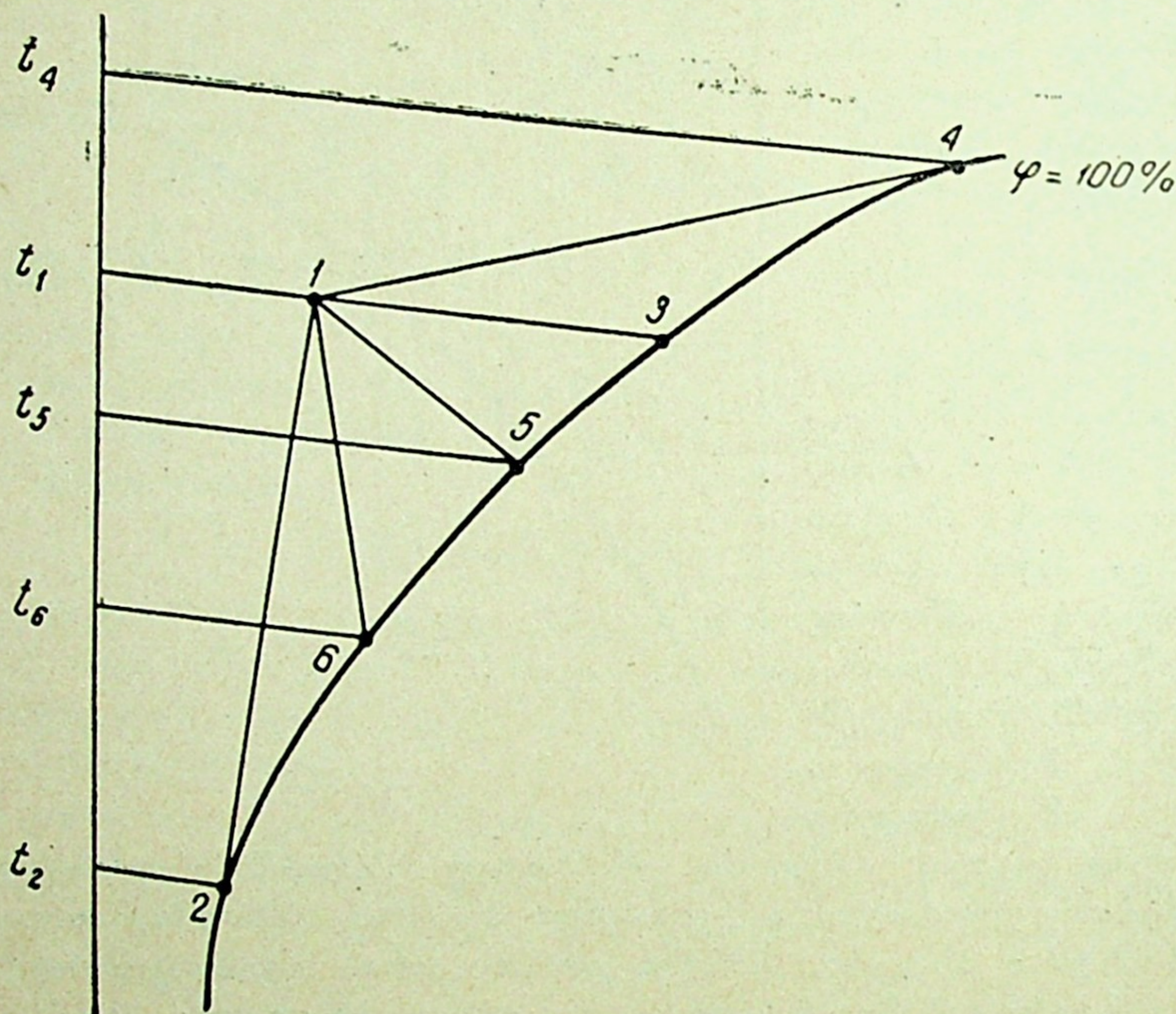
როგორც განტოლებიდან ჩანს, ადიაბატურ პროცესში ჰაერის სითბოშემცველობისა და ტენშემცველობის მნიშვნელობები იცვლება. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ტენშემცველობის ცვლილება, რომელიც გადამწყვეტია ჰაერის დატენიანების დროს. წყლის ტემპერატურას, რომლის დროსაც მიმდინარეობს ჰაერის დატენიანება სრული სითბოს ნაზარდის უცვლელად $dQ=0$, ეწოდება სველი თერმომეტრის ტემპერატურა $t_{\text{ფყ}} = t_{\text{ს.თ}} = \text{const}$, 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

მო ჰაერის სითბოშემცველობა პრაქტიკულად რჩება მუდმივი და, ცხადია, თბოცვლის პროცესი წყალსა და ჰაერს 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 ცვალებადობა დამოკიდებულია თბოცვლის 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 თბომცვლელი აპარატებისათვის დადგენილია წყლის ტემპერატურის მნიშვნელობის ფუნქციური დამოკიდებულება მის საწყის და საბოლოო ტემპერატურაზე $t_{\text{ср}} = (t_{\text{ср.ს}} + t_{\text{ср.ბ}}) / 2$. მაგალითად, ვერტიკალური აპარატებისთვის წყლის საძიებელი ტემპერატურა ტოლია ამ წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურების საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობებისა

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{ср.ს}} + t_{\text{ср.ბ}}}{2}, \quad (9.14)$$

სადაც $t_{\text{ср.ს}}$ და $t_{\text{ср.ბ}}$ შესაბამისად არის წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურები.

ზემოაღნიშნული დაშვების საფუძველზე, ჰაერის მდგომარეობის ცვლილება $I-d$ დიაგრამაში აიგება სწორი ხაზით (ნახ. IX.2). პირველ წერტილს

შეესაბამება ჰაერის საწყისი პარამეტრები, ხოლო მეორეს — ჰაერის საბოლოო პარამეტრები. ცხადია, მიღებულ ზოგად პროცესებში და, კერძოდ, 1—2 პოლიტროპულ პროცესში ჰაერის შუალედური პარამეტრების მნიშვნელობა განგარიშებისთვის სრულიად არ არის საინტერესო.

ჰაერსა და წყალს შორის შესაძლო პროცესების ანალიზისათვის მე-6 განტოლებაში $\frac{\sigma}{\sigma_0}$ ნაცვლად შევიტანოთ მისი მნიშვნელობა C_p . მაშინ განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს

$$dQ = \sigma dFC_p (t - t_{\text{ფ}}) + \sigma dF (595 - 0,54 t_{\text{ფ}}) \frac{d - d_{\text{ფ}}}{1000}. \quad (9.15)$$

(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 მეტია 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 მეტია ჰაერის ტემპერატურაზე, თბური ნაკადის მიმართულება იქნება წყლიდან ჰაერისაკენ, ამის გამო პირველი წევრი უარყოფითი იქნება. ამ შემთხვევაში ჰაერის ტემპერატურა იზრდება (პროცესი 1—4, ნახ. IX.2).

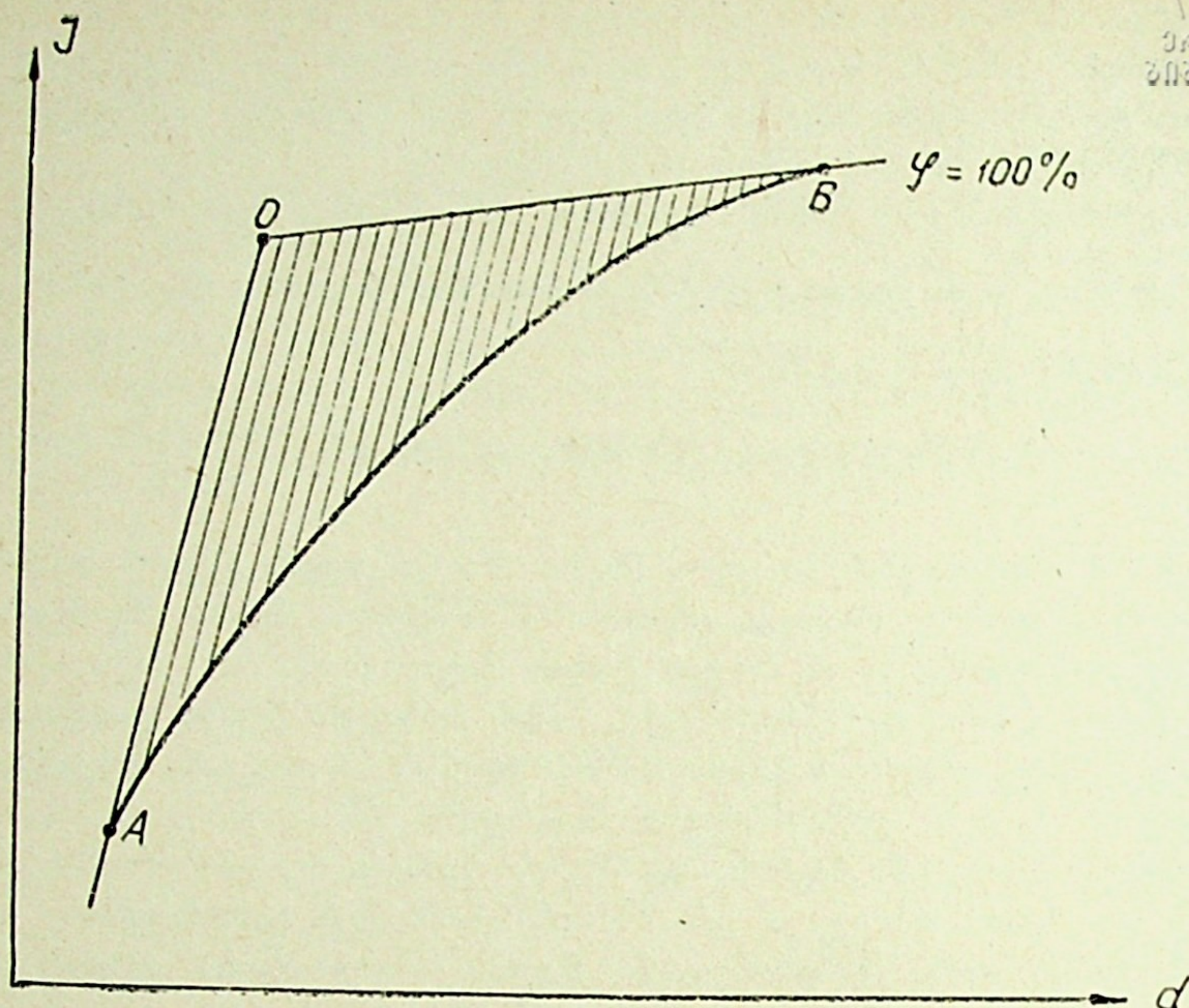
როგორც აღვნიშნეთ, (9.15) განტოლების მეორე წევრი წარმოადგენს ფარულ სითბოს, რომელიც მონაწილეობას იღებს საერთო თბოცვლაში. მისი მნიშვნელობა დადებითი იქნება მაშინ, როდესაც არსებობს უტოლობა $d > d_{\text{ფ}}$. ამ შემთხვევაში წყლის ზედაპირზე ტენიანი ჰაერიდან მოხდება წყლის ორთქლის კონდენსაცია და ჰაერის ტენშემცველობა მცირდება (პროცესი 1—2, ნახ. IX.2). თუ $d < d_{\text{ფ}}$, მაშინ წყლის ზედაპირიდან მიმდინარეობს აორთქლება, რის შედეგადაც წარმოებს ჰაერის დატენიანება (პროცესი 1—5, ნახ. IX.2). ტენშემცველობათა ტოლობის შემთხვევაში $d = d_{\text{ფ}}$, განტოლების მეორე წევრი უტოლდება ნულს, ამ დროს პროცესი მიმდინარეობს მუდმივი ტენშემცველობის პირობებში (პროცესი 1—6, ნახ. IX.2).

სითბოსა და ტენცვლის 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 მხებს, გავლებულს ჰაერის საწყისი მდგომარეობის O წერტილიდან.

განვიხილოთ $I-d$ დიაგრამაში შვიდი დამახასიათებელი პროცესი:

1. წყლის ტემპერატურა ნაკლებია ნამის ტემპერატურაზე $t_{\text{ფ}} < t_{\text{ნამ}}$. 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

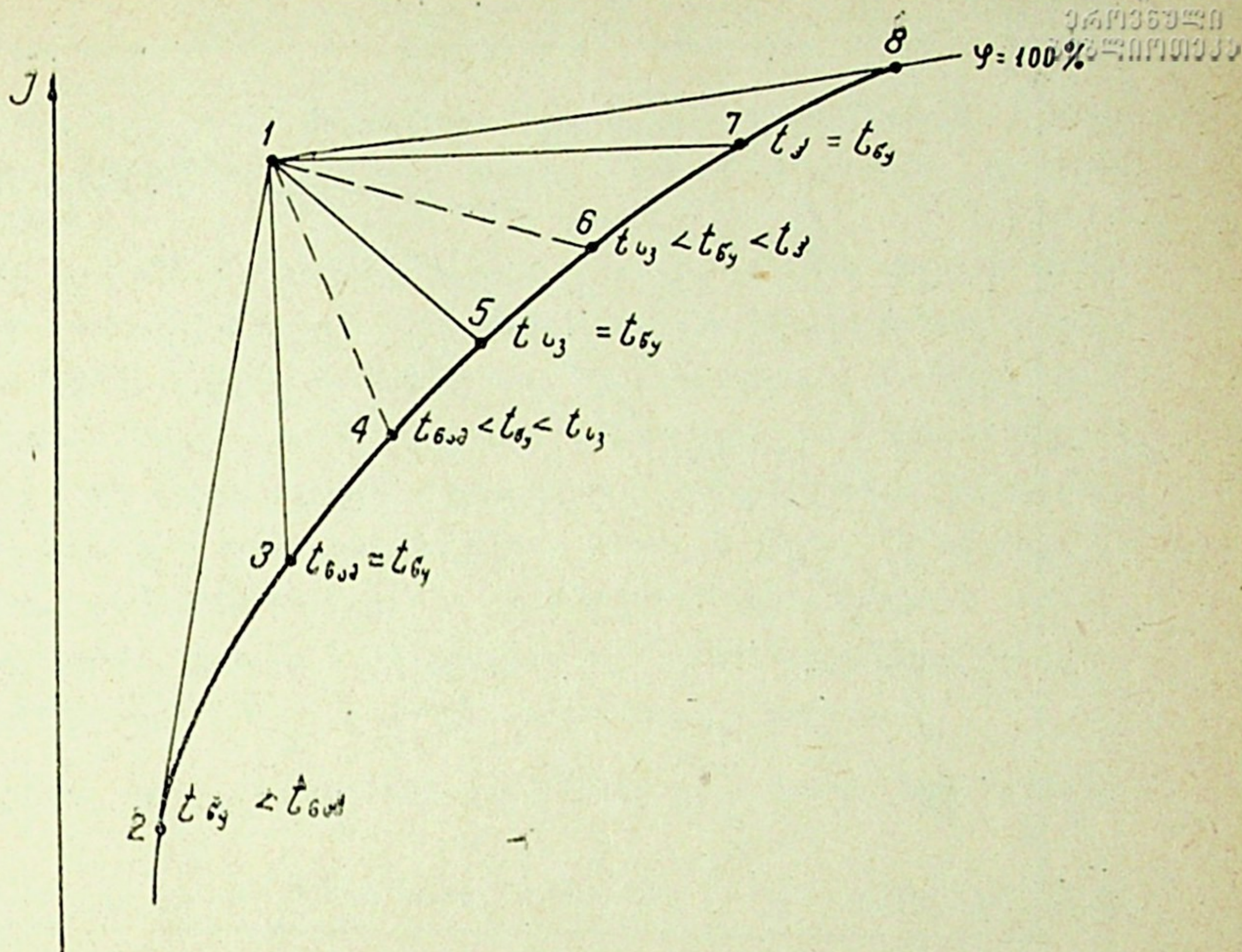
მიმდინარეობს ჰაერის გაცივების პოლიტროპული პროცესი მუდმივი ტენზემცველობით $d = \text{const}$. პროცესში მხოლოდ აშკარა სითბო გადაეცემა წყალს, ფარული სითბოს მნიშვნელობა კი ნულის ტოლია (პროცესი 1—3, ნახ. IX.4);

3. როდესაც წყლის ტემპერატურა მეტია ნამის წერტილის ტემპერატურაზე და ნაკლებია სველი თერმომეტრის ტემპერატურაზე და $t_{\text{ნამ}} < t_{\text{სვ}} < t_{\text{ს.თ}}$, მაშინ აშკარა სითბოს ნაწილი იხარჯება წყლის აორთქლებაზე, რის გამოც ჰაერი პოლიტროპულად ცივდება და ტენიანდება, ხოლო ჰაერის სითბოშემცველობა მცირდება (პროცესი 1—4, ნახ. IX.4).

4. როდესაც წყლის ტემპერატურა სველი თერმომეტრის ჩვენების ტემპერატურის ტოლია, მაშინ პროცესი ჰაერსა და წყალს შორის მიმდინარეობს მუდმივი სითბოშემცველობით, ადიაბატურად. ამ პროცესში აორთქლებაზე დახარჯული აშკარა სითბო კვლავ უბრუნდება ჰაერს ფარული სითბოს (ორთქლის) სახით. ჰაერის ტემპერატურა მცირდება სველი თერმომეტრის ჩვენებამდე, ხოლო მისი ტენზემცველობა — იზრდება (პროცესი 1—5, ნახ. IX.4);

5. პოლიტროპულ პროცესში, როდესაც წყლის ტემპერატურა მეტია სველი თერმომეტრის ჩვენების ტემპერატურაზე და ნაკლებია ჰაერის ტემპერატურაზე $t_{\text{ს.თ}} < t_{\text{სვ}} < t_{\text{ჰ}}$, ჰაერის ტენზემცველობა და სითბოშემცველობა იზრდება, 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 $t_{\text{სვ}} = t_{\text{ჰ}}$. პროცესი იზოთერმულია, რომლის დროსაც თბოცვლა ჰაერსა და წყალს შორის არ მიმდინარეობს. იზოთერმული დატენიანების დროს ჰაერის სითბოშემცვე-



ნახ. IX.4

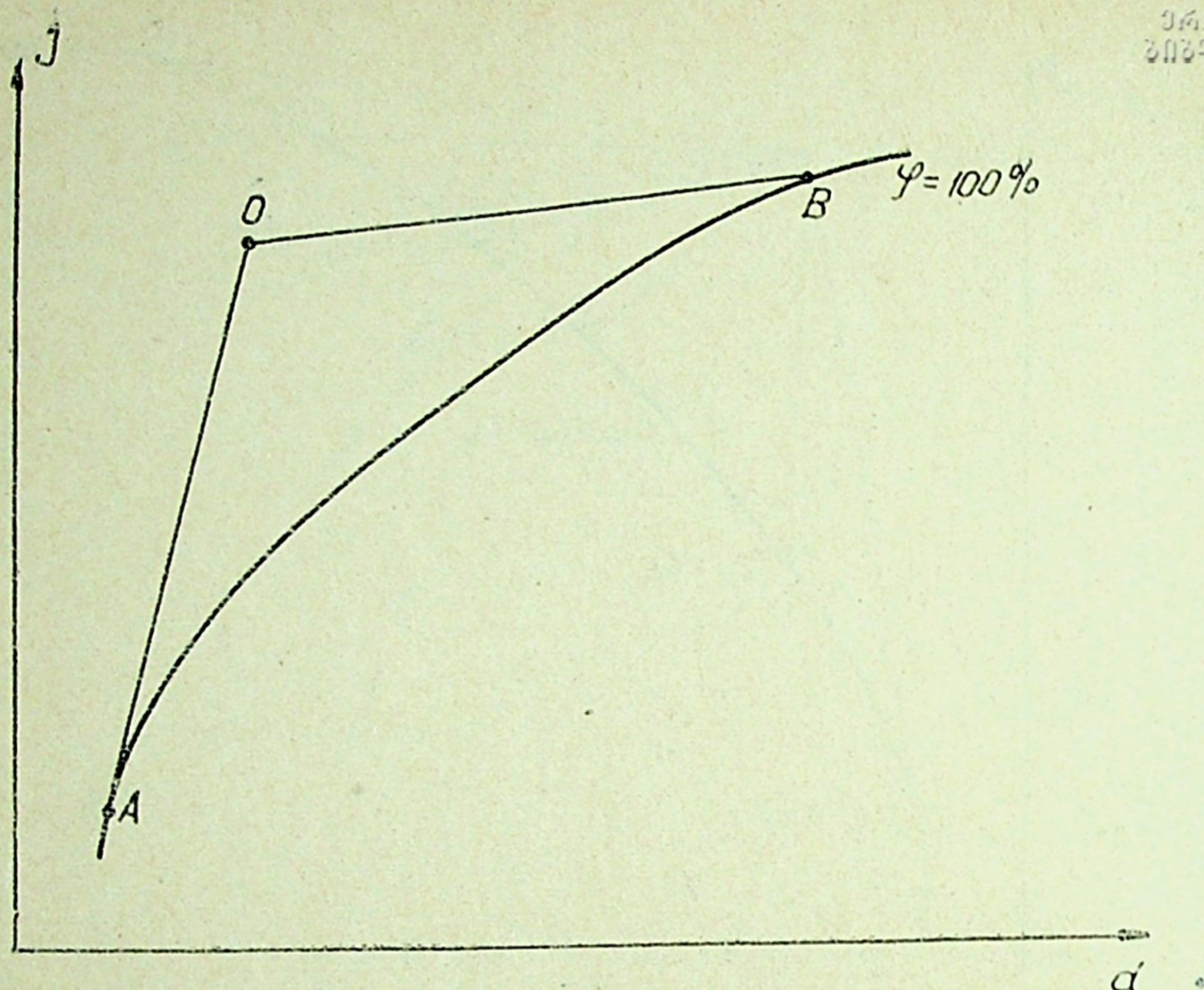
ლობისა და ტენზემცველობის ზრდა დამოკიდებულია გარემოდან მოდინებულ სითბოს ხარჯზე (პროცესი 1—7, ნახ. IX.4).

7. როდესაც წყლის ტემპერატურა მეტია ჰაერის ტემპერატურაზე, $t_{cy} > t_{ca}$, მაშინ სრული სითბო მთლიანად გადაეცემა ჰაერს, რის გამოც ჰაერის ტემპერატურა, ტენიანობა და ტენზემცველობა მკვეთრად იზრდება (პროცესი 1—8, ნახ. IX.4) (შვიდივე პროცესის დახასიათება მოცემულია IX.1 ცხრილში).

ზემოთ განხილული სითბოს და ტენციის პროცესების საფუძველზე შეიძლება ზოგადად დავასკვნათ:

ჰაერის გაშრობის პროცესები მიმდინარეობს მაშინ, როდესაც წყლის ტემპერატურა ნამის წერტილის ტემპერატურაზე ნაკლებია და, პირიქით, თუ $t_{cy} > t_{ca}$, 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 ტენზემცველობით 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 ტენზემცველობით 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

	ჰაერის პარამეტრების ცვლილება			პროცესის დაწყების პირობა	პროცესის მიმართულება	I—d დიაგრამის სექტორი	თბოცვლის პროცესის დახასიათება
	ტემპერატურა	ტენზომცველობა	სითბოშემცველობა				
1	შემცირება	გაზრობა	შემცირება	$t_{\text{ნყ}} < t_{\text{ნაგ.ნ}}$	$r < \varepsilon < \infty$	III	გაცივება და გაზრობა
2	შემცირება	უცვლელია	შემცირება	$t_{\text{ნყ}} = t_{\text{ნაგ.ნ}}$	$\varepsilon = \infty$	IV	ჰაერის გაცივება
3	შემცირება	ზრდა	შემცირება	$t_{\text{ნაგ.ნ}} < t_{\text{ნყ}} < t_{\text{ს.თ}}$	$-\infty < -\varepsilon < 0$	IV	ჰაერის გაცივება და დატენიანება
4	შემცირება	ზრდა	უცვლელია	$I = \text{const}$ $t_{\text{ნყ}} = t_{\text{ნაგ.ნ}}$	$\varepsilon = 0$	I	ჰაერის გაცივება და დატენიანება
5	შემცირება	ზრდა	ზრდა	$t_{\text{ს.თ}} < t_{\text{ნყ}} < t_{\text{კ}}$	$0 < \varepsilon < r$	I	ჰაერის გაცივება და დატენიანება
6	უცვლელი	ზრდა	ზრდა	$t_{\text{ნყ}} = t_{\text{კ}}$	$\varepsilon = r$	I	თბოცვლა არ მიმდინარეობს
7	ზრდა	ზრდა	ზრდა	$t_{\text{ნყ}} > t_{\text{კ}}$	$r < \varepsilon < \infty$	I	ჰაერის გათბობა და დატენიანება



სითბოს და ტენციის პროცესები წყალსა და ჰაერს შორის, გარდა ადიაბატურისა, პოლიტროპულიცაა, ვინაიდან თითო პროცესში იცვლება თბოშემცველობა.

როგორც აღვნიშნეთ, პოლიტროპული პროცესებისთვის ჰაერის პარამეტრების ცვლილება $I-d$ დიაგრამაში მიმდინარეობს სწორი ხაზით, რომელიც აერთებს ჰაერის საწყის და საბოლოო მდგომარეობების მნიშვნელობებს სრული გაჯერების მრუდზე. ამ პროცესების განხორციელება შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, თუ წყლის ტემპერატურა ჰაერის მდგომარეობის ცვლილების დროს მუდმივ სიდიდედ რჩება. უკანასკნელი პირობის დაცვა შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, თუ წყლის რაოდენობა უსასრულოდ დიდია ჰაერის რაოდენობასთან შედარებით. ვინაიდან პრაქტიკაში ასეთი შემთხვევა შეუძლებელია, ამიტომ აღვნიშნულ პროცესებს შეიძლება პირობითი ვუწოდოთ.

გაფრქვეული წყლის რაოდენობა აღვნიშნოთ $g \frac{kg}{s}$, ხოლო ჰაერის წონი-

თი რაოდენობა — G კგ/სთ. მაშინ მათი ფარდობა $\frac{g}{G} = \mu$ გვიჩვენებს 1 კგ ჰაერისათვის წყლის გაფრქვეულ რაოდენობას. ამ μ სიდიდეს მორწყვის კოეფიციენტს უწოდებენ. პირობითი პროცესებისთვის მორწყვის კოეფიციენტი ტოლია $\mu = \infty$. რეალური პროცესებისთვის კი მისი მნიშვნელობა $\mu \neq \infty$ და იცვლება 0,2-დან 3 კგ/კგ-მდე.

განვიხილოთ ისეთი იდეალური პროცესი, როდესაც მორწყვის კოეფიციენტი μ -ს აქვს სასრული მნიშვნელობა, ხოლო ჰაერსა და წყალს შორის კონტაქტის დრო უსასრულოდ დიდია.

მორწყვის კოეფიციენტის სასრული მნიშვნელობისათვის იდეალურ პროცესში დაცული უნდა იყოს თბური ბალანსის განტოლება

$$Q = G (I_1 - I_2) = g C_p (t_{wy2} - t_{wy1}), \quad (9.16)$$

სადაც I_1 და I_2 არის ჰაერის საწყისი და საბოლოო სითბოშემცველობები, კკალ/კგ-ობით;

t_{wy1} და t_{wy2} — წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურები, °C;

C — წყლის სითბოტევადობა კკალ/კგ. გრ-ობით.

თუ (9.16) განტოლებაში შევიტანთ მორწყვის კოეფიციენტის მნიშვნელობას $\mu = \frac{g}{G} \frac{kg}{kg}$, თბური ბალანსი დაიწერება შემდეგი სახით

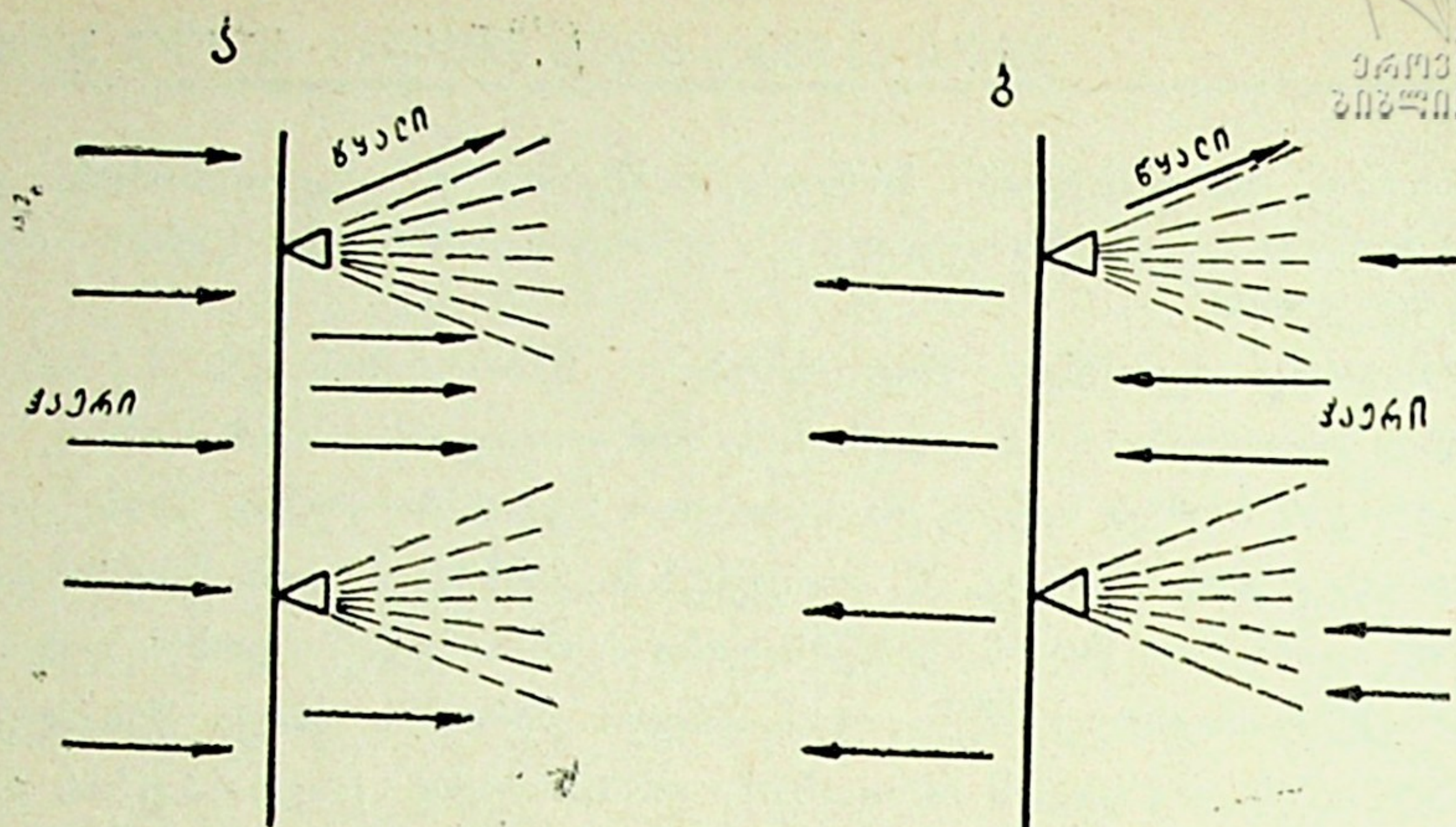
$$I_2 - I_1 = \mu (t_{wy2} - t_{wy1}) \quad (9.17)$$

ან

$$\Delta I = \mu \Delta t, \quad (9.18)$$

სადაც ΔI არის ჰაერის სითბოშემცველობათა ნაზარდი;

Δt — წყლის ტემპერატურის ნაზარდი.



ნახ. IX.6

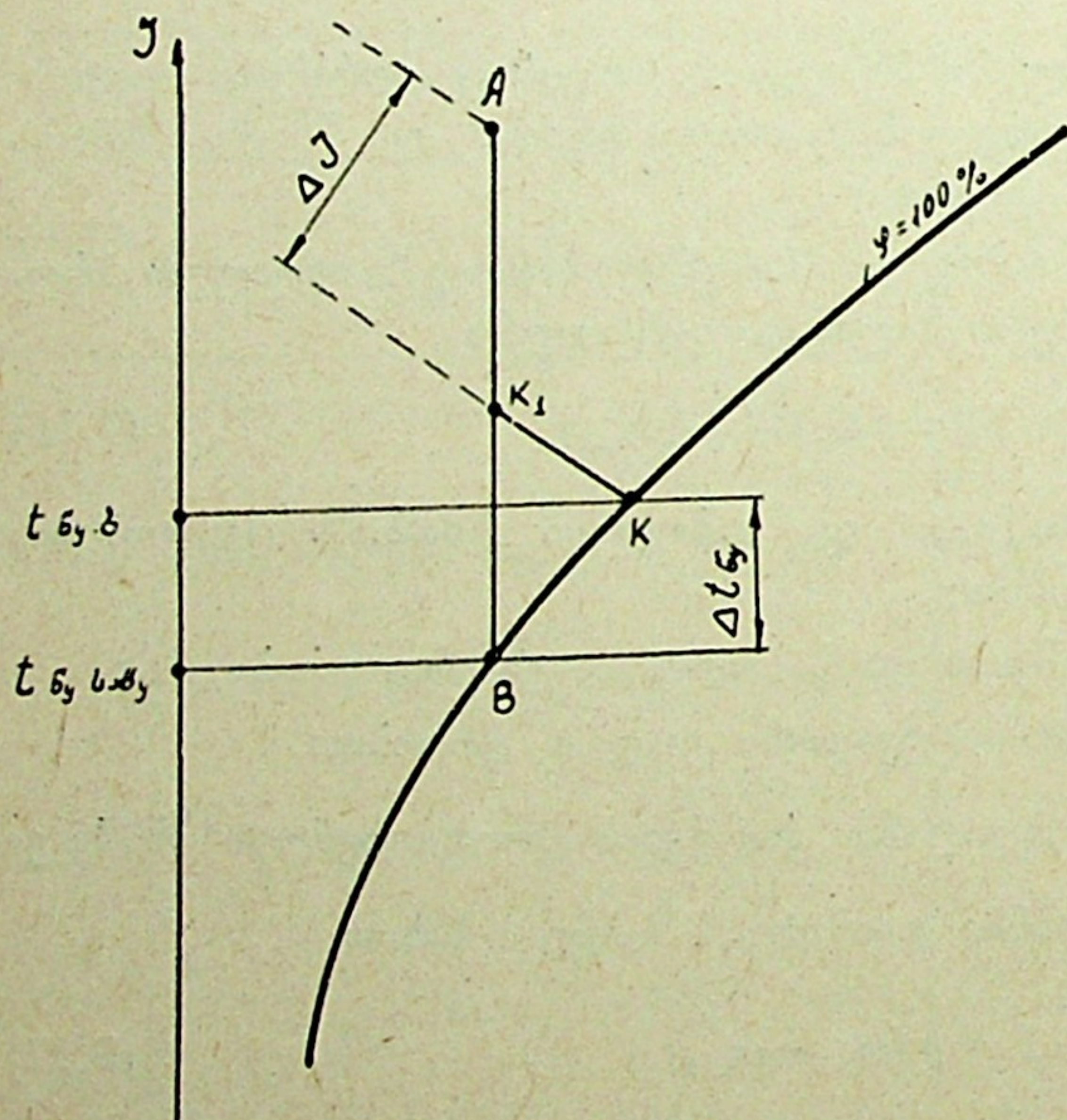
ჰაერსა და წყალს შორის თბოცვლის პროცესი მიმდინარეობს წყლის მოძრაობის ორი სქემით (ნახ. IX.6).

ა) ჰაერისა და წყლის ნაკადები თანხედენილია, ე. ი. ჰაერი და წყალი ერთი მიმართულებით მოძრაობს (პარალელური დინება);

ბ) წყლის ნაკადი მოძრაობს ჰაერის ნაკადის საწინააღმდეგოდ (შემხვედრი დინება).

განვიხილოთ $I-d$ დიაგრამაში ჰაერის მდგომარეობის ცვლილების პოლიტროპული პროცესები (ნახ. IX.7) პარალელური დინების შემთხვევისათვის. მივიღოთ, რომ ჰაერის საწყის მდგომარეობას ეთანადება A წერტილი, ხოლო

წყლის საწყის მდგომარეობას — B წერტილი.



ნახ. IX.7

ჰაერის მდგომარეობის ცვლილება განისაზღვრება A და B წერტილებს შორის სწორი შემაერთებელი 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 ნამის წერტილის ტემპერატურას, წყლის ზედაპირიდან იწყება აორთქლება, ჯერ ცვალებადი და შემდეგ მუდმივი ტემპერატურების პირობებში. წყალსა და

ჰაერს შორის თბური წონასწორობა დამყარდება მაშინ, როდესაც ჰაერიდან გადაცემული აშკარა სითბო დაუბრუნდება ისევ 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 I_{K_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.

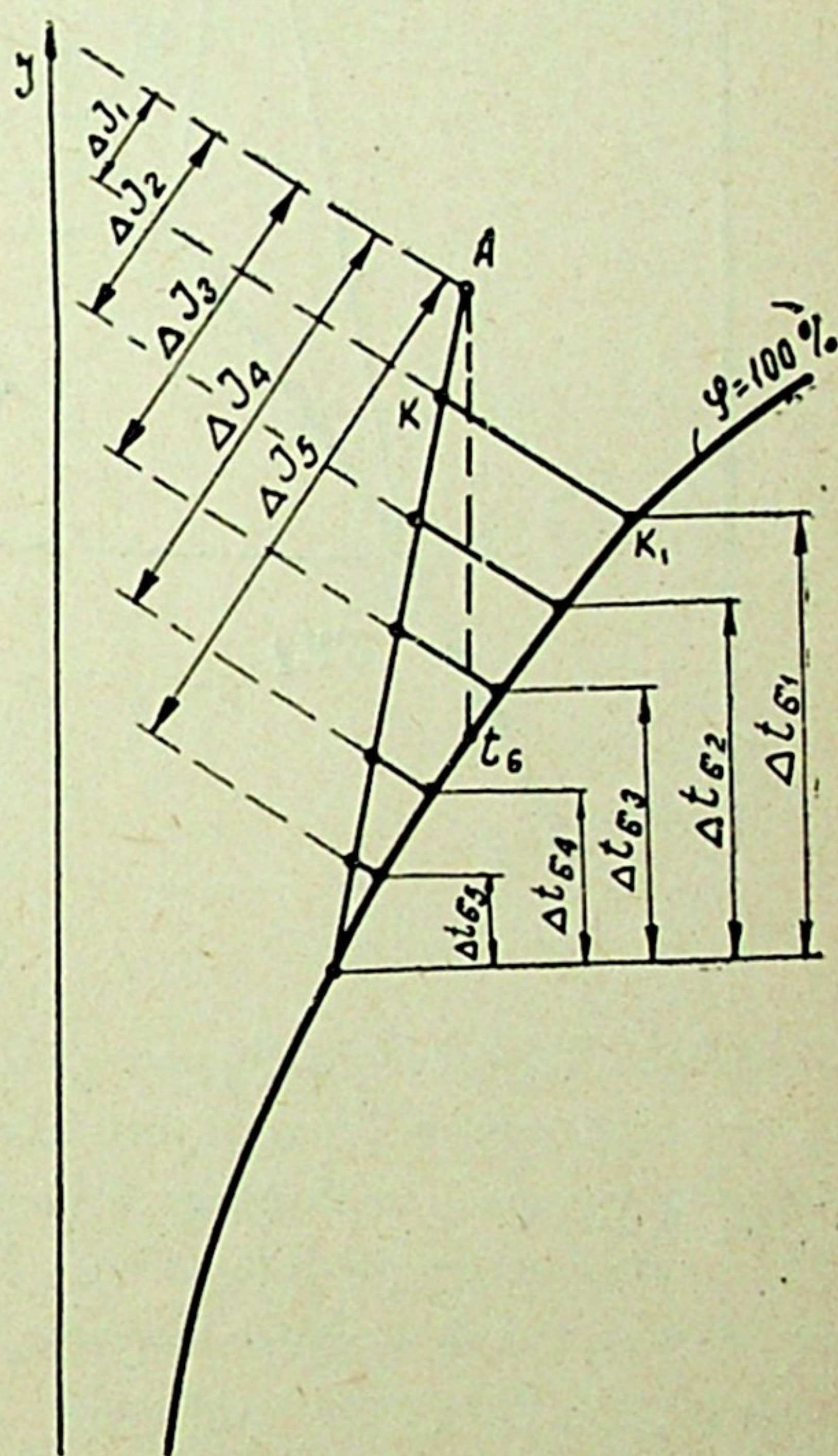
K წერტილი განსაზღვრავს როგორც ჰაერის, ისე წყლის მდგომარეობას, მაშინ როდესაც KK_1 ხაზი წარმოადგენს ადიაბატას, ე. ი. პარალელური დინების შემთხვევაში ყველა პოლიტროპული პროცესი მთავრდება ადიაბატური ბოლოთი.

ცხადია, რაც უფრო მეტია მორწყვის კოეფიციენტი μ , მით უფრო მეტი იქნება ΔI , წყლის ტემპერატურების სხვაობის მნიშვნელობებთან შედარებით. როგორც (IX.8) ნახაზიდან ჩანს, მცირე მორწყვის კოეფიციენტის დროს ჰაერი შეიძლება დატენიანდეს გაშრობის ნაცვლად (პროცესი AKK_1), μ ს გაზრდის შემთხვევაში კი შეიძლება ადიაბატური პროცესის ბოლო მთლიანად მოიხსნას.

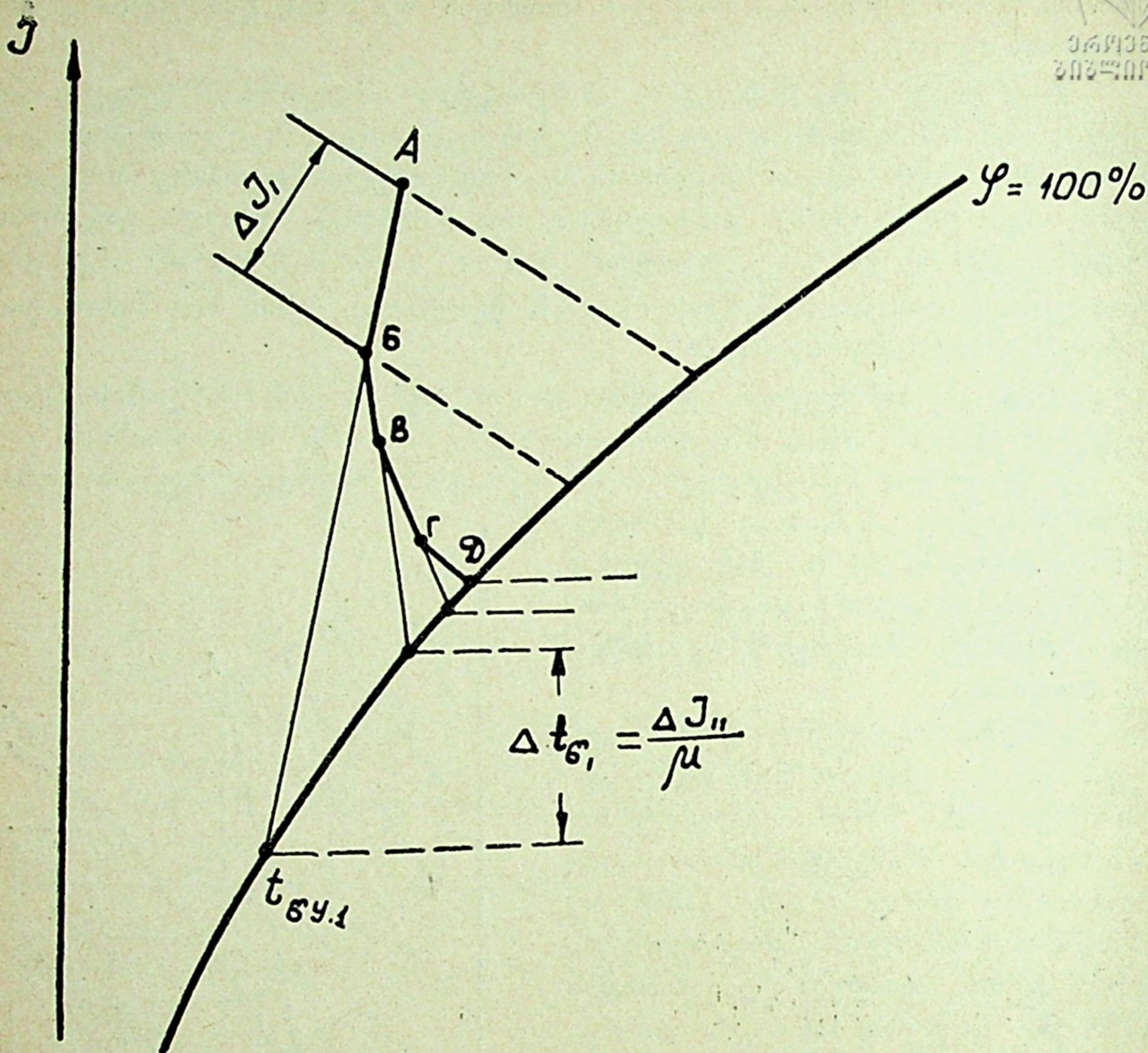
შემოაღწერილი მაგალითიდან გამომდინარეობს, რომ (9.12) განტოლების გამოყენება შეიძლება არა მარტო ადიაბატური პროცესებისათვის, არამედ პოლიტროპული პროცესებისათვისაც. ამრიგად, ჰაერის ხარისხობრივი მდგომარეობის ცვლილებები პოლიტროპული პროცესებისთვის $I-d$ დიაგრამის კოორდინატთა სისტემაში (9.12) განტოლების გამოყენებით შეიძლება აიგოს მრუდების სახით.

პარალელური და შემხვედრი დინების დროს თბოცვლის პოლიტროპული პროცესები განვიხილოთ $I-d$ დიაგრამაში.

პარალელური დინების დროს (ნახ. IX.9) თბომცვლელ 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 ტენცვლის პროცესში მოცემულ პა-



ნახ. IX.8



ნახ. IX.9

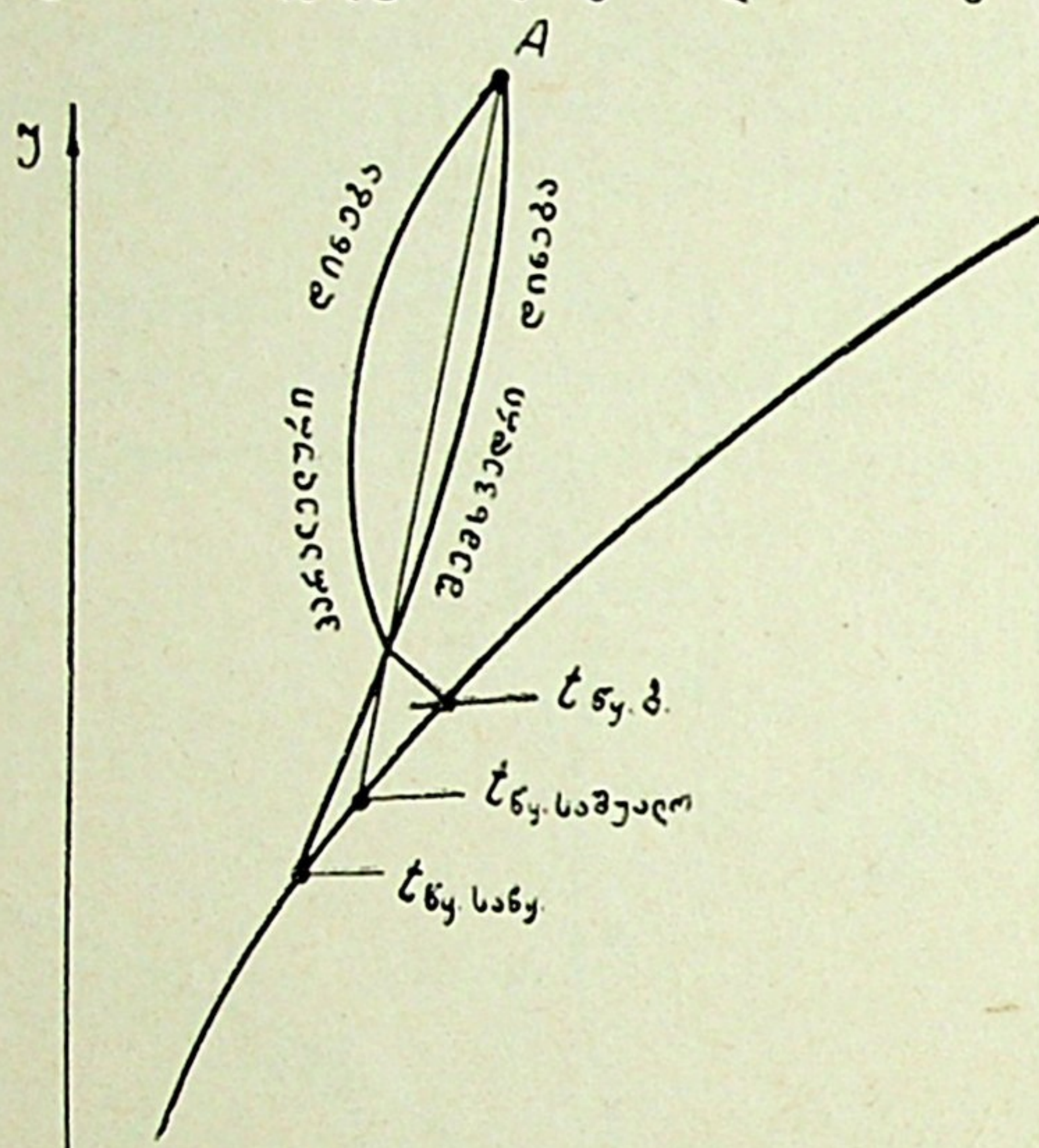
რამეტრებს შეესაბამება წყლის გარკვეული ტემპერატურა. ამასთან დაკავშირებით, იდეალური პროცესების ასაგებად ჰაერის ცვლილების მდგომარეობის პროცესი იყოფა n თანატოლ ნაწილად (ნახ. IX.9). (9.12) განტოლების თანახმად, თითოეულ ელემენტარულ ჰაერის ცვალებადობის პროცესს შეესაბამება სწორი ხაზის საწყისი ნაწილი, რომელიც ჰაერის მდგომარეობის დაზუსტებას ხასიათებელ წერტილს აერთებს გაჯერების მრუდზე ($\varphi=100\%$) მდებარე წყლის ტემპერატურის წერტილთან. ამრიგად, ჰაერის საწყისი მდგომარეობის A წერტილი სწორი ხაზით უერთდება წყლის საწყის ტემპერატურას t_{wyA} , ე. ი. საწყისი პერიოდისთვის ამ სწორი ხაზით მიმდინარეობს ჰაერის მდგომარეობის ცვლილება. ვინაიდან ჰაერის სითბოშემცველობა იცვლება ΔI_1 მნიშვნელობით (B წერტილი), ამიტომ წყლის ტემპერატურაც შეიცვლება Δt_{wyA} -ით და გახდება

$$t_{wyA} + \Delta t_{wyA} = t_{wyB} \quad (9.19)$$

პროცესის მრუდის აგება გრძელდება ჰაერის მდგომარეობის შემდგომი მახასიათებელი B წერტილიდან, რომელიც სწორი ხაზით უერთდება წყლის ტემპერატურის t_B წერტილს. ანალოგიური ხერხით შესაძლოა აიგოს თითოეული ელემენტარული პროცესისათვის ჰაერის მდგომარეობის მახასიათე-

თებს წყლის ტემპერატურის მახასიათებელ წერტილთან $t_{\text{წყ}B} = t_{\text{წყ}A} - \Delta t_{\text{წყ}}$ ანა-
ლოგიურად აიგება თითოეული ელემენტარული პროცესისათვის ჰაერის მდგომარეობის ცვლილების მახასიათებელი წერტილები, რომელთა შეერთება მოგვცემს სრული თბოცვლის პროცესის $ABED$ მრუდს.

როგორც (IX.9) და (IX.10) გრაფიკებიდან ჩანს, იდეალური პროცესებისათვის პარალელური დინების დროს ჰაერის მდგომარეობის ცვლილების



ნახ. IX.11

მსაზღვრელ პარამეტრად შეიძლება მიღებულ იქნეს წყლის საბოლოო ტემპერატურა. შემხვედრი დინების შემთხვევაში კი — წყლის საწყისი ტემპერატურა.

პრაქტიკაში ჰაერსა და წყალს შორის თბოცვლის პროცესი ძირითადად ერთდროულად წარმოებს როგორც პარალელური, ისე შემხვედრი დინების პირობებში. ამგვარ სქემას ხშირად შერეულ დინებას უწოდებენ.

შერეული დინების პროცესში (ნახ. IX.11) ჰაერის მდგომარეობის მსაზღვრელ პარამეტრად შეიძლება მი-

ღებულ იქნეს წყლის საშუალო ტემპერატურა $t_{\text{წყ.ორთ}} = \frac{t_{\text{წყ}1} + t_{\text{წყ}2}}{2}$.

წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურების გაანგარიშებისათვის შერეული დინების შემთხვევაში საჭიროა მორწყვის კოეფიციენტის ცოდნა. ცნობილია, რომ

$$\Delta t_{\text{წყ}} = \frac{\Delta I}{\mu}. \quad (9.20)$$

ვინაიდან

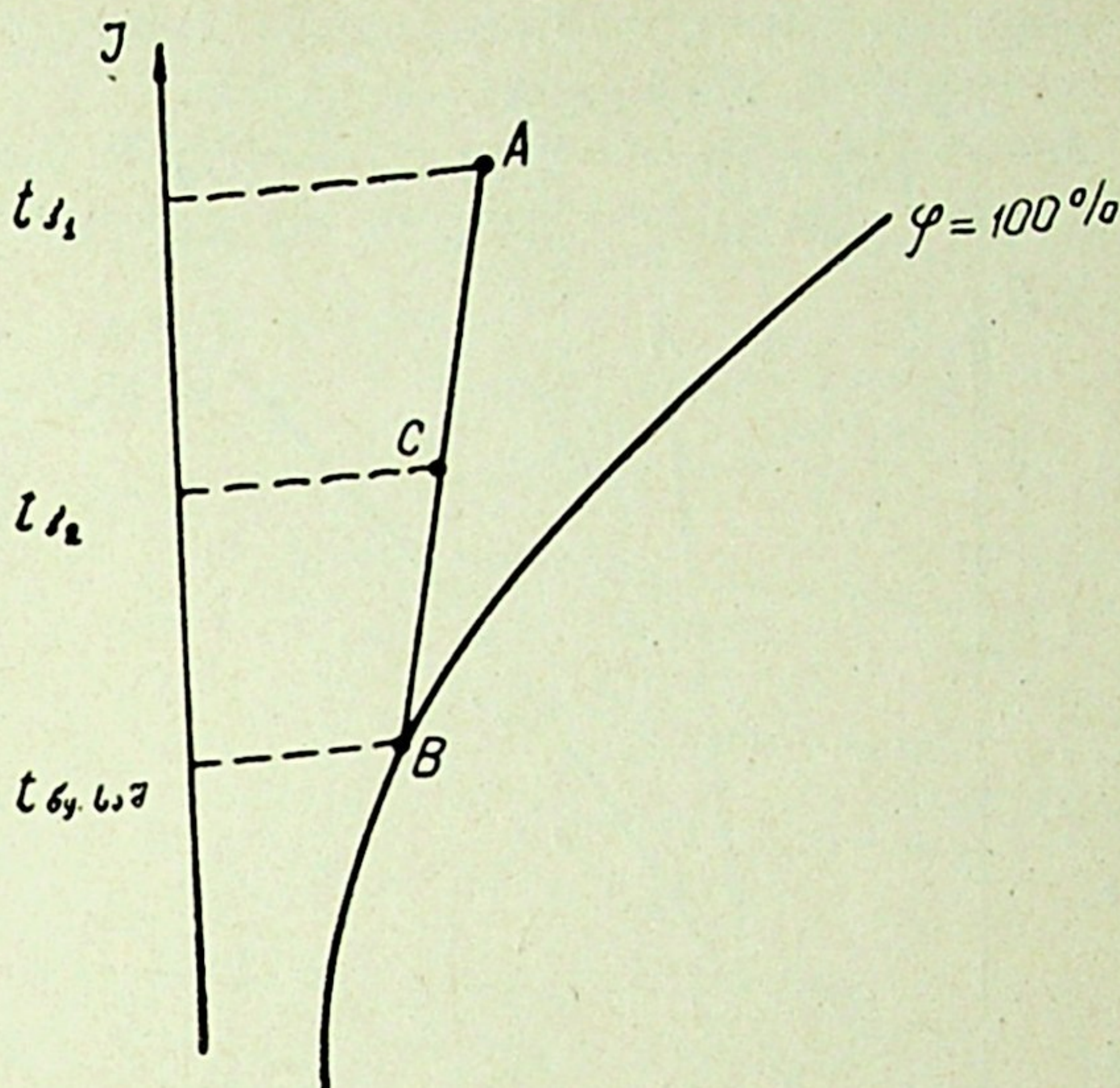
$$t_{\text{წყ}1} = t_{\text{წყ.ორთ}} + \frac{\Delta t_{\text{წყ}}}{2}, \quad (9.21)$$

ამიტომ

$$t_{\text{წყ}1} = t_{\text{წყ.ორთ}} + \frac{\Delta I}{2\mu}. \quad (9.22)$$

ზემოთ 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 დიდი სიდიდეა. ვინაიდან პრაქტიკაში რეალური კონტაქტის დრო $\tau < \infty$ და შეად-

გენს მხოლოდ რამდენიმე წამს, ამიტომ თბო და ტენზიდაცემის 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

$$E = \frac{AC}{AB} = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{с,с}} = \frac{d_1 - d_2}{d_1 - d_{с,с}} = \frac{I_1 - I_2}{I_1 - I_{с,с}}, \quad (9.23)$$

სადაც t_1 , d_1 და I_1 არის ჰაერის საწყისი პარამეტრები;

t_2 , d_2 და I_2 — რეალურ პროცესში ჰაერის საბოლოო პარამეტრები;

$t_{с,с}$, $d_{с,с}$ და $I_{с,с}$ — იდეალურ პროცესში ჰაერის საბოლოო პარამეტრები.

ლიტერატურაში პარალელური დინებისათვის გვხვდება ეფექტურობის კოეფიციენტის სხვა მნიშვნელობანიც (ნახ. IX.13).

$$E_0 = 1 - \frac{t_{с,т} - t_{с,с2}}{t_{с,т1} - t_{с,с1}}. \quad (9.24)$$

აქ $t_{с,т1}$ და $t_{с,т2}$ არის ჰაერის საწყისი და საბოლოო სველი თერმომეტრის ჩვენების ტემპერატურები;

$t_{с,с1}$ და $t_{с,с2}$ — წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურები.

E_0 კოეფიციენტი მიიღება შემდეგი მონაკვეთების ფარდობით (ნახ. IX.13)

$$E_0 = \frac{(NN') + (MM')}{NM}.$$

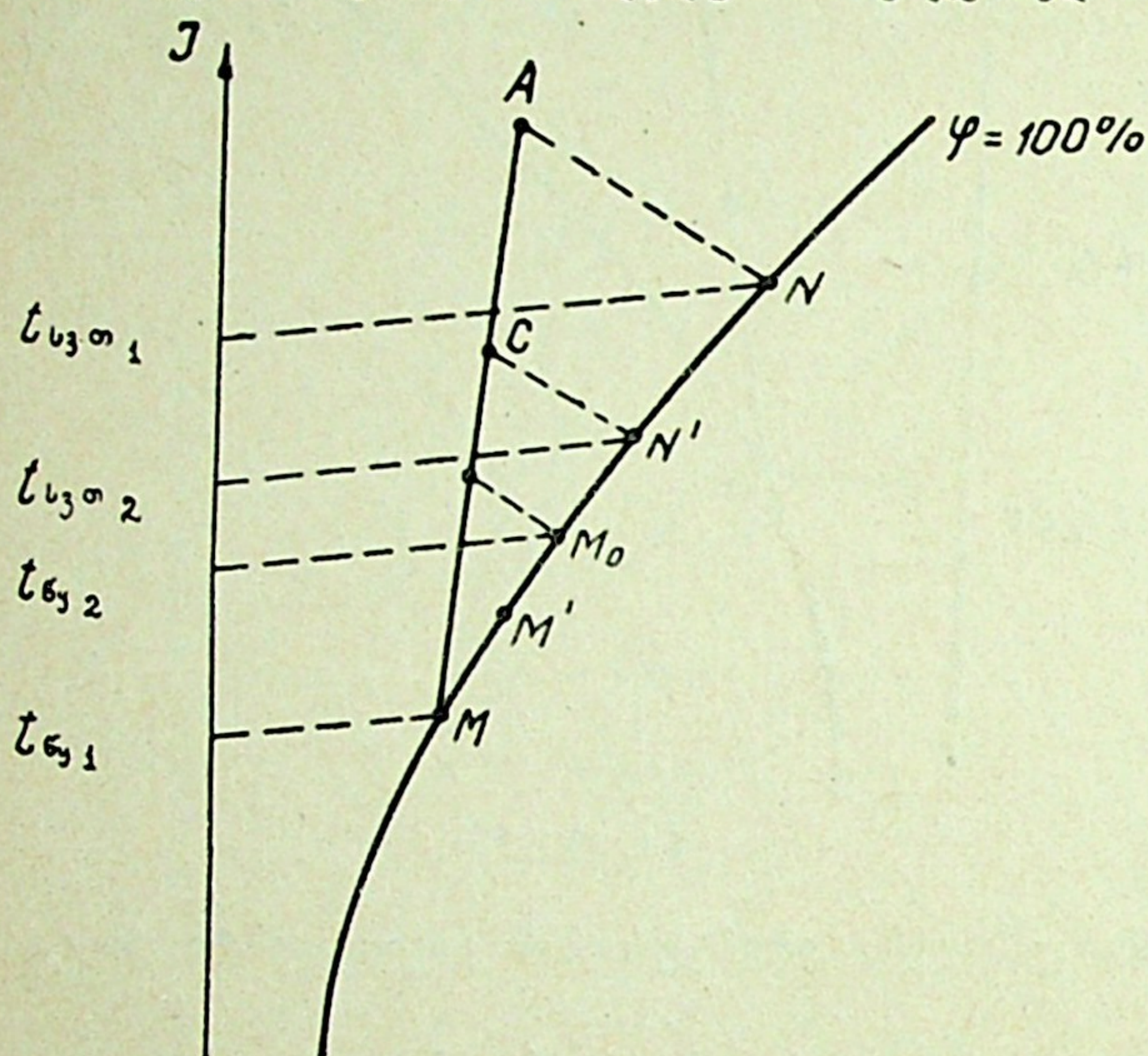
თუ უგულებელვყოფთ NM ხაზის სიმრუდეს და ჩავთვლით სწორ ხაზად, მივიღებთ

$$E_0 = \frac{(t_{с,т1} - t_{с,т2}) + (t_{с,с2} - t_{с,с1})}{t_{с,т} - t_{с,с1}}. \quad (9.25)$$

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 ჯვარედინი დინება.



ნახ. IX.13

ვინაიდან თბომცვლა 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.

ადიაბატური 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

$$E_0 = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{s,1}} \quad (9.26)$$

ეს სიდადე შეიძლება წარმოვიდგინოთ კიდევ შემდეგი სახით

$$E_0 = 1 - \frac{t_2 - t_{s,1}}{t_1 - t_{s,1}} \quad (9.27)$$

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.

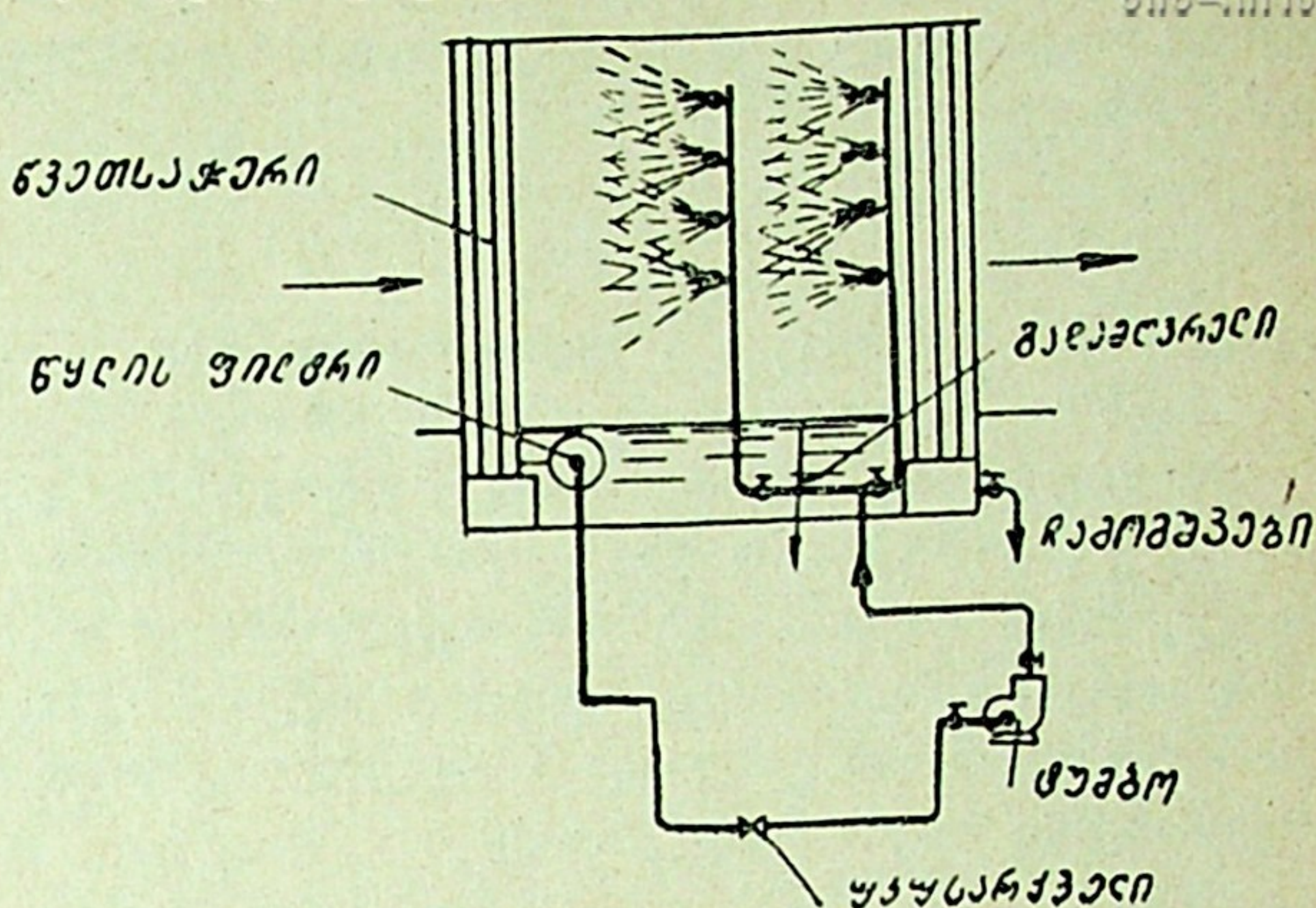
კონდიციონერების ძირითადი ელემენტები და მათი გაანგარიშების მეთოდები

ჰაერის კონდიციონერების სისტემაში ძირითად აგრეგატად გამოყენებულია კონდიციონერი, რომელიც რთული სხვადასხვა ტიპის თბომცვლელი აპარატების კომბინაციას წარმოადგენს.

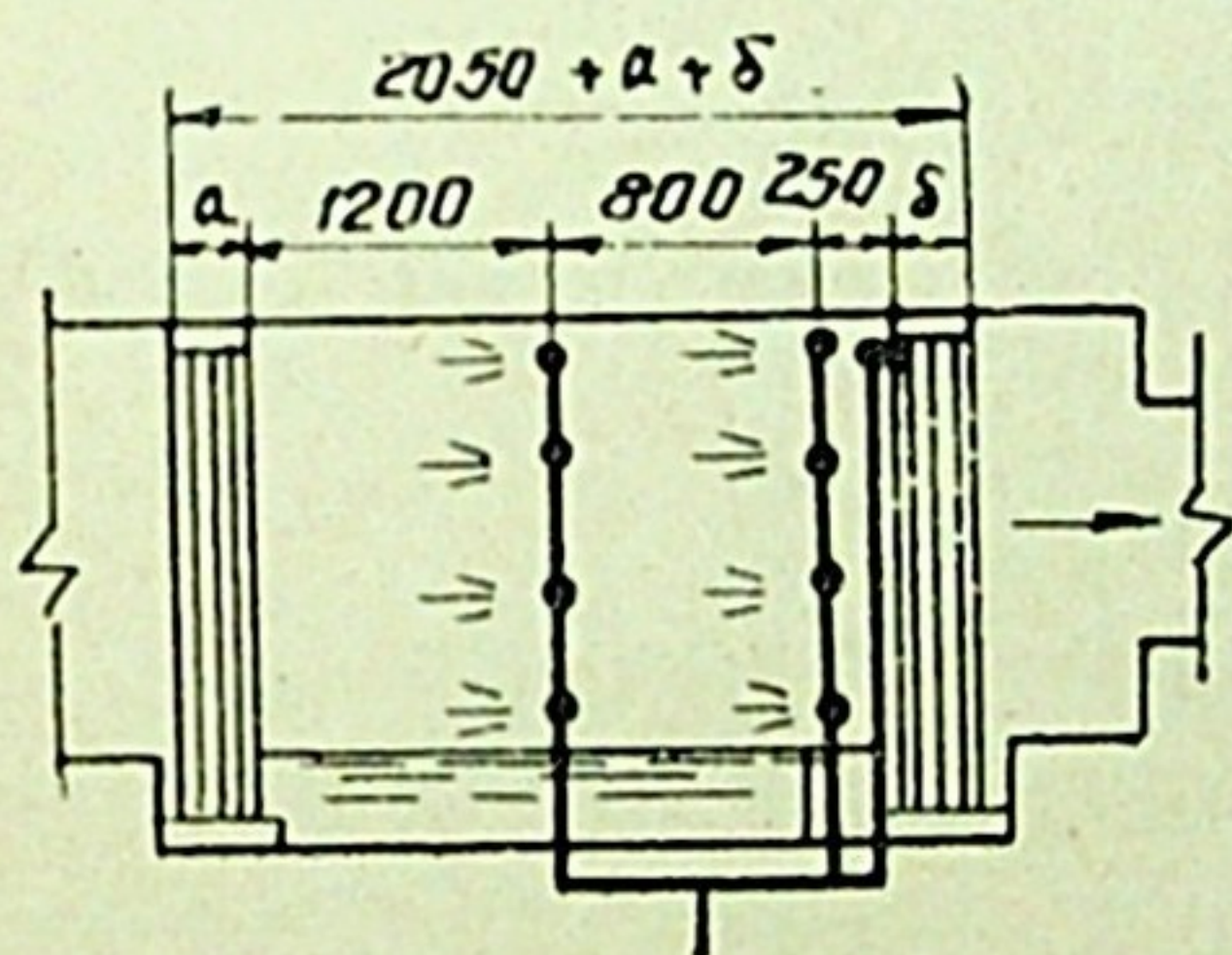
კონდიციონერის თბომცვლელი აპარატი იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად:
1) აპარატი, სადაც ჰაერი და წყალი უშუალო კონტაქტშია ერთმანეთთან (სველი ტიპის აპარატი); 2) აპარატი, სადაც თბომცვლა ჰაერსა და წყალს შორის მიმდინარეობს გამყოფი ზედაპირების საშუალებით („მშრალი“ ანუ ზედაპირული აპარატი).

პირველი ჯგუფის აპარატებს მიეკუთვნება: სარწყავი კამერები, ორთქლისა და ადგილობრივი დამატე ნიანებელი აპარატები.

მეორე ჯგუფის აპარატებს მიეკუთვნება გლუვმილოვანი და გაწიბოვებული ჰაერგამცივებლები და გლუვმილოვანი და გაწიბოვებული ჰაერშემთბობები (კალორიფერები). სავენტილაციო ტექნიკაში დიდი გამოყენება ჰპოვა პირველი ტიპის თბომცვლელმა აპარატებმა და, კერძოდ, სარწყავი კამერებმა. ამ „სველი ტიპის“ თბომცვლელებში ჰაერსა და წყალს შორის თბო და ტენციის პროცესები მიმდინარეობს უშუალო კონტაქტის პირობებში. აღნიშნული პროცესების თბომცვლის პირობები განხილული იყო წინა პარაგრაფში. ქვემოთ განვიხილავთ სარწყავი კამერების გათვლის მეთოდურას.



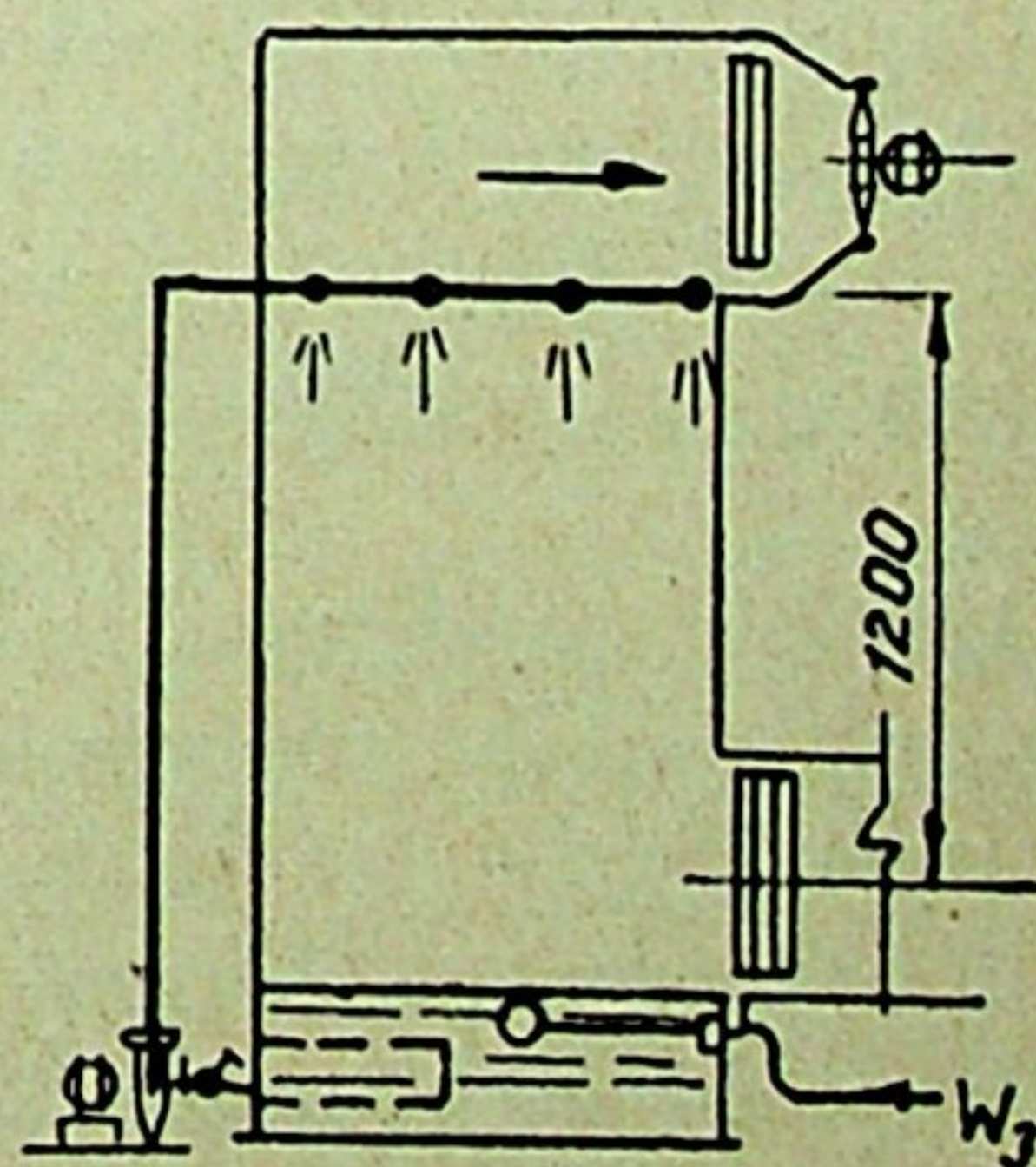
ნახ. IX.14



ნახ. IX.15

ლითონის გარსაცმისაგან, რომელშიც მოთავსებულია წყლის გამფრქვევი სისტემის მოწყობილობა და წვეთსაჭერები. წყლის გამფრქვევი სისტემა შედგება: ფრქვევანების, მილსადენების, მარეგულირებელი არმატურისა და წყლის ფილტრისაგან. გარსაცმის ქვედა ნაწილი მოთავსდება ქვეშით, სადაც ხდება გაფრქვეული (დამუშავებული წყლის შეგროვება).

სარწყავი კამერა შეიძლება იყოს როგორც ჰორიზონტალური, 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 ჰორიზონტალურ კამერებში წარმოადგენს ჯვარედინი დინების გამო,



ნახ. IX.16

სარწყავი კამერების თბო და ტენციის პროცესების შესაფასებლად მიღებულია ეფექტურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობის დადგენა. უკანასკნელი სიდიდე თავისთავად ფუნქციონალურ დამოკიდებულებაშია მორწყვის კოეფიციენტთან

$$\mu = \frac{g}{G}, \quad (9.28)$$

სადაც g არის გაფრქვეული წყლის რაოდენობა, კგ-ობით;

G — ჰაერის რაოდენობა, კგ-ობით.

მეორე მხრივ, ეფექტურობის კოეფიციენტი დამოკიდებული უნდა იყოს კამერის კონსტრუქციასა 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.

$$\mu = f(v\gamma, Z, P_1, E), \quad (9.29)$$

სადაც $v\gamma$ არის ჰაერის წონითი სიჩქარე სარწყავ კამერაში;

Z — ფრქვევანების რიგის რაოდენობა;

P — წყლის წნევა ფრქვევანების წინ, ჰარბი ატ-ობით.

მრავალი გამოკვლევის საფუძველზე ვერტიკალური კამერებისთვის მიღებულია მორწყვის კოეფიციენტის მნიშვნელობა

$$\mu = c \frac{(v\gamma)^m}{z^k p^r} \lg \left(\frac{1}{1-E} \right)^e, \quad (9.30)$$

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

$$g_0 = c_1 d^m P^n \text{ კგ/სთ}, \quad (9.31)$$

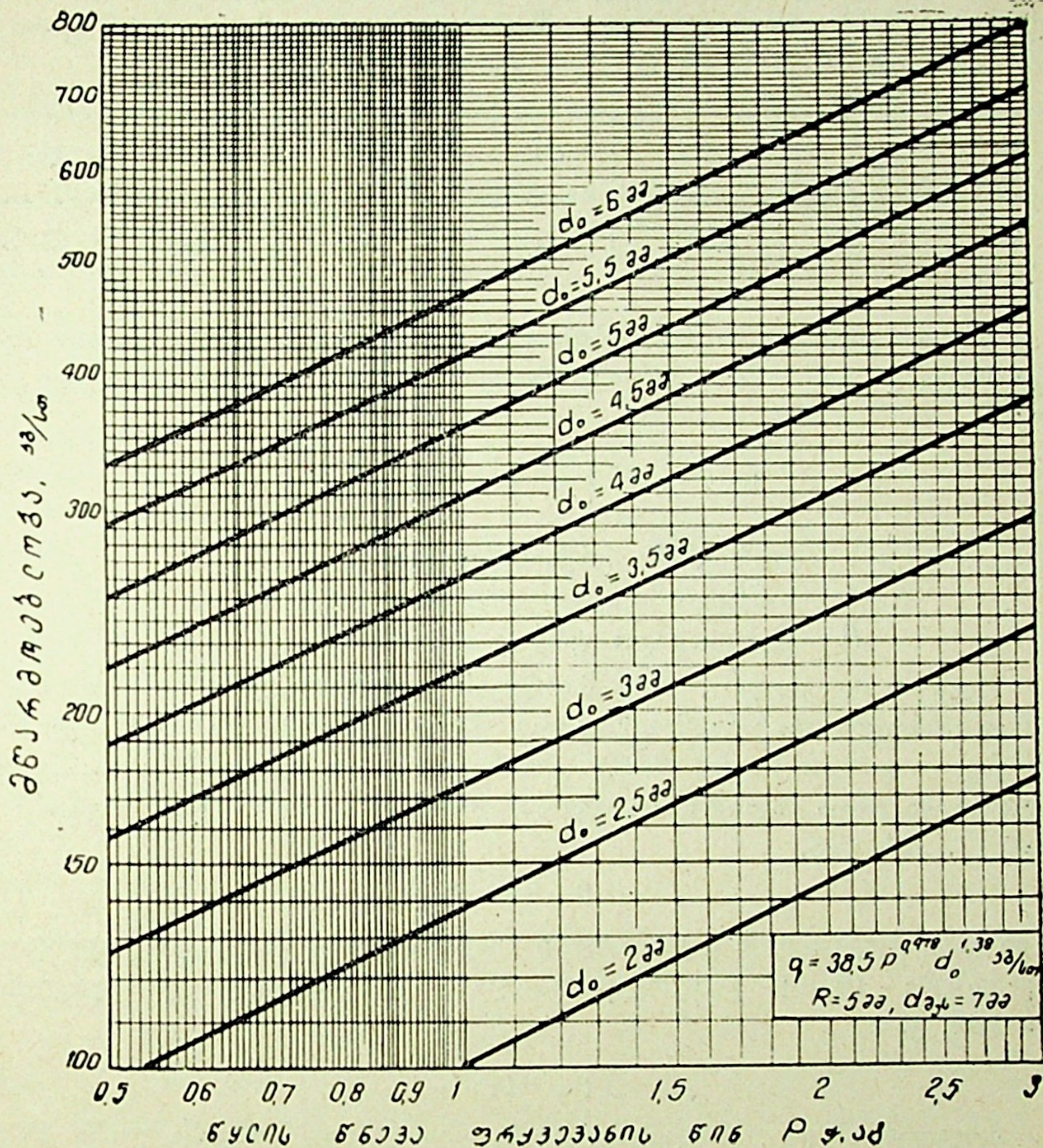
სადაც c_1 და n ემპირიული სიდიდეებია. სხვადასხვა ტიპის ფრქვევანასათვის n -ის მნიშვნელობა იცვლება 0,47-დან 0,53-მდე და საშუალოდ მიიღება 0,5-ის ტოლი. c -ს მნიშვნელობა იცვლება საკმაოდ დიდ ზღვრებში.

გაფრქვევის ინტენსივობის მიხედვით სარწყავი კამერები იყოფა სამ ჯგუფად:

1) უხეში 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 1,8 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 n—1, n—2 და n—3 ტიპის ფრქვევანები. სავენტილაციო ტექნიკაში ფართოდ არის გამოყენებული Y—1 ტიპის ფრქვევანა, როგორც ყველაზე უნივერსალური.

IX. 17 ნახაზზე მოცემულია Y—1 ტანგენციალური ფრქვევანას მწარმოებლობა წნევისა და დიამეტრის მიხედვით. ეს ფუნქციონალური დამოკიდებულება აგებულია ე. კარპისის ემპირიული ფორმულით

$$g_0 = 3,85 \Delta P^{0,48} d_0^{1,38} \text{ კგ/სთ.} \quad (9.32)$$

უხეში გაფრქვევის კამერისთვის (9.30) ფორმულიდან ბ. ბარკალოვის მიერ მიღებულია მორწყვის კოეფიციენტის საანგარიშო ფორმულა ჰაერის გაცივებისა და გაშრობის პირობებისათვის

$$\mu_{\text{უხ}} = 2,92 K (\nu \gamma)^{-0,535} \left(\lg \frac{1}{1-F} \right)^{1,175} \quad (9.33)$$

აქ შემასწორებელი კოეფიციენტი K დამოკიდებულია ფრქვევანის დიამეტრზე 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	0,839	0,893	0,948	1,0	1,048	1,138

წმინდა გაფრქვევის კამერებისათვის იგივე (9.30) ფორმულიდან ჰაერის გაცივებისა და გაშრობის პირობებისათვის რეკომენდებულია შემდეგი ფორმულა

$$\mu_{\text{გა}} = 1,56S \left(\frac{v \gamma}{P} \right)^{0,371} \left[\lg \frac{1}{1-E} \right]^{1,61}, \quad (9.34)$$

სადაც $S=1,281$ — ორრიგიანი ფრქვევანებისათვის;

$S=1$ — სამრიგიანი ფრქვევანებისათვის;

P — წყლის წნევა ფრქვევანების წინ.

ცდებით მიღებულია, რომ მორწყვის კოეფიციენტის მნიშვნელობა ჰაერის ადიაბატური დატენიანების დროს წმინდა გაფრქვევის შემთხვევაში შესაძლებელია გამოითვალოს (9.34) ფორმულით. ამ შემთხვევაში საანგარიშო ფორმულაში უნდა შევიტანოთ შემასწორებელი ემპირიული კოეფიციენტი $\tau_1=0,17$. ამრიგად,

$$\mu_{\text{ად}} = \mu_{\text{გა}} \tau_1, \quad (9.35)$$

უხეში გაფრქვევისათვის ადიაბატური რეჟიმის დროს მორწყვის კოეფიციენტი იანგარიშება (9.33) განტოლებით და შემასწორებელი კოეფიციენტით $\tau_R=0,44$, ე. ი.

$$\mu_{\text{ად}} = \mu_{\text{უხ}} \tau_2. \quad (9.36)$$

პოლიტროპული პროცესებისთვის, რომლებიც მიმდინარეობს IV სექტორში (ნახ. IX.18), მუდმივ ტენზემცველობასა და მუდმივ თბოშემცველობათა პროცესებს შორის, მორწყვის კოეფიციენტის საინტერპოლაციო კოეფიციენტი იანგარიშება ფორმულით

$$\mu_{IV} = \mu \frac{Y\varepsilon - \tau r}{\varepsilon - r}. \quad (9.37)$$

პოლიტროპული პროცესებისთვის, რომლებიც მიმდინარეობს I სექტორში (ნახ. IX.18), მუდმივ სითბოშემცველობათა და მუდმივ ტემპერატურათა პროცესებს შორის, მორწყვის კოეფიციენტის საინტერპოლაციო კოეფიციენტი იანგარიშება ფორმულით

$$\mu_I = \mu \frac{Y\varepsilon - \tau(\varepsilon - r)}{r}, \quad (9.38)$$

სადაც τ არის ცნობილი შემასწორებელი კოეფიციენტი; წმინდა გაფრქვევისათვის $\tau=0,17$, უხეში გაფრქვევისათვის $\tau=0,44$;

$$\varepsilon = \frac{I_1 - I_2}{d_1 - d_2} \text{ — კუთხური მასშტაბი.}$$

$r = 597,3 - 0,56t$ — აორთქლების ფარული სითბო, $\frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}$;

Y — შემასწორებელი ემპირიული კოეფიციენტი; მშრალსეპარატორებიანი 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 თანხვედრილი, ხოლო მეორე — შემხვედრი, ანდა ორივე რიგი შემხვედრი. სამრიგიაში ერთი თანხვედრილია, ხოლო ორი — შემხვედრი.

უხეში და საშუალო მორწყვის კამერებში ჰაერის საშუალო წონითი სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს $2,4 \text{ კგ/მ}^2$ წმ-დან $3,6 \text{ კგ/მ}^2$ წმ-მდე; სიჩქარის შეზღუდვა გამოწვეულია ჰაერის მიერ წყლის წვეთების ინტენსიური გატაცებით კამერიდან.

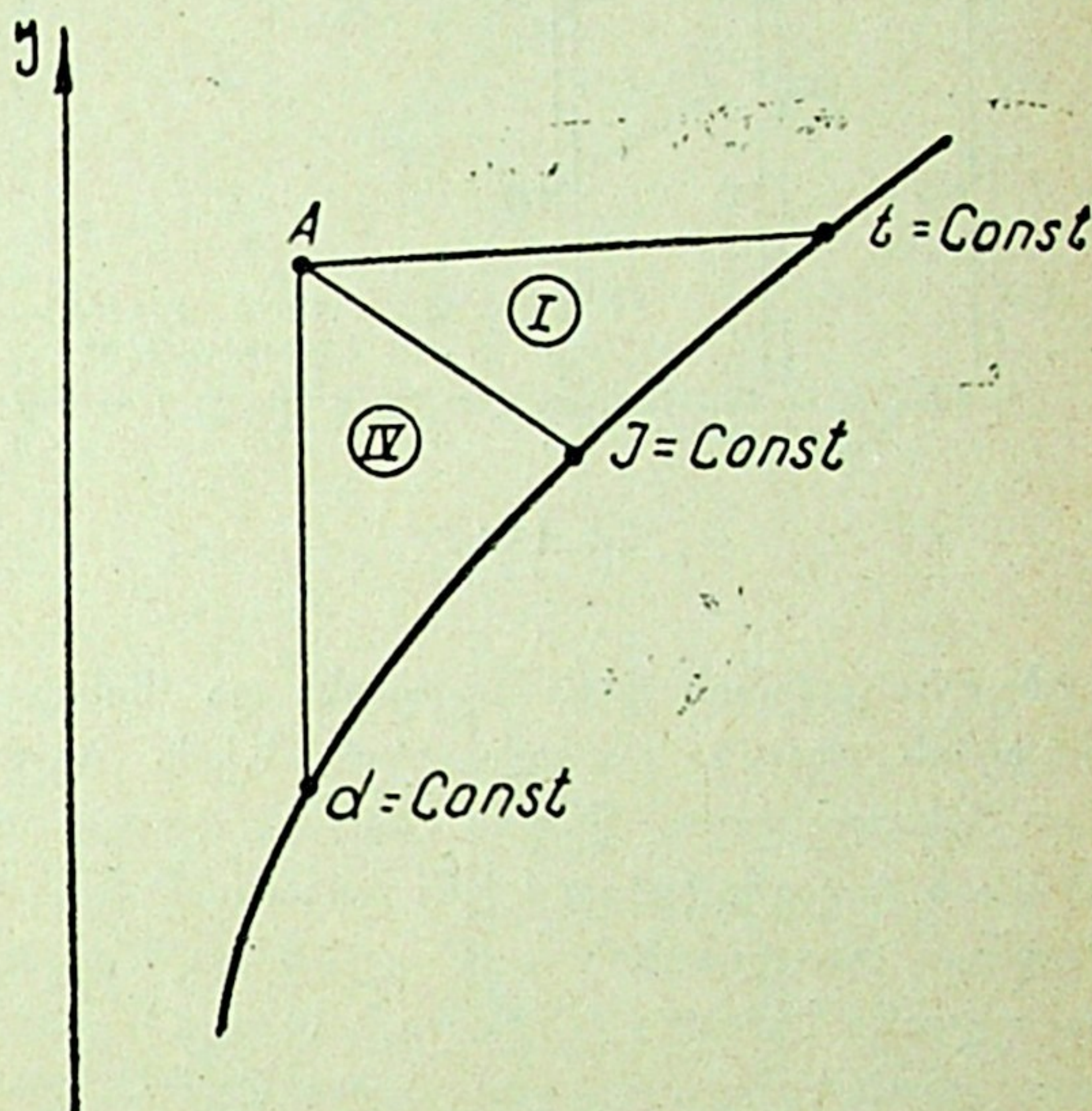
წმინდა გაფრქვევის კამერებში წყლის მიმართულება ყველა შემთხვევისათვის თანხვედრილი უნდა იყოს ჰაერთან. წონითი სიჩქარე ამ ტიპის კამერებისთვის არ უნდა აღემატებოდეს აქ $2,4 \text{ კგ/მ}^2$ წმ.

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 კონდიცირების სისტემებში უხეში და საშუალო გაფრქვევის სარწყავი კამერები გამოყენებულია როგორც ჰაერის გაცივებისა და გაშრობისათვის, ისე ჰაერის დატენიანებისათვისაც, წმინდა გაფრქვევის კამერები კი გამოყენებულია მხოლოდ ჰაერის დასატენიანებლად.

ყველა ტიპის სარწყავ კამერაში ფრქვევანები განლაგებულია ისე, რომ აქტიური სიგრძის ფარგლებში ფრქვევანების ჰაელები მთლიანად ავსებენ კამერის განივკვეთს. პრაქტიკაში ფრქვევანების განლაგების სიმჭიდროვე მიღებულია $10 \frac{\text{ცალ}}{\text{მ}^2}$ -დან $24 \frac{\text{ცალ}}{\text{მ}^2}$ -მდე.

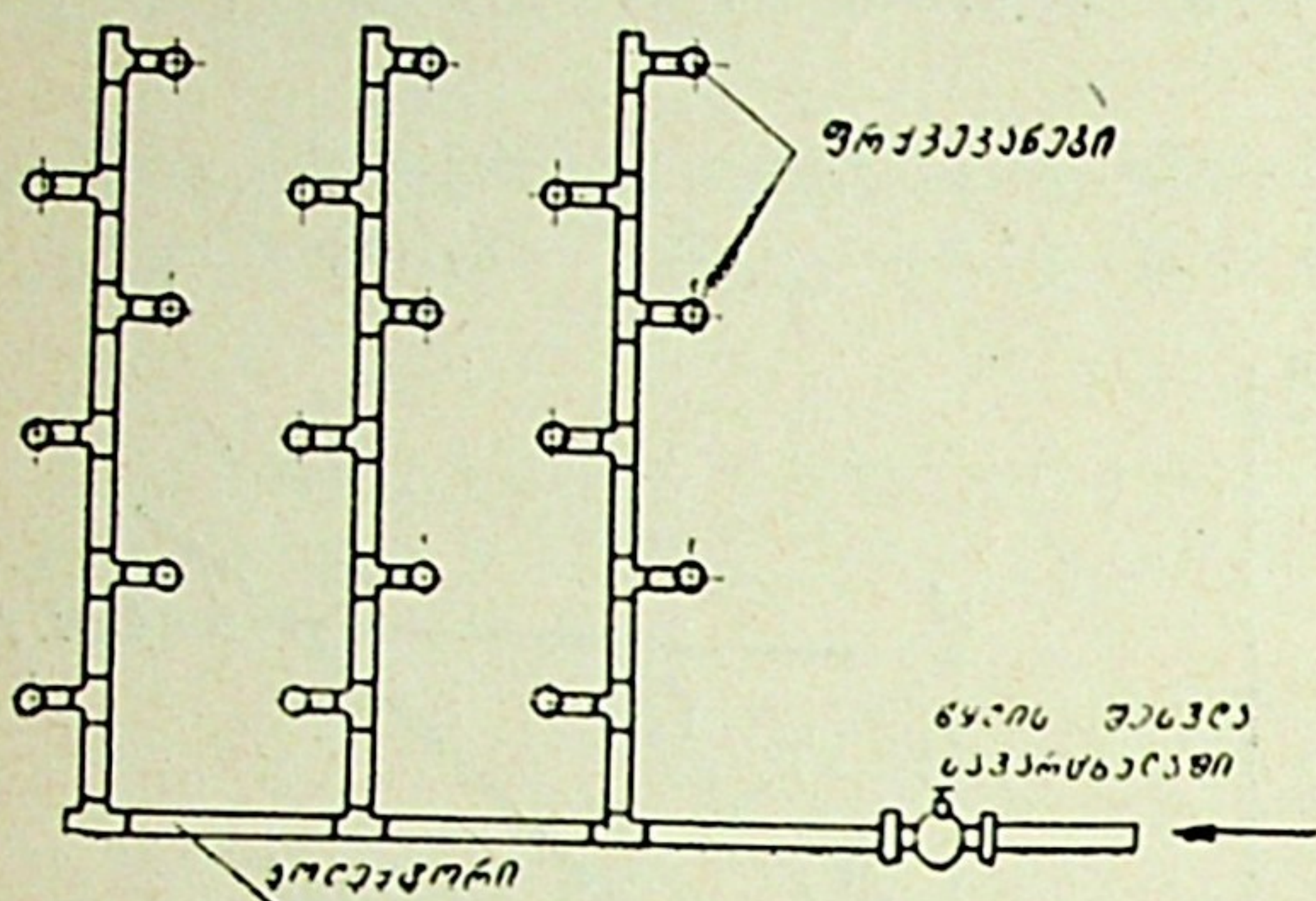
ფრქვევანები მაგრდება მილებისაგან შემდგარ სავარცხელზე, მცირე მწარმოებლობის კამერებისათვის წყლის მიწოდება წარმოებს ქვემოდან. ამ შემთხვევაში ფრქვევანები დამაგრებულია ჩიხურ ღვარებზე (ნახ. IX.19). მაღალი მწარმოებლობის კამერებში წყლის თანაბარი განაწილებისათვის მილსა-



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 (ჰაერის მიმართუ-



ნახ. IX.19

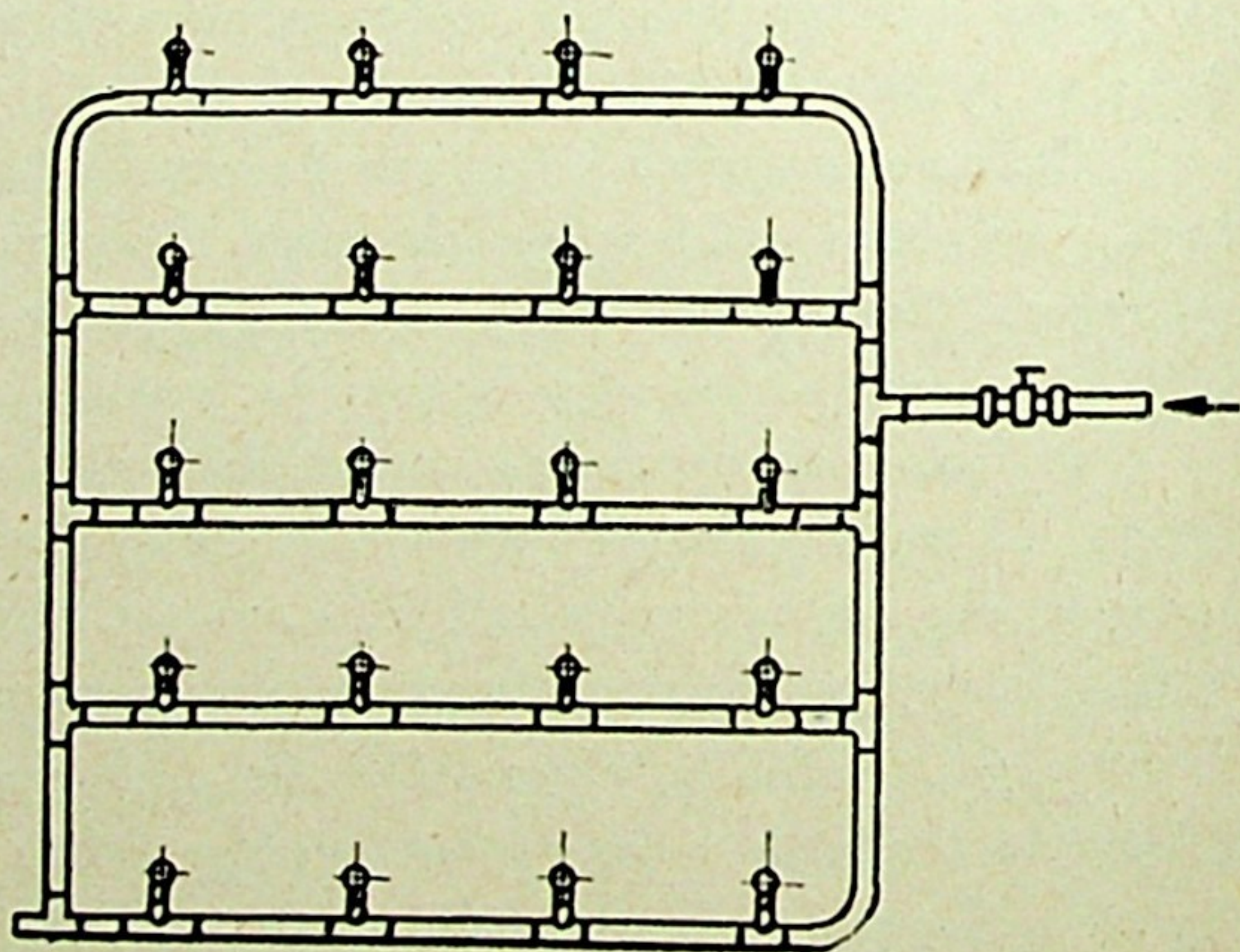
ლების მხრიდან) იდგმება კამერაში შესვლის, მეორე კი — გამოსვლის კვეთში. სეპარატორები წარმოადგენს ფირფიტებისაგან შემდგარ ლაბირინთულ სისტემას. ჰაერის მიმართულების მკვეთრად შეცვლის გამო წყლის წვეთები გამოეყოფა მთლიან ნაკადს და რჩება ფირფიტების კედელზე, რის შემდეგაც ჩამოედინება კამერის ქვეშე (ნახ. IX.21).

სარწყავ კამერაში წყლის მიწოდების სისტემა დამოკი-

დებულია კამერის დანიშნულებასა და მის გეომეტრიულ ზომებზე. წყლის მიწოდების ყველაზე უნივერსალური სქემა მოცემულია IX.22 ნახაზზე. ამ სქემით შესაძლებელია წყლის ხარისხობრივი რეგულირების განხორციელება. ამასთან დაკავშირებით სქემა ითვალისწინებს საცირკულაციო ტუმბოთი წყლის მუდმივი რაოდენობის — W კგ/სთ მიწოდებას. ტუმბოს წინ მოთავსებულია სამსვლიანი შემრევი ვენტილი, სადაც წარმოებს ქვეშიდან შემთბარი W_1 -ის რაოდენობის რეცირკულირებული 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 .

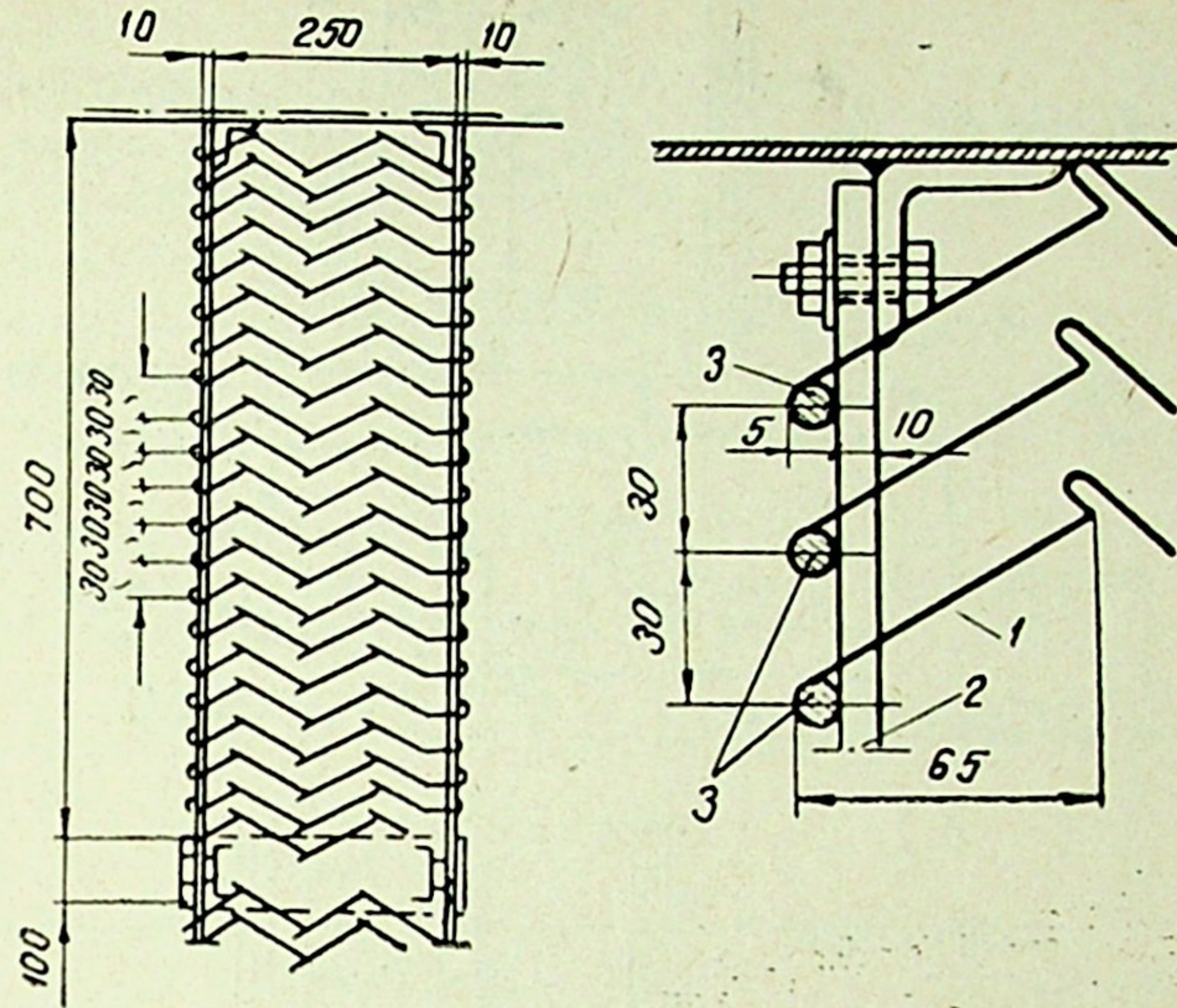
IX.23 ნახაზზე მოცემულია სავენტილაციო ტექნიკაში საკმაოდ გავრცელებული წყლის მიწოდების სქემები, რომლებიც გამოიყენება ადიაბატური დატენიანების დროს. ამ სქემაში ტუმბო მუშაობს ქვეშიდან წყლის მუდმივი რეცირკულაციით W კგ/სთ.

სარწყავი კამერების გაანგარიშების ზუსტი თეორია ჯერ კიდევ არ არის დამუშავებული, რის გამოც კამერების თანამედროვე გაანგარიშება ძირითადად აგებულია ექსპერიმენტულ მონაცემებზე. ჩატარებული გაანგარიშება მარ-

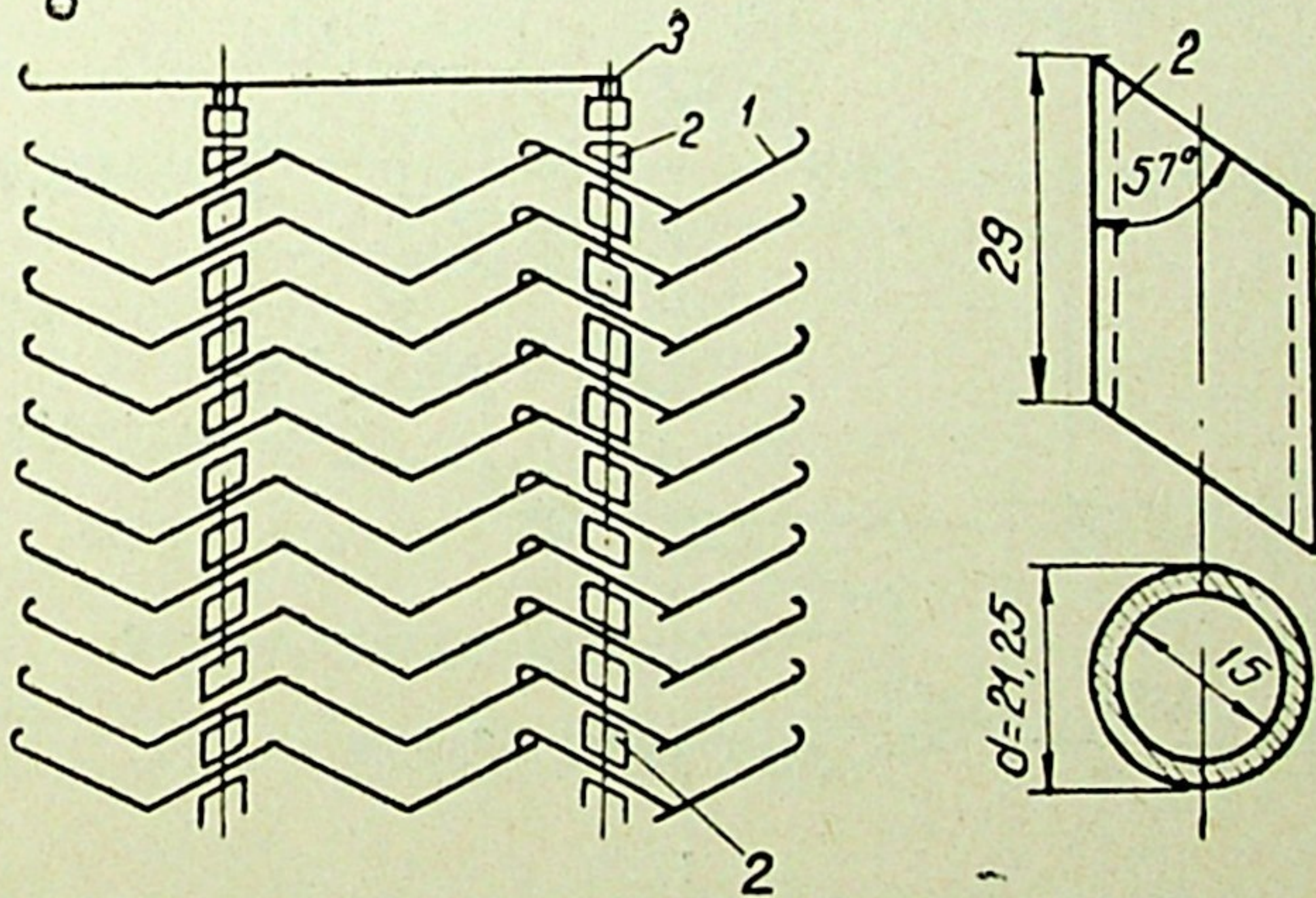


ნახ. IX.20

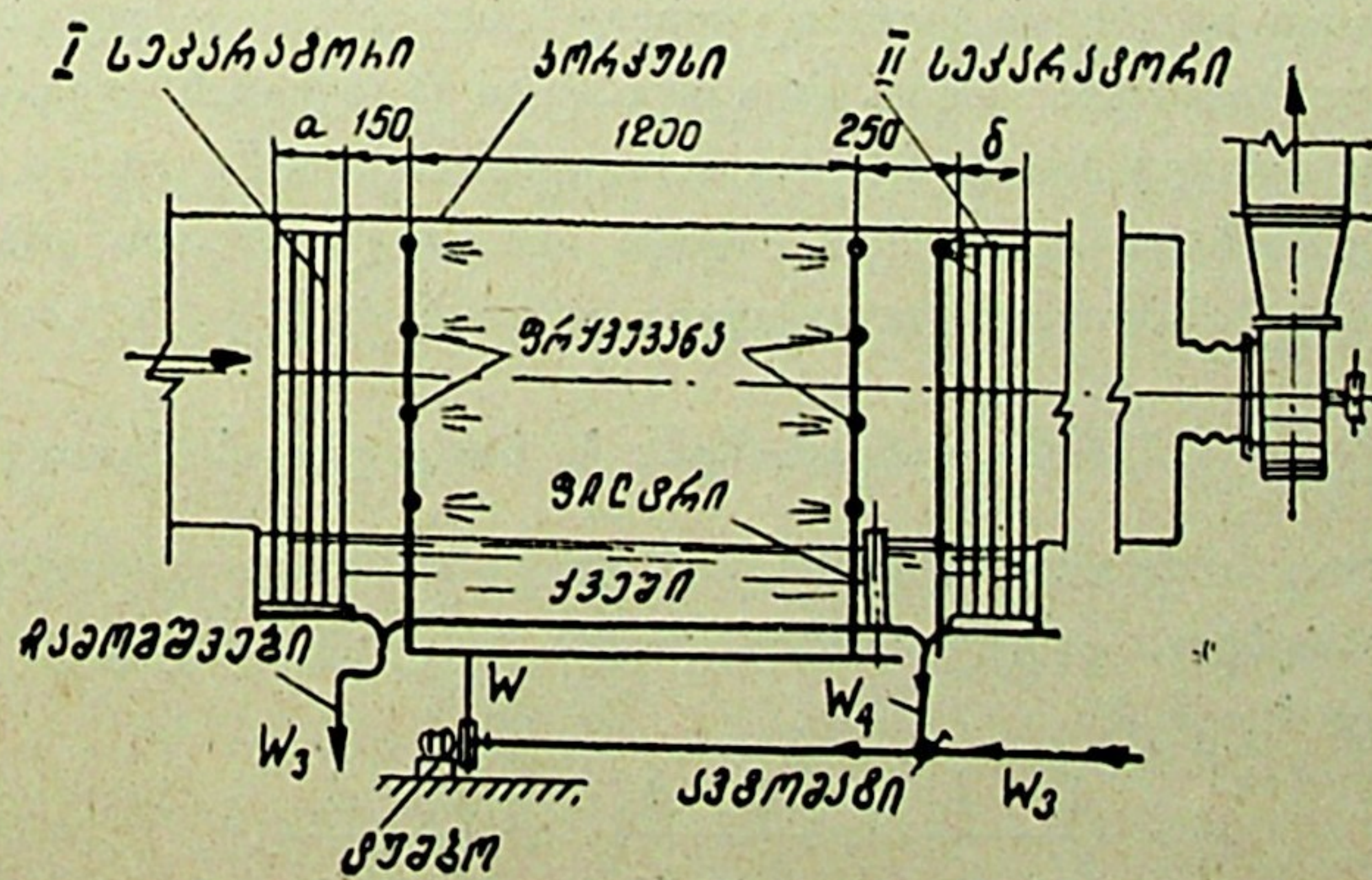
5



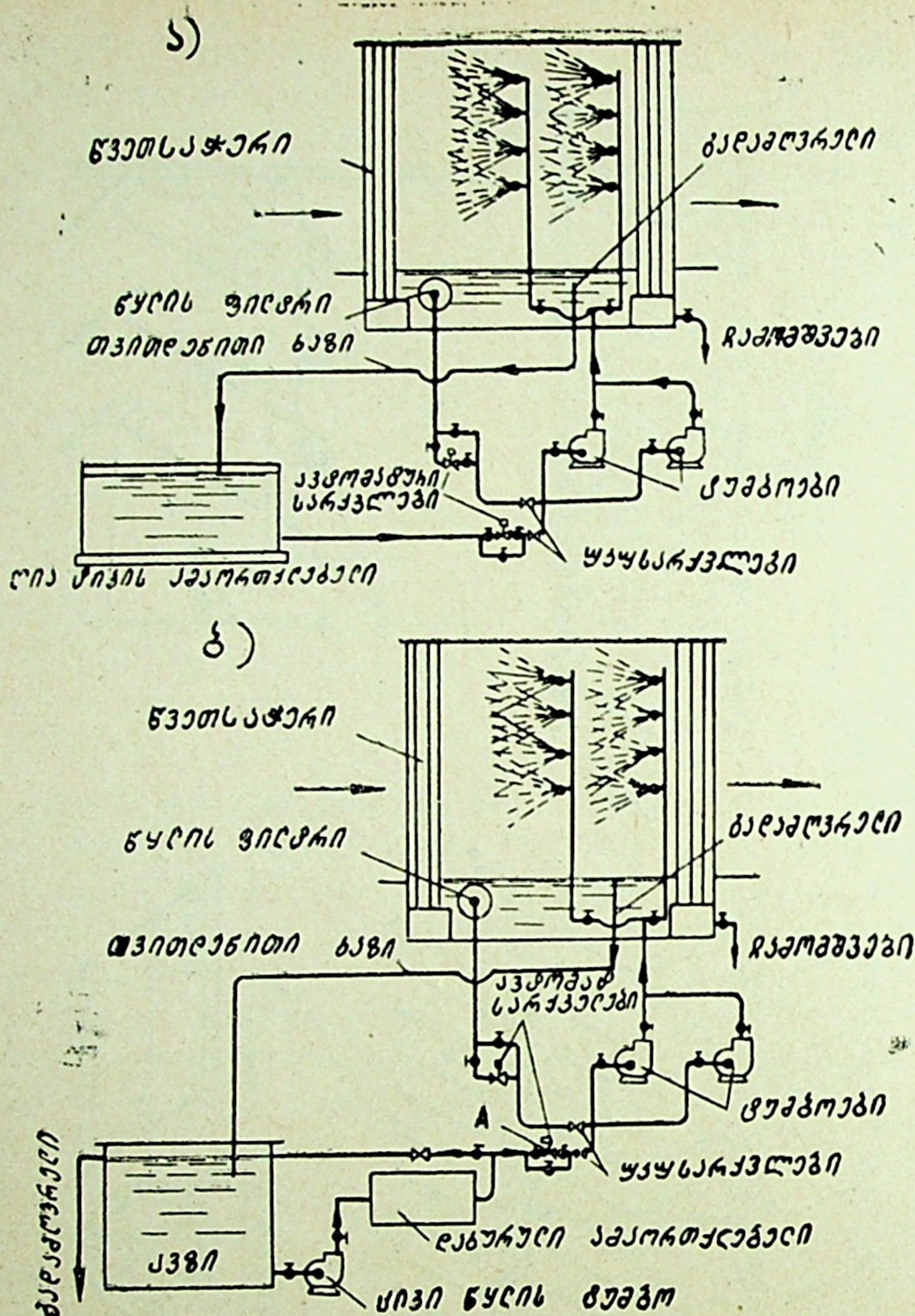
6



ნახ. IX.21



ნახ. IX.22



ნახ. IX.23

თებულა მხოლოდ იმ ტიპის კონდიციონერებისათვის, რომლებისთვისაც მიღებული იყო ცდების მონაცემები. მრავალი ცდა მსგავსების თეორიის აპარატით ჩატარებულ იქნა ექსპერიმენტული მონაცემების განზოგადება, უშედეგოდ დამთავრდა. ამასთან დაკავშირებით ჰაერსა და წყალს შორის თბო და ტენციის დაპროექტების მეთოდები საჭიროა აიხსნას კონკრეტულ მაგალითებზე.

I. სარწყავი კამერის გაანგარიშება ბ. ბარკალოვის მეთოდით

ბ. ბარკალოვის მეთოდს საფუძვლად უდევს თბო და ტენციის პროცესების დამახასიათებელი ეფექტურობის კოეფიციენტი, რომელიც (9.23) განტოლებით განისაზღვრება

$$E = \frac{I_1 - I_2}{I_1 - I_{\text{ფ}} \approx \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{\text{ფ}} \approx \frac{d_1 - d_2}{d_1 - d_{\text{ფ}}}$$

ამ კოეფიციენტის ზღვრული მნიშვნელობები ჰაერით გაცივებისა და გაშრობის III მეოთხედში სხვადასხვა ტიპის სარწყავი კამერებისთვის მოცემულია IX.3 ცხრილში.

პრაქტიკული გაანგარიშებისათვის მიღებულია, რომ დასამუშავებელი ჰაერის საბოლოო პარამეტრების მნიშვნელობა განისაზღვრება სითბოსა და ტენიის თანაფარდობის სხივის მიმართულების (კუთხური მასშტაბის) გადაკვეთით მრუდთან $\varphi = 90-95\%$.

მაგალითი 1. ჰორიზონტალურ სარწყავ კამერაში საჭიროა გაცივდეს 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 $I_1 = 14,0$ $\frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}$ და სველი თერმომეტრით ტემპერატურა $t_{m_1} = 20,7^\circ\text{C}$. ჰაერის საბოლოო პარამეტრებია: $t_2 = 18,8^\circ\text{C}$, $\varphi_2 = 90\%$, $d_2 = 12,2$ გ/კგ, $I_2 = 12,0$ $\frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}$ და $t_{m_2} = 17,5^\circ\text{C}$.

ცხრილი IX.3

№ რიგ.	სარწყავი კამერების ტიპები	ეფექტურობის კოეფიციენტი
1	ფრქვევანების ერთი რიგით, დაყენებული ჰაერის მიმართულებით	0,6—0,7
2	ფრქვევანების ერთი რიგით, დაყენებული ჰაერის საწინააღმდეგო მიმართულებით	0,65—0,75
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 საწინააღმდეგო 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. აგებას ვაწარმოებთ გრაფიკულ-ანალიზური მეთოდით. $I-d$ დიაგრამაში (ნახ. IX.24) ვაგებთ პოცესს, 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) $t_{\text{ფ}} = 17^\circ\text{C}$. ჰაერის დანარჩენი პარამეტრების მნიშვნელობებია $d_B = 12,2$ გ/კგ, $I_B = 11,5$ $\frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}$.

კამერის განივკვეთის საანგარიშოდ მივიღოთ ჰაერის წონითი სიჩქარის მნიშვნელობა $v_{\text{ჩ}} = 2,5$ კგ/მ² წმ, მაშინ

$$f_{\text{კამ}} = \frac{20300}{3600 \cdot 2,5} = 2,25 \text{ მ}^2 (1,5 \times 1,5).$$

კამერაში ვსაზღვრავთ გაშრობისა და გაცივების პროცესის სხივს, რო-
მელიც ტოლია

$$\varepsilon = 1000 \frac{14,0 - 12,0}{12,68 - 12,2} = 4160.$$

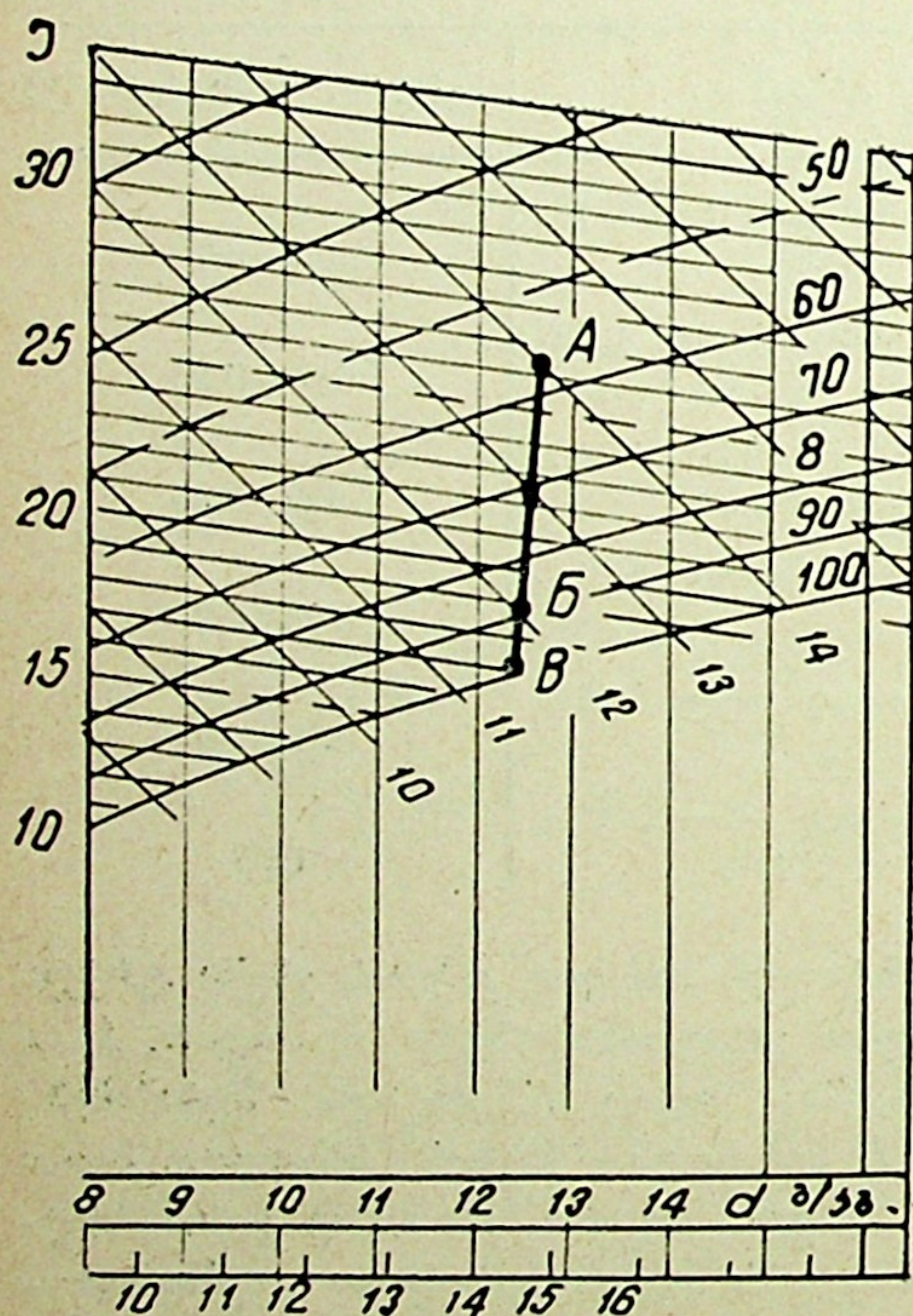
პროცესი მიმდინარეობს $I-d$ დიაგრამის III მეოთხედში (ნახ. IX.24).
ამ მეოთხედში ეფექტურობის კოეფიციენტი ტოლი იქნება

$$E = \frac{26,1 - 18,8}{26,1 - 17,0} = \frac{14,0 - 12,0}{14,0 - 11,5} = \frac{12,68 - 12,2}{12,68 - 12,0} = 0,8.$$

$Y-1$ ტიპის უხეში ფრქვევანებისათვის, რომელთა გამოსვლის დიამეტ-
რი $d=4-6$ მმ, მორწყვის კოეფიციენტი იანგარიშება (9.33) განტოლებით

$$\mu_{\text{უხ}} = 2,92 \cdot 2,5^{-0,535} \left[\lg \frac{1}{1-0,8} \right]^{1,175} = 1,17 \text{ კგ/კგ.}$$

ვინაიდან პროექტდება ჰორიზონტალური კამერა „მშრალი“ სეპარატო-
რებით, ამიტომ მორწყვის კოეფიციენტის მნიშვნელობაში უნდა შევიტანოთ
შემასწორებელი კოეფიციენტი $Y=0,86$.



ნახ. IX.24

$$\mu = Y \mu_{\text{უხ}} =$$

$$= 0,86 \cdot 1,17 \cong 1,0 \text{ კგ/კგ.}$$

ფრქვევანებზე მიწოდებუ-
ლი წყლის რაოდენობა

$$W = 1,0 \cdot 20300 = 20300 \text{ კგ/სთ.}$$

ავილოთ $Y-1$ ტიპის
ფრქვევანა გამოსვლის დიამეტ-
რით $d=4,0$ მმ-ს და წყლის
წნევა ფრქვევანების წინ $P=$
 $=0,7$ კგ/სმ². IX.17 ნახაზიდან
ვსაზღვრავთ ფრქვევანების
მწარმოებლობას, რომელიც
ტოლია $\varphi_0=225$ კგ/სთ, მაშინ
საჭირო ფრქვევანების რაო-
დენობა

$$n = \frac{20300}{225} \cong 90 \text{ ცალს.}$$

IX.3 ცხრილის თანახმად,
მიღებული ეფექტურობის კოე-
ფიციენტის მიხედვით, $E=0,8$.

საჭიროა შეირჩეს ორრიგიანი კამერა ორივე ჰაერის მოძრაობის მიმართულე-
ბით. თითოეულ რიგში ვაყენებთ 45 ფრქვევანას.

ფრქვევანების სიმჭიდროვე

$$\zeta = \frac{4,5}{2,25} \cong 20 \frac{\text{ცალი}}{\text{მ}^2},$$

რაც აკმაყოფილებს მოთხოვნას. სითბო, რომელსაც ჰაერი წყალს გადასცემს, ტოლია



$$Q = 20300 (14,0 - 12,0) = 40600 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}}.$$

კამერის ქვეშეშე 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 სამაცივრო დანადგარიდან მიეწოდება მუდმივი ტემპერატურით და მისი შერევა ხდება სამსვლიან სარკველში ქვეშიდან რეცირკულირებულ წყალთან. ავიღოთ ცივი წყლის ტემპერატურა $t_{W_3} = 5^\circ\text{C}$, მაშინ სამაცივრო 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 $t_W = 17^\circ\text{C}$ 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/მ² წმ-ობით;

μ — 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 მეოთხედებში ეფექტურობის კოეფიციენტების მნიშვნელობანი შემდეგი პროცესებისთვის: გაცივება და გაშრობა, გაცივება მუდმივი ტენზიუმცველობით, გაცი-

ება და დატენიანება. რეკომენდებულია ეფექტურობის კოეფიციენტის შემდეგი მნიშვნელობა

$$E_0 = 1 - \frac{t_{\text{სვ}2} - t_{\text{ფ}2}}{t_{\text{სვ}1} - t_{\text{ფ}1}}. \quad (9.39)$$

ადიაბატური პროცესისათვის

$$E_{\text{ად}} = 1 - \frac{t_2 - t_{\text{სვ}}}{t_1 - t_{\text{სვ}}} = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{\text{სვ}}}. \quad (9.40)$$

I მეოთხედის პროცესებისთვის — გაცივება და დატენიანება თბოშემცველობის ზრდით, იზოთერმული დატენიანება და ჰაერის გათბობა მისი ერთდროული დატენიანებით — მიღებულია ეფექტურობის კოეფიციენტის შემდეგი მნიშვნელობა

$$E_H = 1 - \frac{t_{\text{ფ}2} - t_{\text{სვ}2}}{t_{\text{ფ}1} - t_{\text{სვ}1}}, \quad (9.41)$$

სადაც t_1 და t_2 არის ჰაერის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა მშრალი თერმომეტრით;

$t_{\text{სვ}1}$ და $t_{\text{სვ}2}$ — ჰაერის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა სველი თერმომეტრით;

$t_{\text{ფ}1}$ და $t_{\text{ფ}2}$ — წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა.

IX.4 ცხრილში მოცემულია თბოგადაცემის ეფექტურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობანი ტიპური სარწყავი კამერებისთვის.

ეფექტურობის კოეფიციენტის განსაზღვრავად ექსპერიმენტები ჩატარებული იყო ორ და სამრიგიანი ტიპური სარწყავი კამერების სექციებისთვის. ჰაერის მწარმოებლობა სხვადასხვა კამერისათვის იცვლებოდა 10^4 მ³/სთ-დან $22 \cdot 10^4$ მ³/სთ-მდე. ორრიგიან კამერებში წყლის მიმართულება მიღებული იყო შემდეგნაირად: ერთი რიგი ჰაერთან თანხვედნილი, ხოლო მეორე — შემხვედრი; სამრიგიანში ერთი რიგი თანხვედნილი იყო, ხოლო დანარჩენი ორი — შემხვედრი.

ტიპურ კამერებში დაყენებულია Y—1 ტიპის ცენტრიდანული უნივერსალური ფრქვევანები, 3 მმ-დან 5 მმ-მდე გამოსვლის დიამეტრებით. მიღებულია ფრქვევანების რაოდენობა 18 და 24 $\frac{\text{ცალი}}{\text{მ}^2}$.

ტიპური სარწყავი სექციების კონსტრუქციული ძირითადი მონაცემები მოცემულია IX.5 ცხრილში.

ძირითად პროცესებში ე. კარპისის მეთოდის გამოყენება საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ: წყლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა და აგრეთვე გაფრქვეული წყლის საერთო რაოდენობა. ადიაბატური 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 $G_3 = 48000$ კგ/სთ და მისი პარამეტრები.

1) საწყისი პარამეტრები:

$$t_1 = 32^\circ\text{C}, \quad \varphi_1 = 40\%, \quad I_1 = 15 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}, \quad d = 12,05 \frac{\text{მ}}{\text{კგ}}, \quad t_{\text{სვ}} = 21,5^\circ\text{C},$$

$$P_{\text{აერ}} = 745 \text{ მმ-ვგრცხ. წყ. სვ.}$$



თბოცვლის ეფექტურობის კოეფიციენტების მნიშვნელობები ფრქვევანების ტიპური კამერებისათვის მათი ჰაერის მიმართ ნომინალური მწარმოებლობის დროს

თბოცვლის ეფექტურობის კოეფიციენტი	ფრქვევანების მოქმედ რიგ-თა რაოდენობა	ფრქვევანის გა-მოსასვლელი კვეთის დიამეტრი, d_2 მმ-ობით	თბოცვლის ეფექტურობის კოეფიციენტების სიდიდე მორწყვის კოეფიციენტის μ 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_0	1	5	—	—	—	—	0,53	0,57	0,6	0,63	0,66	—	—	—	—	—	—
	2 და 3	5	—	—	—	—	—	—	0,69	0,7	0,72	0,74	0,75	0,76	0,78	0,79	0,8
E_0	1	3,5	0,5	0,59	0,65	0,71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1	5	—	—	0,58	0,63	0,68	0,72	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2 და 3	3,5	—	—	—	0,71	0,76	0,8	0,82	0,86	0,89	—	—	—	—	—	—
E_0	2 და 3	5	—	—	—	—	—	—	0,75	0,77	0,79	0,82	0,84	0,85	—	—	—
	1	5	—	—	—	0,68	0,68	0,69	0,69	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	0,83	0,84	0,84	0,85	—	—

კამერის ინდექსი	ნომინალური მწარმოებლობა ჰაერის მი- მართ, მ ³ /სთ-ობით	ჰაერის გასავ- ლელი კვეთის ზომები H×B, მმ-ობით	განივი კვეთის ფართობი, მ ² -ობით	განივი კვეთში ჰაერის ნომი- ნალური სიჩ- ქარე, მ/წმ-ობით	ფრქვევანების საერთო რაოდენობა, მათი ერთ რიგში ცალი/მ ² -ზე რაოდენობისას	
					18	24

ორრიგა $l=1800$ მმ

KD 1002 B	10000	1300×776	1	2,78	36	48
KD 2002 B	20000	1300×1536	2	2,73	72	96
KD 4002 B	40000	1800×2046	3,7	3	128	176
KD 5002	50000	2077×2577	5,32	2,6	200	260
KD 6002 A	60000	2577×2577	6,64	2,5	240	320
KD 8002	80000	2577×3077	7,9	2,8	288	384
KD 12002	120000	3952×3077	12,1	2,76	432	624

სამრიგა $l=2425$ 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	1800×2046	3,7	3	192	264
KD 5003	50000	2077×2577	5,32	2,6	300	390
KD 6003 A	60000	2577×2577	6,64	2,5	360	480
KD 8003	80000	2577×3077	7,9	2,8	432	576
KD 12003	120000	3952×3077	12,1	2,76	648	936

2) საბოლოო პარამეტრები:

$$t_2 = 16^\circ\text{C}, \varphi_2 = 90\%, I_2 = 10,2 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}, d_2 = 10,4 \frac{\text{ბ}}{\text{კგ}}, t_{\text{ს.32}} = 15^\circ\text{C}.$$

პროცესის აგება $I-d$ დიაგრამის დახმარებით წარმოებს (იხ. ნახ. IX.25) მის III მეოთხედში. ცივი წყლის ტემპერატურა, რომელიც მიიღება სამაცივრო სადგურიდან, ტოლია $t = 7^\circ\text{C}$.

ამოხსნა. 1. მივიღოთ ტიპური სარწყავი კამერა ჰაერის ნომინალური მწარმოებლობით $V = 40000$ მ³/სთ (ცხრილი IX.5) და ფრქვევანების გამოსვლის დიამეტრით $d = 5$ მმ.

2. სითბო, რომელიც აერთმევა ჰაერს კამერაში, ტოლია

$$Q_3 = G_3 \Delta I = 48000 (15 - 10,2) = 231000 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}}.$$

3. მივიღოთ წყლის წნევა ფრქვევანების წინ $\Delta P = 1,5$ ჰარბ ატმოსფეროს. IX.17 ნახაზიდან ვსაზღვრავთ თითოეული ფრქვევანის მწარმოებლობას, რომელიც ტოლია $g_0 = 435$ კგ/სთ.

4. მივიღოთ ორრიგიანი კამერა $KD = 4002$ (ცხრილი IX.5), რომლის ფრქვევანების სიმჭიდროვე ტოლია $n = 18 \frac{\text{ცალი}}{\text{მ}^2}$. კამერის განივი კვეთი უდრის $f = 1,8 \cdot 2,046 = 3,7$ მ². მაშინ მივიღებთ ფრქვევანების რიცხვს $\sum n = 3,7 \cdot 2 \cdot 18 = 132$ ცალი. $\sum n = 2 \cdot 64 = 128$ ცალს. კამერაში გაფრქვეული წყლის რაოდენობა

$$G_{\text{წყ}} = 435 \times 128 = 55600 \text{ კგ/სთ}.$$

$$\mu = \frac{G_{\text{ფ}}}{G_3} = \frac{55600}{48000} = 1,16 \text{ კგ/კგ.}$$

სითბოს რაოდენობა, რომელიც გადაეცემა წყალს,

$$\begin{aligned} Q_{\text{ფ}} &= 55600 \cdot \frac{4,8}{\mu} = \\ &= 55600 \cdot \frac{4,8}{1,16} = \\ &= 230000 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}}, \end{aligned}$$

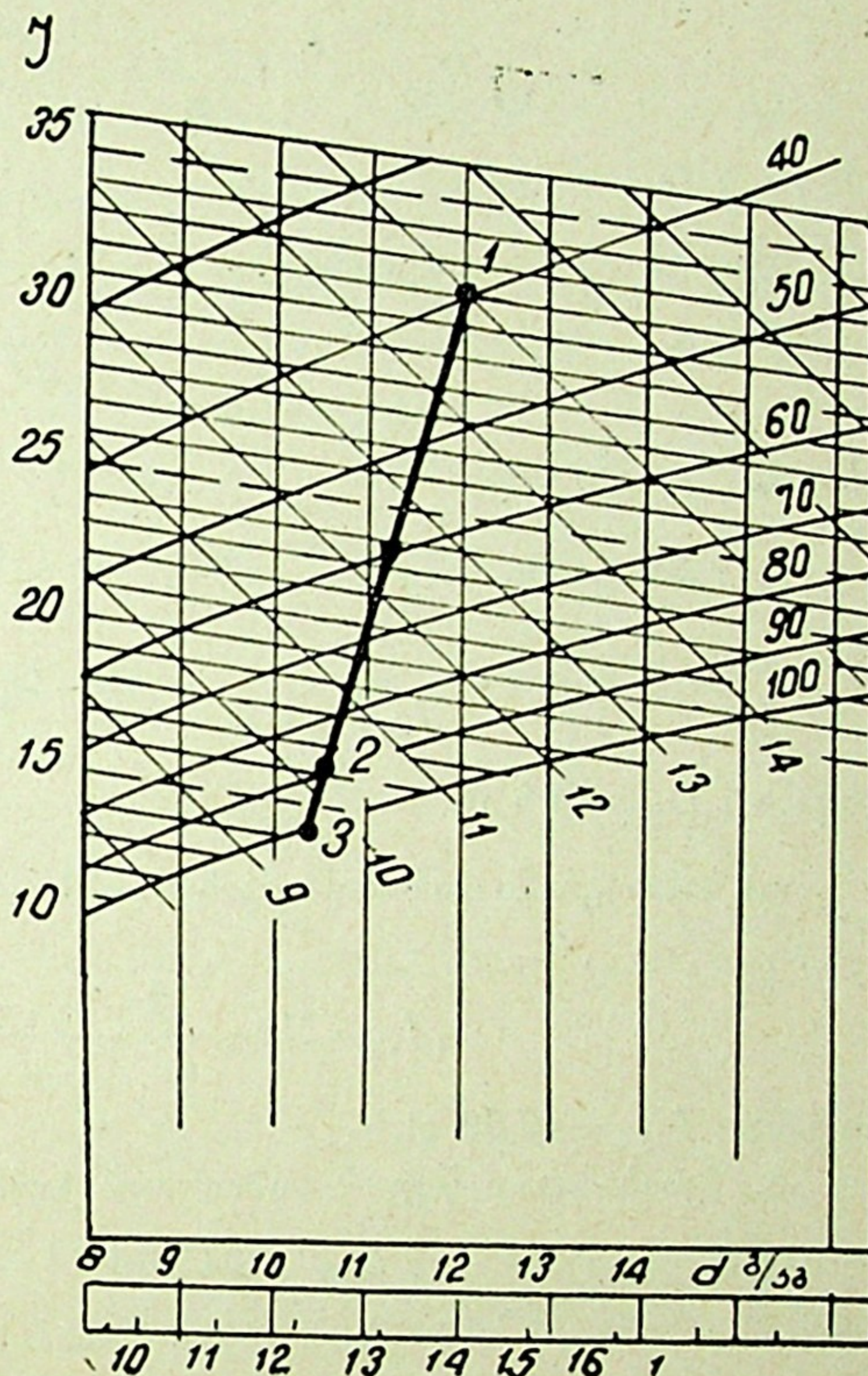
ე. ი. $Q_3 \approx Q_{\text{ფ}}$, ვინაიდან $230000 \approx 231000 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}}$.

IX.4 ცხრილიდან მორწყვის კოეფიციენტის საშუალებით ვპოულობთ ეფექტურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობას $E=0,745$.

ანალოგიური გაანგარიშებით ვპოულობთ მორწყვისა და ეფექტური კოეფიციენტის მნიშვნელობებს: ორიგინალი კამერისათვის ფრქვევანების რაოდენობით

$$n = 24 \frac{\text{ცალი}}{\text{გ}^2} \text{ და აგრეთვე}$$

იმავე მწარმოებლობის სამრიგოანი კამერებისათვის (იხ. ცხრილი IX.6).



ნახ. IX.25

ცხრილი IX.6

სიდიდეების დასახელება	ორიგინალი კამერა (KD—4002 B) ფრქვევანების რაოდენობით, ცალი/მ ² რიგში		სამრიგოანი კამერა (KD—4003 B) ფრქვევანების რაოდენობით, ცალი/მ ² რიგში	
	18	24	18	24
გაფრქვეული წყლის რაოდენობა კგ/სთ	55600	76500	83500	115000
მორწყვის კოეფიციენტი μ კგ/კგ	1,16	1,56	1,74	2,39
ეფექტურობის კოეფიციენტი E_0 მე-3 ცხრილით	0,745	0,8	0,8	0,8
სარწყავ კამერაში წყლის ტემპერატურის ვარდნა $\Delta t = t_{\text{ფ}2} - t_{\text{ფ}1}$	4,14	3,02	2,76	2,01

5. წყლის საწყისი ტემპერატურის განსაზღვრავად (9.40) ფორმულაში ჩავსვათ E_0 მნიშვნელობა, მივიღებთ:

ა) ორრიგიანი კამერისათვის $n=18 \frac{\text{ცალი}}{\text{მ}^2}$;

$$t_{\text{წყ } 1} = t_{\text{სვ } 1} - \frac{t_{\text{სვ } 2} - t_{\text{წყ } 2}}{1 - E_0} = 21,5 - \frac{15 - t_{\text{წყ } 2} 4,14}{1 - 0,745},$$

საიდანაც $t_{\text{წყ } 1} = 7,23^\circ\text{C}$;

ბ) ორრიგიანი კამერისათვის $n=24 \frac{\text{ცალი}}{\text{მ}^2}$;

$$t_{\text{წყ } 1} = 21,5 - \frac{15 - t_{\text{წყ } 1} - 3,02}{1 - 0,8},$$

საიდანაც $t_{\text{წყ}} = 9,6^\circ\text{C}$;

გ) სამრიგიანი კამერისათვის $n=18 \frac{\text{ცალი}}{\text{მ}^2}$;

$$t_{\text{წყ } 1} = 21,5 - \frac{15 - t_{\text{წყ } 1} - 2,76}{1 - 0,8},$$

საიდანაც $t_{\text{წყ } 1} = 9,8^\circ\text{C}$;

დ) სამრიგიანი კამერისათვის $n=24 \frac{\text{ცალი}}{\text{მ}^2}$;

$$t_{\text{წყ}} = 21 - \frac{15 - t_{\text{წყ } 1} - 2,01}{1 - 0,8},$$

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) ორრიგიანი კამერებისთვის $n=18 \frac{\text{ცალი}}{\text{მ}^2}$;

$$G_{\text{წყ}} = \frac{231000}{11,37 - 7,0} = 53100 \frac{\text{კგ}}{\text{სთ}};$$

ბ) ორრიგიანი კამერებისთვის $n=24 \frac{\text{ცალი}}{\text{მ}^2}$;

$$G_{\text{წყ}} = \frac{231000}{12,6 - 7,0} = 41200 \frac{\text{კგ}}{\text{სთ}};$$

გ) სამრიგიანი კამერებისათვის $n=18 \frac{\text{ცალი}}{\text{მ}^2}$;

$$G_{\text{წყ}} = \frac{231000}{12,6 - 7,0} = 41200 \frac{\text{კგ}}{\text{სთ}};$$

დ) სამრიგიანი კამერებისათვის $n=24 \frac{\text{ცალი}}{\text{გ}^2}$;

$$G_{\text{ფ}} = \frac{231000}{12,85 - 7,0} = 39500 \frac{\text{კგ}}{\text{სთ}}.$$

როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რეკომენდებულ უნდა იქნეს ორრიგიანი სარწყავი კამერა ფრქვევანების სიმჭიდროვით $24 \frac{\text{ცალი}}{\text{გ}^2}$. ამ შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მიღებულ კამერას აქვს ნაკლები გეომეტრიული ზომები და გასაფრქვევი წყლის რაოდენობა ბევრად უფრო მცირეა, ვიდრე სამრიგიან კამერებში.

ეფექტურობის კოეფიციენტის სიმცირის გამო ორრიგიანი კამერა, ფრქვევანების რაოდენობით $18 \frac{\text{ცალი}}{\text{გ}^2}$, რეკომენდებული არ არის.

მაგალითი 2. ჰაერი $G=49000 \text{ კგ/სთ}$ რაოდენობით და $I_1=9 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}$,

$d_1=5 \frac{\text{ბ}}{\text{კგ}}$, $\varphi_1=25\%$, $t_1=25^\circ\text{C}$, $t_{\text{ვ}1}=13,2$ საწყისი პარამეტრებით ადიაბატურად ტენიანდება.

სარწყავ კამერაში ჰაერის საბოლოო მდგომარეობა განისაზღვრება პარამეტრებით:

$$I_2=9,0 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}, \quad d_2=9,3 \frac{\text{ბ}}{\text{კგ}}, \quad \varphi_2=90\%, \quad t_2=14,2^\circ\text{C}, \quad t_{\text{ვ}2}=13,2.$$

საჭიროა 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 ცხრილით მიღებულ $E=0,845$ შეესაბამება ორ და სამრიგიანი კამერები Y—1 ტიპის ფრქვევანებით, რომელთა დიამეტრებია 3,5 მმ. ამავე ცხრილიდან მორწყვის 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 $n=18 \frac{\text{ცალი}}{\text{გ}^2}$.

ფრქვევანების წინ წყლის წნევის სიმცირის გამო დანარჩენი სარწყავი კამერების რეკომენდება არ არის მიზანშეწონილი. ცნობილია, რომ ადიაბატურ პროცესში ერთ ატმოსფეროზე ნაკლები წნევის დროს ეფექტურობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა მკვეთრად მცირდება.

სიდიდეების დასახელება	ორრიგიანი კამერა <i>KD—2002 B</i>		სამრიგიანი კამერა <i>KD—3003 B</i>	
	<i>n</i> = 18	<i>n</i> = 24	<i>n</i> = 18	<i>n</i> = 24
ერთი ფრქვევანის მწარმოებლობა <i>g</i> ლ/სთ	$\frac{19000 \cdot 0.85}{72} = 224$	$\frac{1900 \cdot 0.85}{96} = 170$	$\frac{190 \cdot 0.85}{108} = 150$	$\frac{1900 \cdot 0.85}{144} = 112$
წყლის წნევა ფრქვე- ვანების წინ (გაან- გარიშებული (9.32) ფორმულით) კარბი ატ	1,0	0,7	0,5	—

III. სარწყავი კამერის გაანგარიშება ლ. ზუსმანოვიჩის მეთოდით

ლ. ზუსმანოვიჩის მიერ თბო და ტენცვლის განტოლების ანალიზის შედეგად მიღებულია სითბოშემცველობისა და ტემპერატურების კრიტერიუმები. სითბოშემცველობის კრიტერიუმი

$$\Delta \bar{I} = \frac{I_1 - I_2}{I_1 - I_5} = \Phi \left[\left(1 + \frac{t_{51} - t_{5y1}}{t_1 - t_{5y1}} \right); \frac{H_w}{\nu \gamma} \right]; \quad (9.42)$$

ტემპერატურის კრიტერიუმი

$$\Delta \bar{t} = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{51}} = \psi \left[\left(1 + \frac{t_{51} - t_{5y}}{t_1 - t_5} \right); \frac{H_w}{\nu \gamma} \right], \quad (9.43)$$

სადაც I_1 , I_2 , I_{51} არის ჰაერის სითბოშემცველობები მორწყვამდე, მორწყვის შემდეგ და ნამის წერტილის ტემპერატურის დროს, კვადრატული;

კბ

- t_1, t_2 — ჰაერის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა;
 t_{51} — ჰაერის ნამის წერტილის ტემპერატურა მორწყვამდე;
 H_w — მორწყვის სიმჭიდროვე, კგ/მ² წმ-ობით;
 $\nu \gamma$ — ჰაერის წონითი სიჩქარე, კგ/მ² წმ-ობით;
 t_{5y1} — წყლის საწყისი ტემპერატურა.

პირველი და მეორე კრიტერიალური განტოლებები სათანადოდ ახასიათებს სრული და აშკარა თბოცვლის ინტენსიფიკაციას სარწყავ კამერაში.

როგორც განტოლებებიდან ჩანს, ΔI და Δt მნიშვნელობები დამოკიდებულია ტემპერატურულ კრიტერიუმზე

$$M_1 = \frac{t_{51} - t_{5y1}}{t_1 - t_{5y}} \quad (9.44)$$

და თანათარდობაზე

$$\frac{H_w}{\nu \gamma} = B. \quad (9.45)$$

ტემპერატურული კრიტერიუმი M_1 წარმოადგენს მასათა ცვლის მოძრაობის რაღაც დროის ტემპერატურული ანალოგიის ($t_{\text{ფ}_1} - t_{\text{ფ}_2}$) ფარდობას ჰაერის ჰიგრომეტრულ ტემპერატურათა სხვაობასთან ($t_1 - t_{\text{ფ}_1}$).

ფუნქციონალური დამოკიდებულების სახე ΔI და Δt -ს შორის ლაბორატორიაში ექსპერიმენტულად განისაზღვრა ორრიგიან სარწყავ კამერაში. 0,306 მ³ განივკვეთის კამერა აღჭურვილი იყო Y—1 ტიპის ფრქვევანებით, სიმჭიდროვით $10 \frac{\text{კგ}}{\text{მ}^3}$ -დან $19 \frac{\text{კგ}}{\text{მ}^3}$ -მდე.

ჩატარებული ექსპერიმენტების მონაცემების საფუძველზე მიღებული იყო სითბოსა და ტენციის შემდეგი დამოკიდებულებანი:

1. ფრქვევანების სიმჭიდროვის ზრდით $\left(10\text{-დან } 19,6 \frac{\text{კგ}}{\text{მ}^3} \right)$ უმნიშვნელოდ მცირდება ფარდობითი სიდიდეები $\Delta \bar{I}$ და $\Delta \bar{t}$ (დაახლოებით 9%-ით).

2. ჰაერის წონითი სიჩქარეების ცვლილება კამერაში $1,6 \text{ კგ/მ}^3$ წმ-დან $2,8 \text{ კგ/მ}^3$ წმ-მდე არ იძლევა $\Delta \bar{I}$ -სა და $\Delta \bar{t}$ -ს საგრძნობ ცვლილებას.

ექსპერიმენტული მონაცემების განზოგადების საფუძველზე მიღებულია ნომოგრამა, რომლის საშუალებითაც გაცივებისა და გაშრობის პროცესების გაანგარიშება წარმოებს III მეოთხედში (ნახ. IX.26).

ნომოგრამის გამოყენება ჰიგრომეტრულ ტემპერატურათა სხვაობით შეზღუდულია ფარგლებში

$$11^\circ\text{C} \leq t_1 - t_{\text{ფ}_1} \leq 23^\circ\text{C}.$$

მაგალითი 1. მოცემულია ჰაერის ხარჯი $G_3 = 84000 \text{ კგ/სთ}$, რომლის საწყისი პარამეტრებია $t_1 = 27,5^\circ\text{C}$; $t_{\text{ფ}_1} = 13,7^\circ\text{C}$; $d_1 = 10 \text{ გ/კგ}$; $I_1 = 12,75 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}$; წყლით დამუშავების შემდეგ მისი საბოლოო პარამეტრების მნიშვნელობა შემდეგია $t_2 = 13,9^\circ\text{C}$; $d_2 = 9,6 \text{ გ/კგ}$; $I_2 = 9,1 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}$; $P_{\text{აერ}} = 745 \text{ მმ}$.

საჭიროა განისაზღვროს წყლის როგორც საწყისი, ისე საბოლოო ტემპერატურა.

ამოხსნა. ვირჩევთ სამრიგიან სარწყავ კამერას KD—6003, ფრქვევანებს დიამეტრით $d = 4 \text{ მმ}$ და მათ რაოდენობას $18 \frac{\text{კგ}}{\text{მ}^3}$.

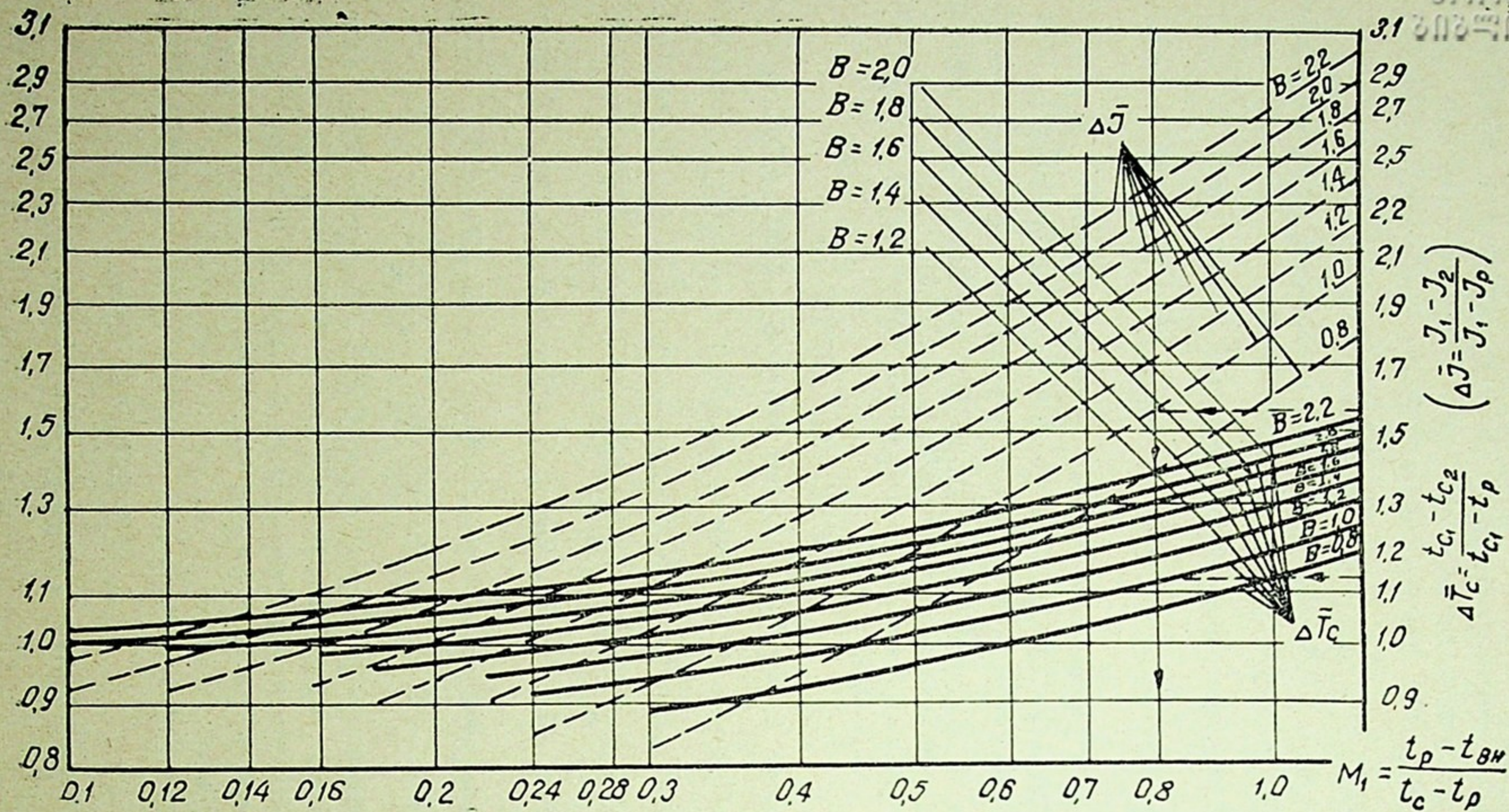
მიღებული კამერისთვის ცხრილებიდან ვპოულობთ მის განივკვეთს $f = 6,64 \text{ მ}^2$ და ფრქვევანების რაოდენობას $n = 360$ ცალი. მივიღოთ აგრეთვე, რომ წყლის წნევა ფრქვევანების წინ $P = 2,5 \text{ ატ}$. ამ შემთხვევისთვის გრაფიკის საშუალებით ვსაზღვრავთ წყლის ხარჯს თითოეული ფრქვევანისთვის $g_0 = 400 \text{ ლ/სთ}$.

საერთო წყლის რაოდენობა

$$G_b = 0,4 \cdot 3600 = 144 \text{ მ}^3/\text{სთ}.$$

სათანადოდ მორწყვის კოეფიციენტი განისაზღვრება

$$\mu = \frac{144}{84} = 1,72 \text{ კგ/კგ}.$$



Соб. IX.26



ვანგარიშობით ჰაერის ფარდობით სითბოშემცველობათა ცვლილებას

$$\Delta \bar{I} = \frac{I_1 - I_2}{I_1 - I_{61}} = \frac{I_1 - I_2}{0,24(t_1 - t_2)} = \frac{12,75 - 9,1}{0,24(24,5 - 13,9)} = 1,12 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}$$

ტემპერატურათა ფარდობითი ცვლილება

$$\Delta \bar{t} = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{61}} = \frac{27,5 - 13,9}{27,5 - 13,7} = 1,01.$$

ნომოგრამიდან (ნახ. IX.26) ტემპერატურული კრიტერიუმი

$$M' = 0,28.$$

წყლის საწყის ტემპერატურას ვპოულობთ გამოსახულებიდან

$$M_1 = \frac{t_{61} - t_{\text{წყ } 1}}{t_1 - t_2},$$

საიდანაც $t_{\text{წყ } 1} = 10^\circ \text{C}$.

წყლის საბოლოო ტემპერატურა

$$t_{\text{წყ } 2} = t_{\text{წყ } 1} + \frac{I_1 - I_2}{\mu} = 10 + \frac{12,75 - 9,1}{1,72} = 12,1^\circ \text{C}.$$

სარწყავი კამერის სიცივის მწარმოებლობა

$$Q_{\text{სიცი}} = G_{\text{წყ}} (I_1 - I_2) = 84000 (12,75 - 9,1) = 306000 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}}.$$

შემოწმება. წყლის მიერ შეთვისებული სითბო

$$Q_{\text{წყ}} = G (t_{\text{წყ } 2} - t_{\text{წყ } 1}) = 145000 (12,1 - 10) = 304000 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}};$$

თბური ბალანსი წყალსა და ჰაერს შორის

$$Q_{\text{სიცი}} \cong Q_{\text{წყ}} = 306000 \approx 304000 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}}.$$

§ 40.

ჰაერის დატენიანება ორთქლით

ჰაერის დატენიანება ორთქლით ყველაზე მარტივ საშუალებად შეიძლება ჩაითვალოს. მიუხედავად ამისა, სავენტილაციო ტექნიკაში ორთქლით დატენიანებამ ვერ ჰპოვა ფართო გავრცელება, ვინაიდან დატენიანებულ ჰაერს ახასიათებს ორთქლის ქვაბის უსიამოვნო სპეციფიკური სუნის.

უშუალოდ ორთქლის შეყვანა ჰაერში შესაძლებელია როგორც სპეციალურ ტექნოლოგიურ კამერებში, ისე სათავსებში, სადაც საჭიროა გარკვეული ტენიანობის შენარჩუნება.

სითბოსა და ტენიის თანაფარდობის მასშტაბი ორთქლით დატენიანების დროს შეიძლება აგებულ იქნეს სითბოსა და ტენიის ბალანსის განტოლებებიდან:

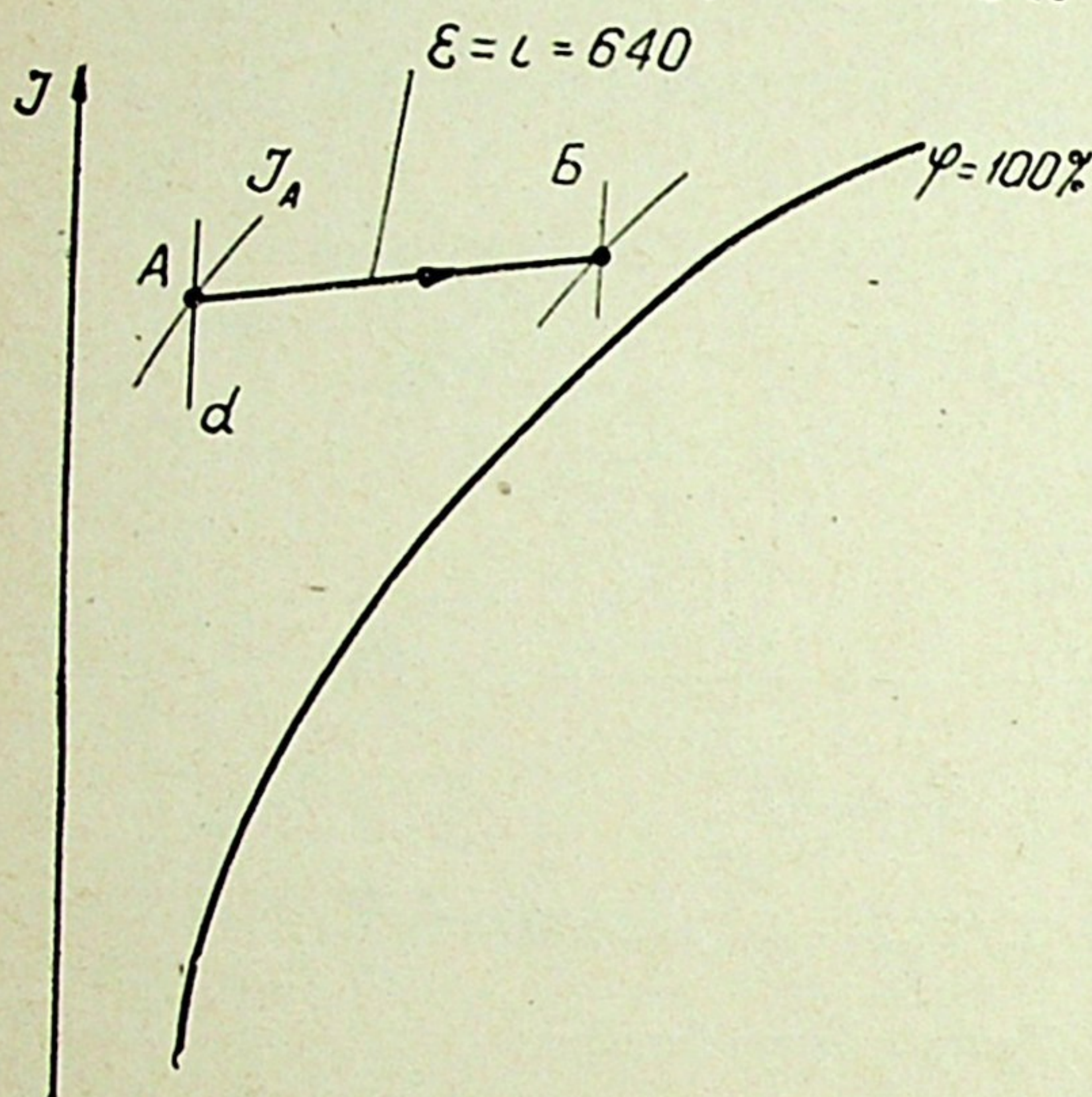
$$GI_2 = GI_1 + Gi_{\text{ორთ}}; \quad (a)$$

$$G \frac{d_2}{1000} = G \frac{d_1}{1000} + G. \quad (b)$$

(ა) განტოლება გავყოთ (ბ)-ზე, მივიღებთ

$$\varepsilon = \frac{I_2 - I_1}{d_2 - d_1} 1000 = i_{\text{ორთ}}, \quad (9.46)$$

ე. ი. ჰაერის მდგომარეობის ცვლილება ორთქლით დატენიანების დროს მიმართული იქნება ნაჯერი ორთქლის სითბოშემცველობის სხივით — $i_{\text{ორთ}}$. ერთი ატმოსფეროსათვის ამ სხივის მიმართულების მნიშვნელობა დაახლოებით შეიძლება აღებულ იქნეს $i_{\text{ორთ}} = \varepsilon = 640$ ტოლად.



ნახ. 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 Δd , რომელიც უნდა შეერიოს

1 კილოგრამ ტენიან ჰაერს, რომლის ტენშემცველობა d_1 -ის ტოლია, მაშინ ჰაერის საბოლოო ტენშემცველობის მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულით $d_2 = d_1 + \Delta d_{\text{ორთ}}$, $I-d$ დიაგრამაზე (ნახ. IX.27) ჰაერის საბოლოო პარამეტრების მდგომარეობის წერტილი მიიღება $i_{\text{ორთ}} = 640$ სხივის გადაკვეთით $d_2 = \text{const}$ ხაზთან (წერტილი B).

იმ შემთხვევაში, თუ მოცემულია ჰაერის ტენშემცველობის d_2 ან ფარდობითი ტენიანობის φ_2 საბოლოო მნიშვნელობები, A წერტილიდან (ნახ. IX.27), რომელსაც შეესაბამება ჰაერის საწყისი პარამეტრები, გავლებული სხივის $\varepsilon = i = 640$ გადაკვეთა ცნობილ სიდიდეებთან — d_k -თან ან φ_k -თან — მოგვცემს ჰაერის საბოლოო პარამეტრების მნიშვნელობებს (B წერტილი).

ორთქლის რაოდენობა, რომელიც საჭიროა ჰაერის დასატენიანებლად, იანგარიშება ფორმულით

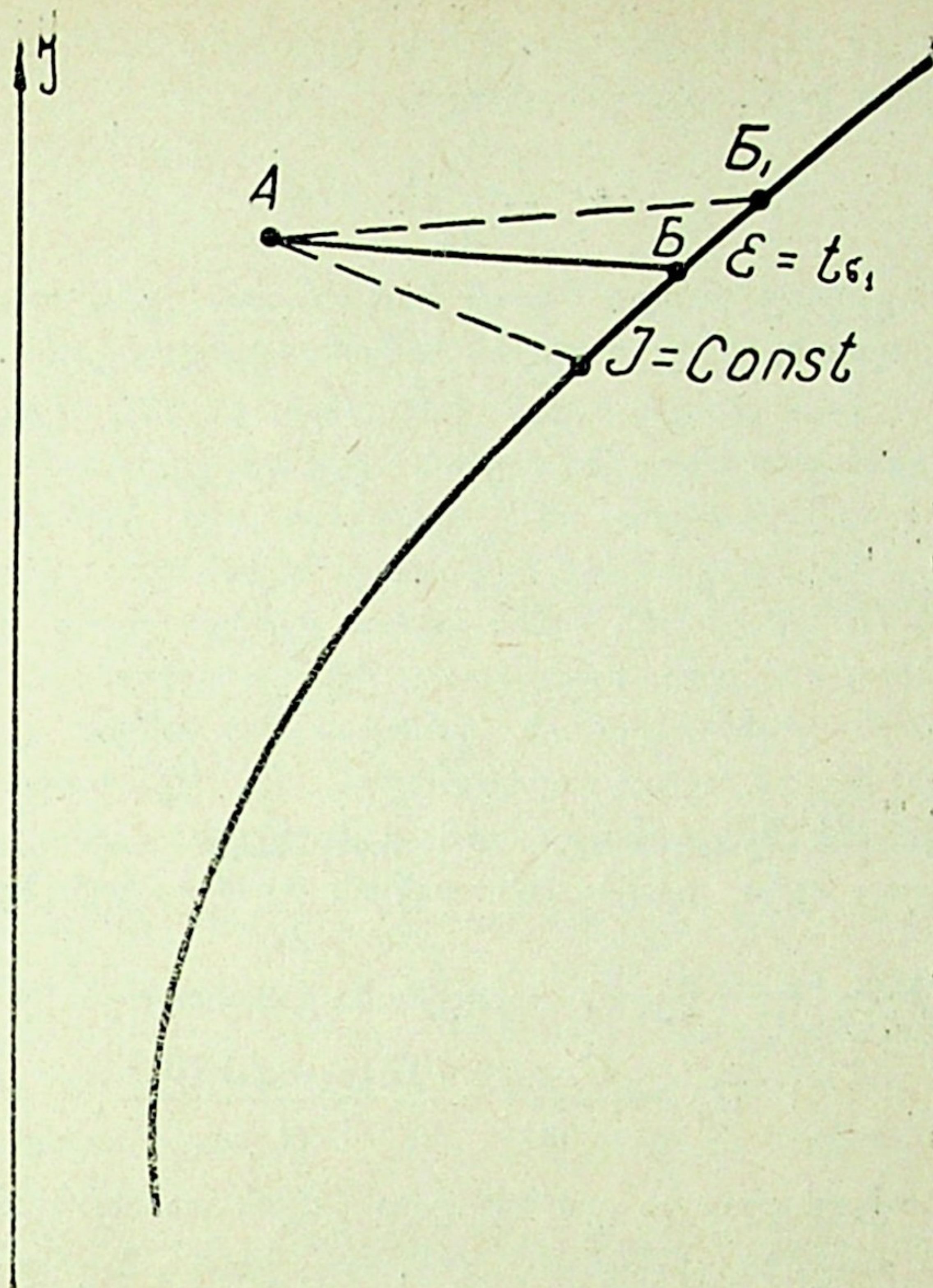
$$G_{\text{ორთ}} = G_3 (d_2 - d_1) 10^{-3} \text{ კგ/სთ.}$$

§ 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.28

გაფრქვევა ატმოსფერულ გარემოში იწვევს წნევის მკვეთრად შემცირებას. ამის გამო წყლის გარკვეული რაოდენობა სწრაფად ორთქლდება. აორთქლებაზე იხარჯება ბევრად მეტი სითბო, ვიდრე პოტენციალურად გააჩნია თვით გადახურებულ წყალს. ამასთან დაკავშირებით სითბოს ის ნაწილი, რომელიც დააკლდა წყლის აორთქლებას, აერთმევა ჰაერს, რის გამოც მისი ტემპერატურა მცირდება.

ერთი კილოგრამი მშრალი ჰაერისთვის თბური ბალანსის განტოლება გადახურებული წყლით დატენიანების შემთხვევაში შეიძლება დაიწეროს შემდეგი სახით

$$I_1 + \mu t_{\text{ფ}1} = I_2 + \left(\mu - \frac{\Delta d}{1000} \right) t_{\text{ფ}2}, \quad (9.47)$$

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;

Δd — ჰაერის ტენშემცველობის ნაზარდი, გ/კგ-ობით.

თუ იდეალური პროცესისათვის ჰაერის საბოლოო ტემპერატურას მივიღებთ წყლის ტემპერატურის ტოლად და სიმცირის გამო უგულებელვყოფთ $\frac{\Delta d}{1000}$ მნიშვნელობას, მივიღებთ შემდეგ განტოლებას

$$I_1 - I_2 = \mu (t_{\text{ფ}1} - t_{\text{ფ}2}). \quad (9.48)$$

სითბოსა და ტენის თანაფარდობის (კუთხური მასშტაბის) კოეფიციენტი ε განხილული საკითხისათვის ტოლია

$$\varepsilon = \frac{g_0 t_{\text{ფ}_1}}{g_0} = t_{\text{ფ}_1}, \quad (9.49)$$

სადაც g_0 არის გადახურებული წყლის რაოდენობა, კგ/სთ-ობით;

$t_{\text{ფ}_1}$ — გადახურებული წყლის საწყისი ტემპერატურა.

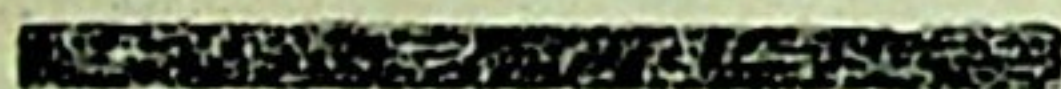
როგორც $I-d$ დიაგრამიდან ჩანს (ნახ. IX.28), გაფრქვეული წყლის რაოდენობის გაზრდით იზრდება ჰაერის ტენშემცველობა — B წერტილი და მცირდება მისი ტემპერატურა. იმ შემთხვევაში, თუ ჰაერის ტენშემცველობა გადააქარბებს d მნიშვნელობას, რომელიც შეესაბამება სრული გაჯერების მდგომარეობას (B წერტილი), მაშინ ჰაერის ტემპერატურა (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.

გადამეტხურებული წყლის რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$G_{\text{გად}} = \frac{G_{\text{აორთ}}}{m} = \frac{G_3 (d_2 - d_1) 10^{-3}}{m}, \quad (9.50)$$

სადაც m აორთქლებული და გაფრქვეული წყლის თანაფარდობაა.

საკითხის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ, რაც უფრო მაღალია ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, მით უფრო ნაკლებია „გაცივების“ ეფექტი.



მოდინებური ჰაერის გათბობა

§ 42.

ჰაერის გათბობის ხაზები

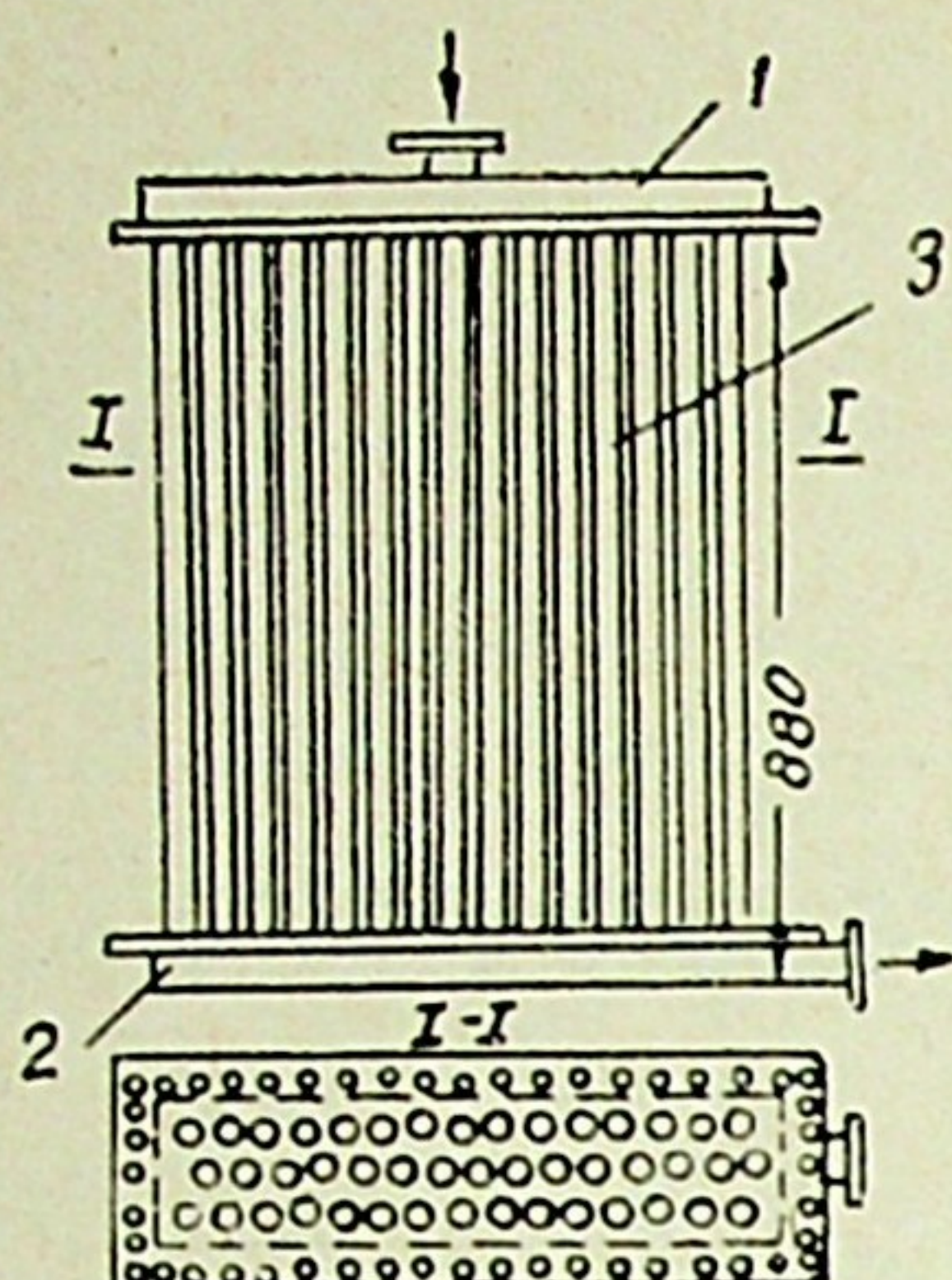
ჰაერის გათბობა შეიძლება განხორციელდეს ცხელ ზედაპირებთან მისი შეხებით ან შედარებით უფრო მაღალი ტემპერატურის ჰაერთან შერევით. ჰაერის გათბობა საჭიროა ჰაერით სათბობი სისტემებისათვის, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება საწარმოო დანიშნულების შენობებში მომდენი ვენტილაციის სისტემებთან შეთავსებით და, ნაწილობრივ, საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობების გათბობისათვის.

გათბობის კურსიდან ცნობილია, რომ ჰაერის გათბობა შეიძლება ვაწარმოოთ 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, სპირალხვეულიანი და სხვა.

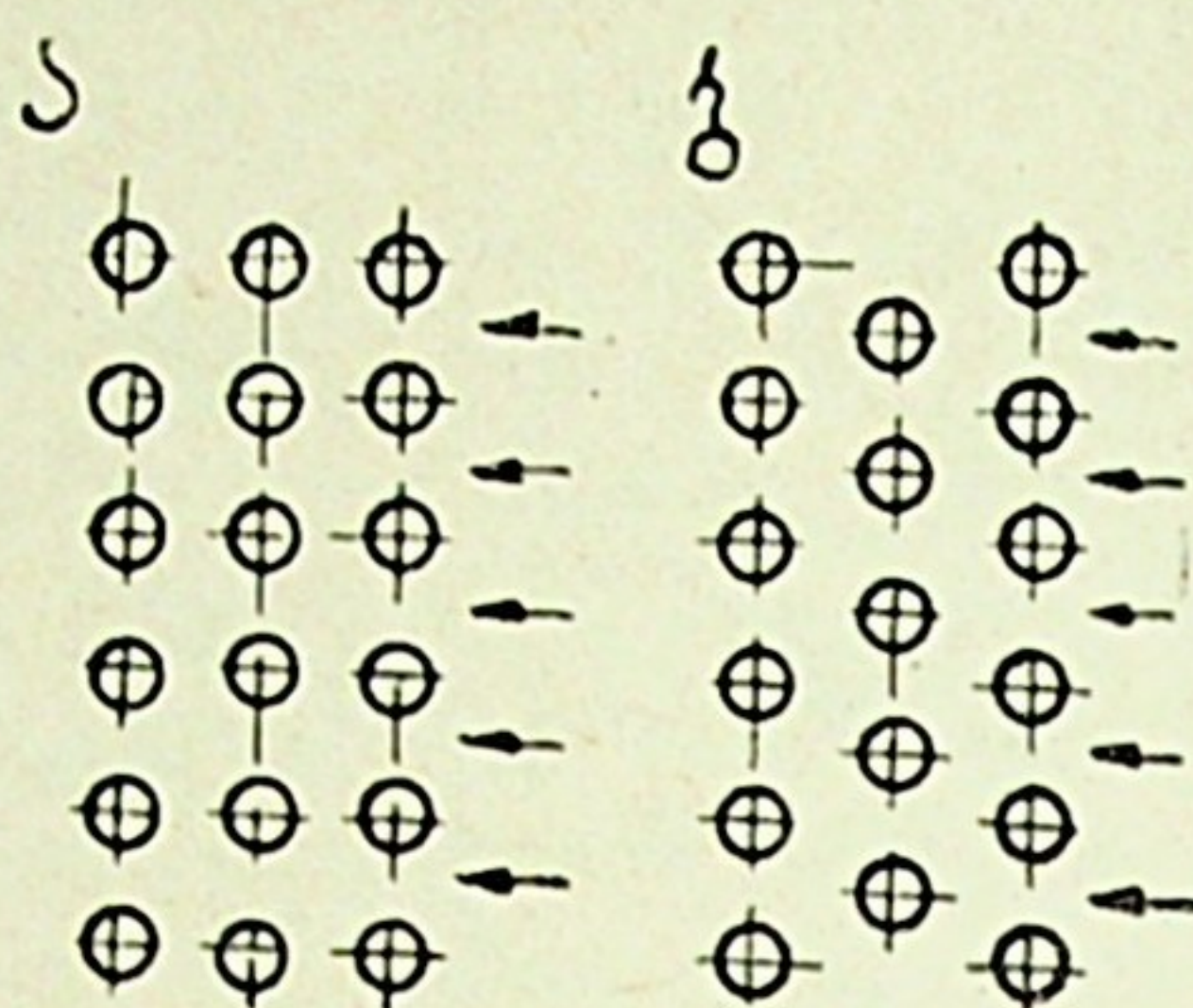
ცეცხლური კალორიფერი. მე-19 საუკუნის დამდეგს დიდი მოცულობის შენობების გასათბობად იყენებდნენ აგურის ცეცხლურ კალორიფერებს. თავდაპირველად გამოთბარ ჰაერს სათავსებს აწვდიდნენ ჰაერის მოცულობითი წონების სხვაობის ხარჯზე წარმოქმნილი წნევის გამოყენებით (გრაფიტაციული სისტემები). ცეცხლური კალორიფერები დიდი ზომის იყო, მის მშენებლობაზე იხარჯებოდა დიდძალი აგური. შემდგომში გამოთბარი ჰაერის ცენტრიდანული ვენტილატორების საშუალებით მიწოდებასთან დაკავშირებით (მექანიკური სისტემები), ცეცხლური კალორიფერების ზომები შეამცირეს. მიუხედავად ამისა, ცეცხლურ კალორიფერებს მთელი რიგი უარყოფითი მხარეები აქვთ, რომელთაგან აღსანიშნავია დიდი გაბარიტული ზომები, ჭვარტლისგან გაწმენდის სიძნელე, სითბოს გადაცემის მცირე კოეფიციენტები.

გლუვი მილების რეგისტრებისაგან შემდგარი კალორიფერი. ეს კალორიფერი გამოიყენება შედარებით მცირე რაოდენობის ჰაერის გასათბობად.



ნახ. X.1

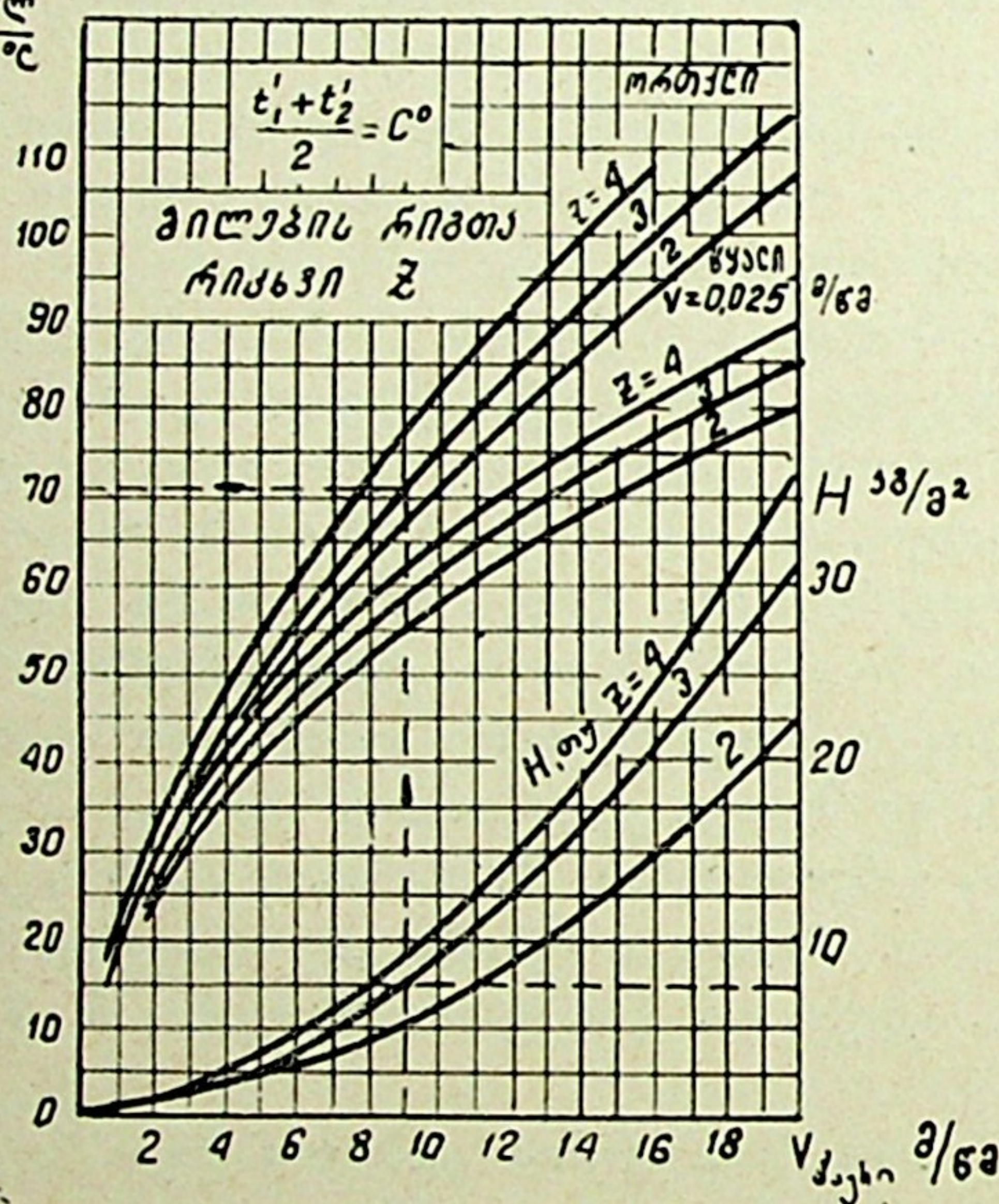
X.1 ნახაზზე მოცემულია ერთ ერთი ასეთი კალორიფერის კონსტრუქცია. იგი შედგება თბომატარებლის გამანა-



ნახ. X.2

წილებელი და შემკრები 2 კოლექტორებისაგან, გლუვი მილებისაგან 3, რომლებიც კოლექტორებს უკავშირდებიან კორიდორული წესით (ნახ. X.2 ა) ან ჰადრაკულად (ნახ. X.2 ბ).

K კალ
-მ² სთ °C



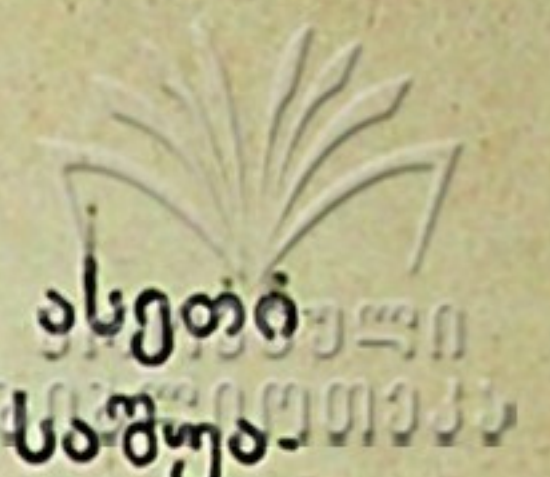
ნახ. X.3

გასათბობი ჰაერი, მოძრაობს რა გლუვ მილებს შორის დატოვებულ არეში, ეხება მილების ცხელ ზედაპირებს, თბება და მიეწოდება სათავსებს. X.3 ნახაზზე მოცემულია გლუვი მილების რეგისტრებისაგან შემდგარი კალორიფერების შესარჩევი გრაფიკი, ხოლო X.1 ცხრილში — კალორიფერის ხურების ფართობისა და ჰაერის გავლაზე წნევის დანაკარგების შემასწორებელი კოეფიციენტები m_1 და m_2 . გრაფიკზე (ნახ. X.3) გამოყენებული სითბოშემცველის სახეობაზე და გლუვი მილების რაოდენობაზე დამოკიდებული მოცემულია ჰაერის

მოძრაობის სიჩქარის შესაბამისი სითბოს გადაცემის კოეფიციენტები K კკალ/მ² სთ °C და ჰაერის გავლაზე წნევის დანაკარგები H კგ/მ².

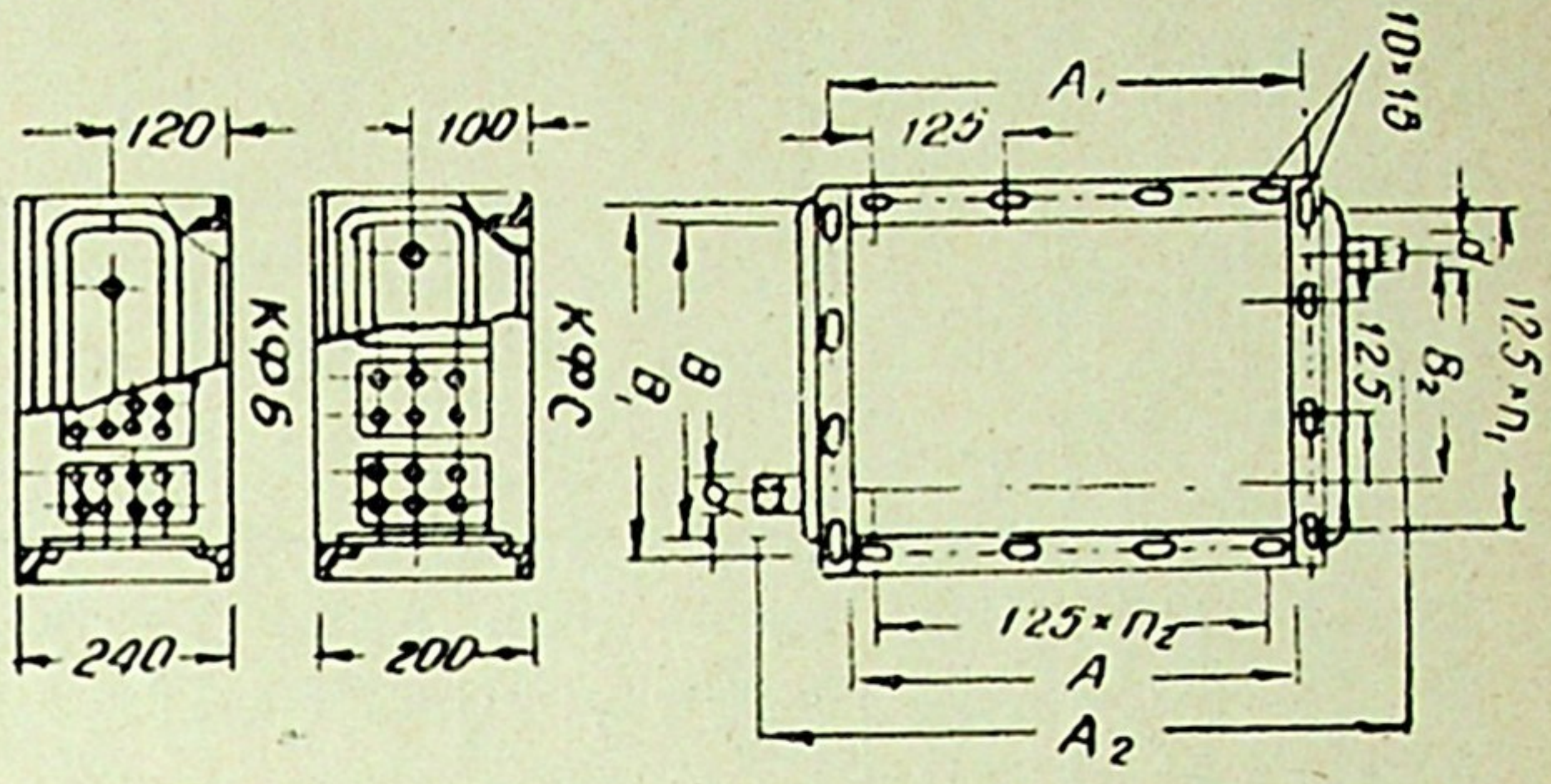
ცხრილი X.1

კოეფიციენტები	ჰაერის საშუალო ტემპერატურა °C					
	0	10	20	30	40	50
m_1 ხურების ფართობისათვის	1	0,98	0,96	0,94	0,92	0,9
m_2 წნევის დანაკარგებისათვის	1	0,95	0,93	0,9	0,87	0,84

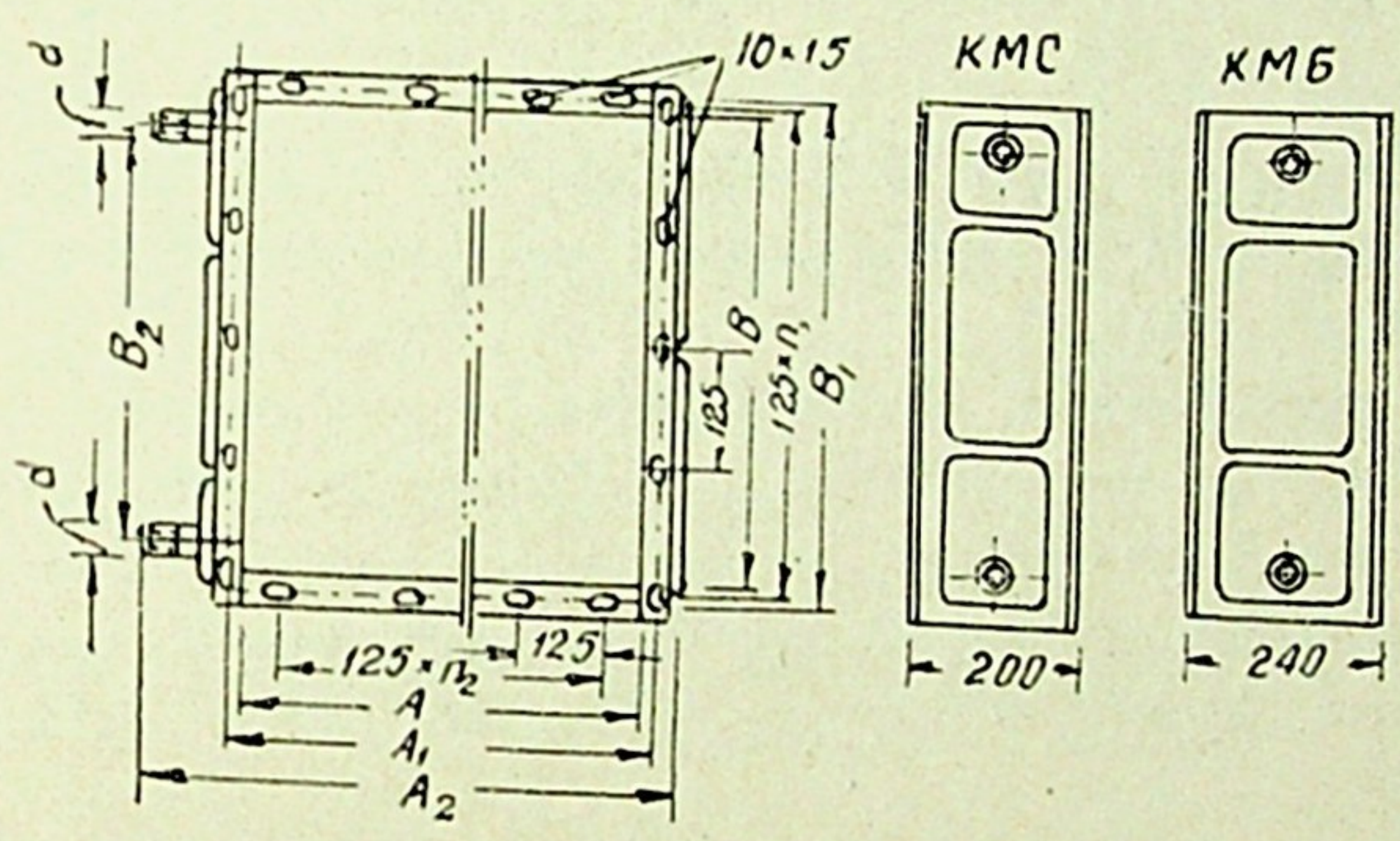


წიბოვანი მილების რეგისტრებისაგან შემდგარი კალორიფერი. ასეთი სახის კალორიფერი მზადდება სამი მოდელის მიხედვით: მცირე (M), საშუალო (C) და დიდი (B).

მცირე მოდელის კალორიფერში გასათბობ ჰაერს უხდება წიბოვანი მილების ორი რიგის, საშუალო მოდელის კალორიფერში — სამი რიგის, ხოლო დიდი მოდელის კალორიფერში — ოთხი რიგის გავლა. მილებუკეთდება 0,5 მმ სისქის ფურცლოვანი ფოლადისაგან დამზადებული წიბოები მათ შორის ერთი და იმავე მანძილის (ბიჯის) დაცვით, რომელიც ჩვეულებრივ 5 მმ-ის ტოლია.



ნახ. X.4



ნახ. X.5

ჩვენი სამრეწველო ქარხნები უმთავრესად უშვებს KΦC, KMC ტიპის საშუალო მოდელისა და KΦB და KMB ტიპის დიდი მოდელის წიბოებიანი მილების რეგისტრებისაგან შემდგარ კალორიფერებს. X.4 და X.5 ნახაზებზე შესაბამისად მოცემულია KΦC, KMC და KΦB, KMB ტიპის კალორიფერების კონსტრუქციები, X.2 ცხრილში მოცემულია მათი ნომრები და ძირითადი ზომე-

ცხრილი X.2

კალორიფერის ნომერი	ძირითადი ზომები, მმ-ობით							დანაყოფის რაოდენობა		სვლათა რიცხვი სითბო-შემცველის მიმართ				მილყელის დიამეტრი d, დუიმობით			
	A	A ₁	A ₂		B	B ₁	B ₂	n ₁	n ₂	KΦC	KΦB	KMC	KMB	KΦC	KΦB	KMC	KMB
			KΦC	KMC													
2	560	600	760	699	360	390	290	3	4	—		2		1 1/4	1 1/2	1 1/4	2
3	560	600	700	709	480	510	90	4	4					1 1/2	2	1 1/2	2
4	710	750	930	859				4	5					1 1/2	2		2
5	710	750	930	858	600	640	520	5	5					2	2	2	2
6	860	900	1080	1008				5	6			4		2	2		
7	860	900	1100	1018	720	760	630	6	6	1				2 1/2	2 1/2		
8	1010	1050	1250	1168				6	7					2 1/2	2 1/2		
9	1010	1050	1250	1118	840	880	750	7	7					2 1/3	3	2 1/2	2 1/2
10	1160	1200	1400	1318				7	9			6		2 1/2	3		
11	1160	1200	1420		960	1010	870	8	9					3	3	3	3

კალორიფერის ნომერი	ხურების ზედაპირი, მ ² -ობით		ცოცხალი კვეთი, მ ² -ობით					წონა, კგ-ობით			
			ჰაერის მიმართ	სითბოშემცველის მიმართ				KΦC	KΦB	KMC	KMB
	KΦC KΦB KMC ლა KMB	KΦC		KΦB	KMC	KMB					
2	9,9	12,7	0,115	0,0046	0,0061	0,00231	0,00305	57	67	58,4	68,1
3	13,2	16,9	0,154	0,0061	0,0082	0,00152	0,00203	71,2	87,2	70,7	89,3
4	16,7	21,4	0,195					80,7	106,5	85	108,2
5	20,9	26,8	0,244	0,0076	0,0102	0,0019	0,00254	100,4	132,4	107,2	134,8
6	25,3	32,4	0,295					118,6	156,8	126,7	159,4
7	30,4	38,9	0,354	0,0092	0,0122	0,00231	0,00305	143,4	189,5	144,1	192,2
8	35,7	45,7	0,416					161,4	218,2	175,9	221,7
9	41,6	53,8	0,486	0,0107	0,0143	0,00178	0,00237	190	253,5	203	257,9
10	47,8	61,2	0,558					215	285,5	230	291,7
11	54,6	69,9	0,638	0,0122	0,0163	0,00203	0,00271	244,5	324,6	261,2	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 ჰაერაკულად. კალორიფერის სითბოს გადაცემის კოეფიციენტის გაზრდის მიზნით მილებს უკეთდება ფურცლოვანი ფოლადის ზოლებისაგან შემდგარი ხვეულები. ხვეულ წიბოებს შორის მანძილი 4 მმ-ის ტოლია.

§ 43.

კალორიფერების დაყენება

მოდინებით კამერაში კალორიფერი იდგმება სპეციალურ ლითონის კონსტრუქციის ქვესადგამზე, რაც აადვილებს საჭირო ჩამკეტი 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.

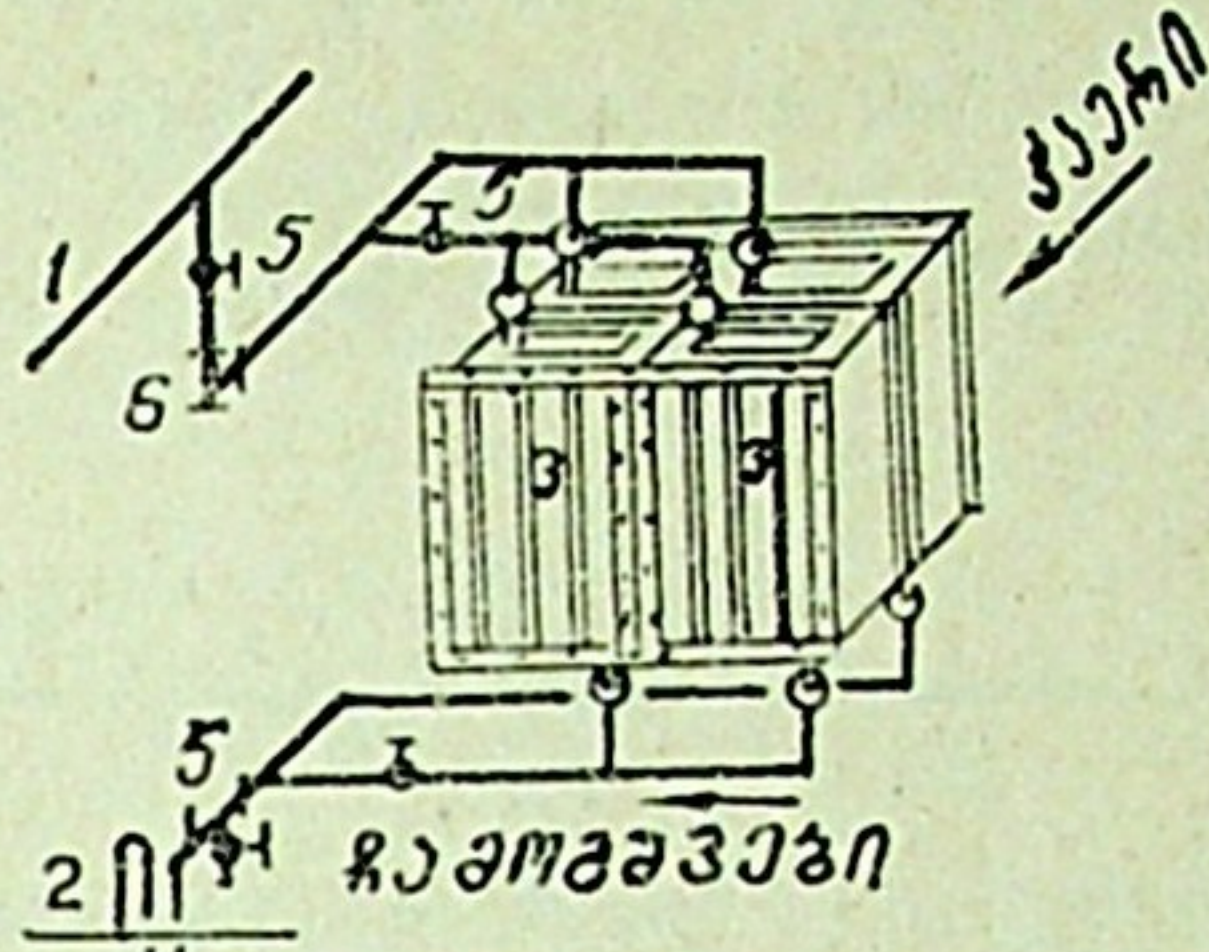
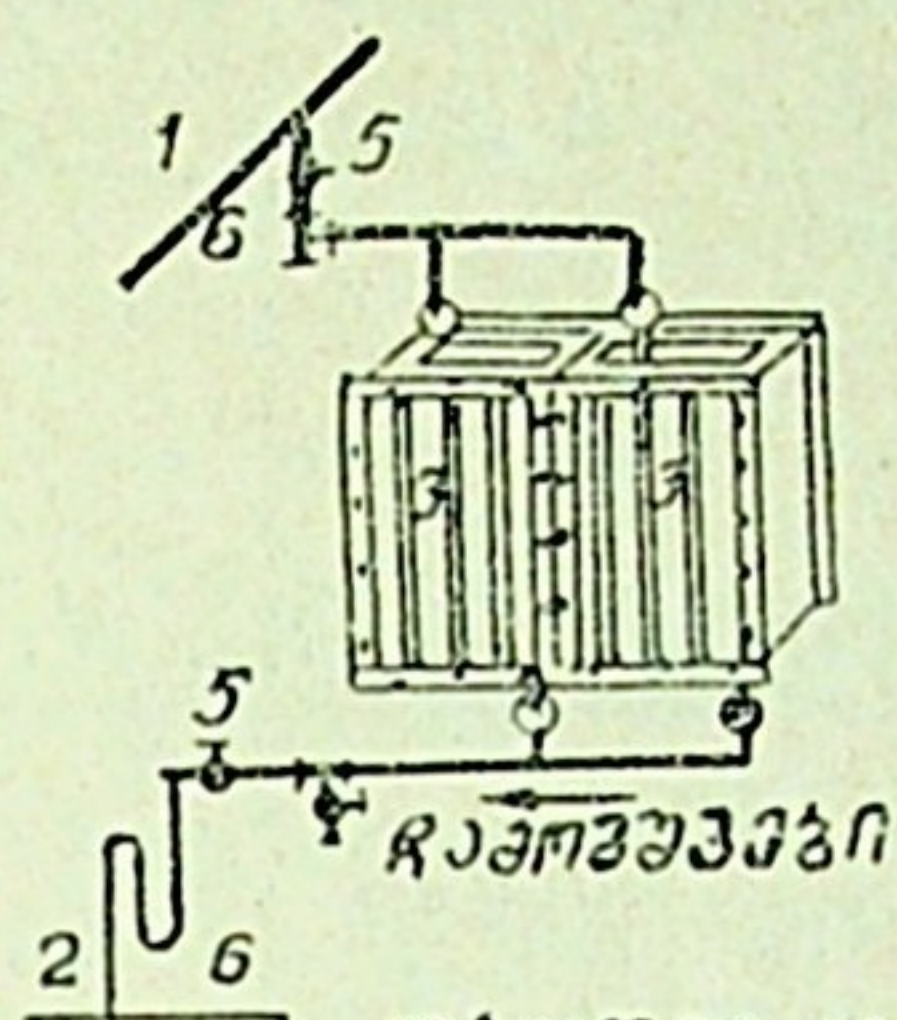
გასათბობი ჰაერის ტემპერატურის რეგულირების მიზნით კალორიფერებს (ჯგუფურ დანადგარს) უკეთდება შემომვლები სარქველი. შემომვლები სარქვლის სიმაღლე დასაყენებელი ტიპის კალორიფერის სიმაღლის ტოლია, ხოლო მისი სიგანე, ჰაერის რაოდენობის მიხედვით, 200—400 მმ-ის ტოლი. შემომვლები სარქვლის ხელით ან ავტომატურად რეგულირების საშუალებით ექმნით სათავსში მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრებს.



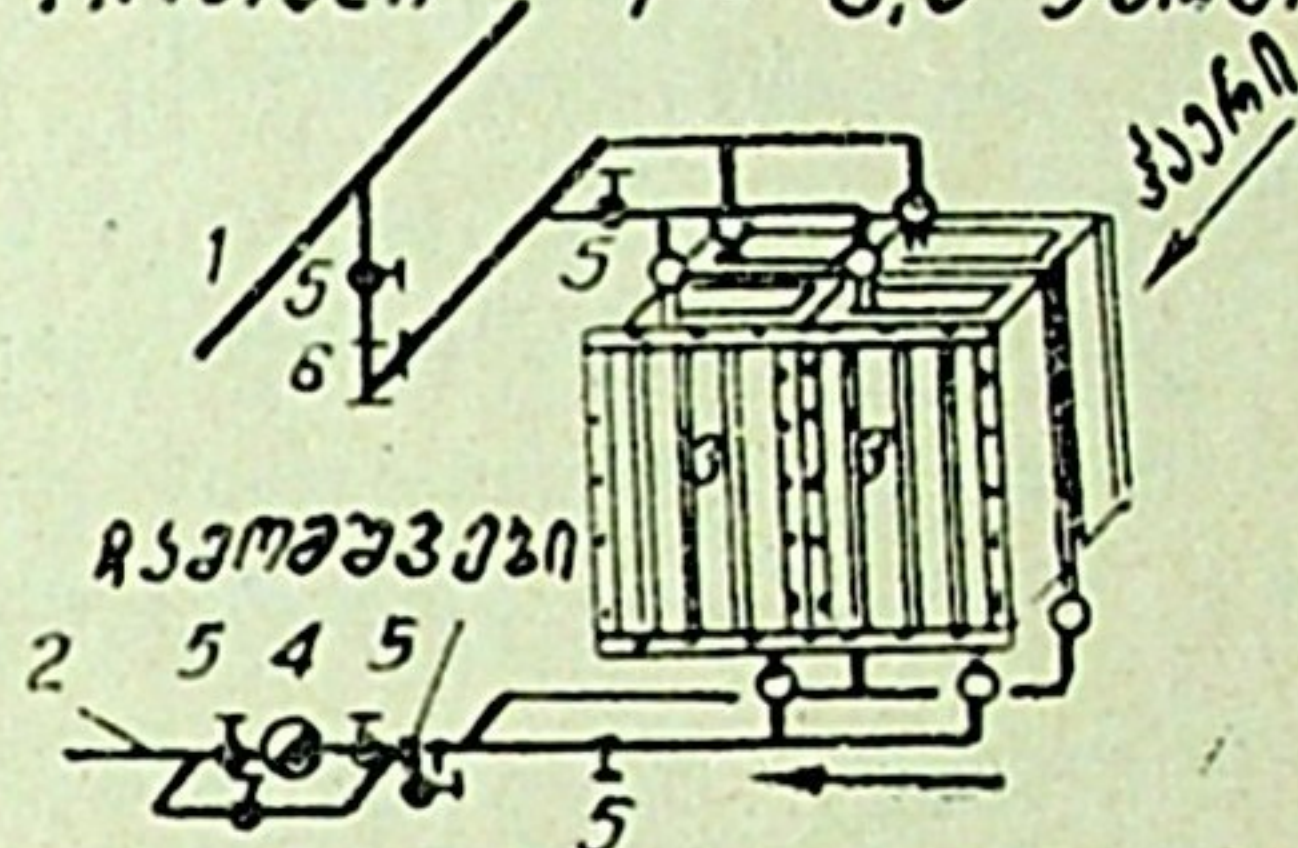
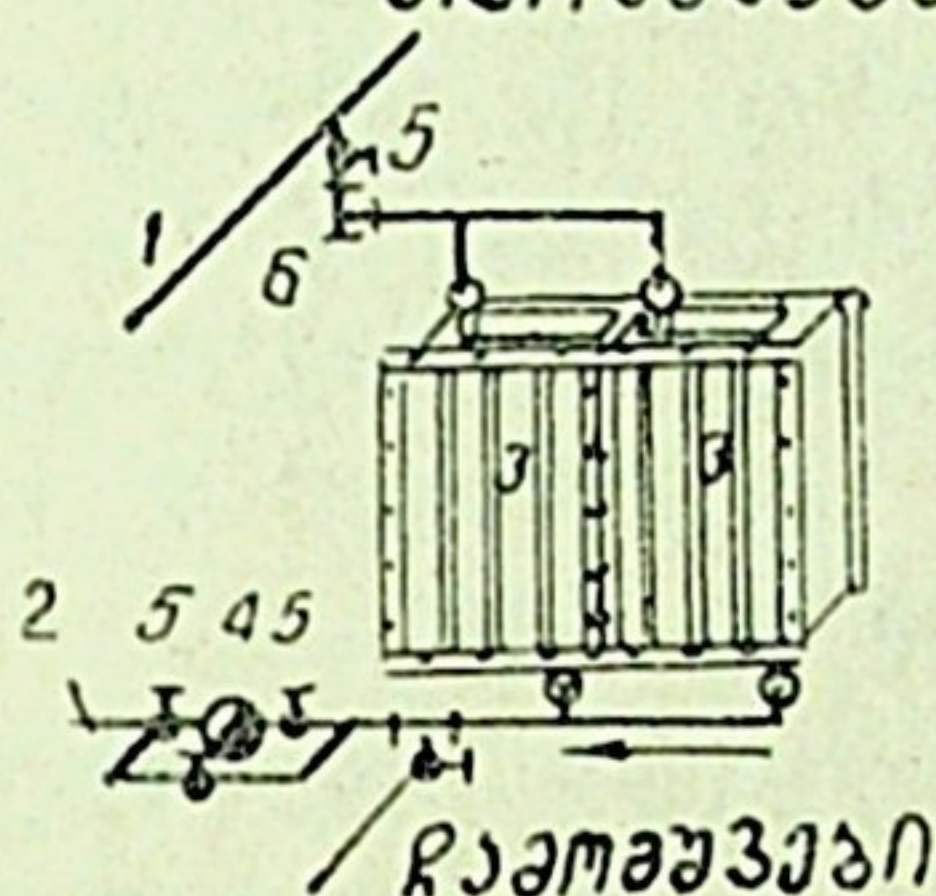
კალორიფერის სითბოთი მომარაგება ორთქლით ან მაღალპარამეტრებიანი (130°—70°, 150°—70°) წყლით.

X.6 ნახაზზე მოცემულია კალორიფერის მიერთების სქემები ორთქლსადენებთან, ხოლო X.7 ნახაზზე — მაღალპარამეტრებიან წყლის მაგისტრალზე.

თბოშემცველი ორთქლი $\rho \leq 0,3$ ჭარბი ავ

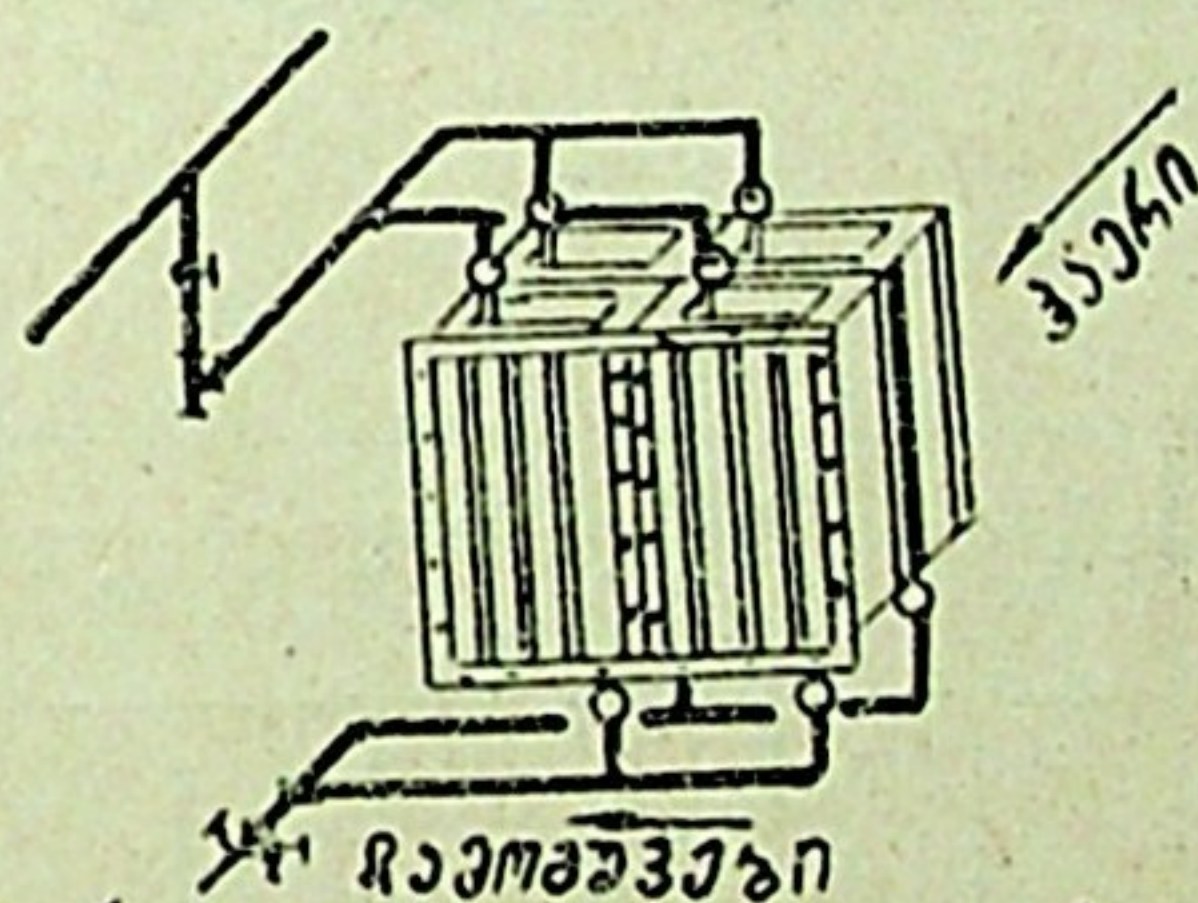
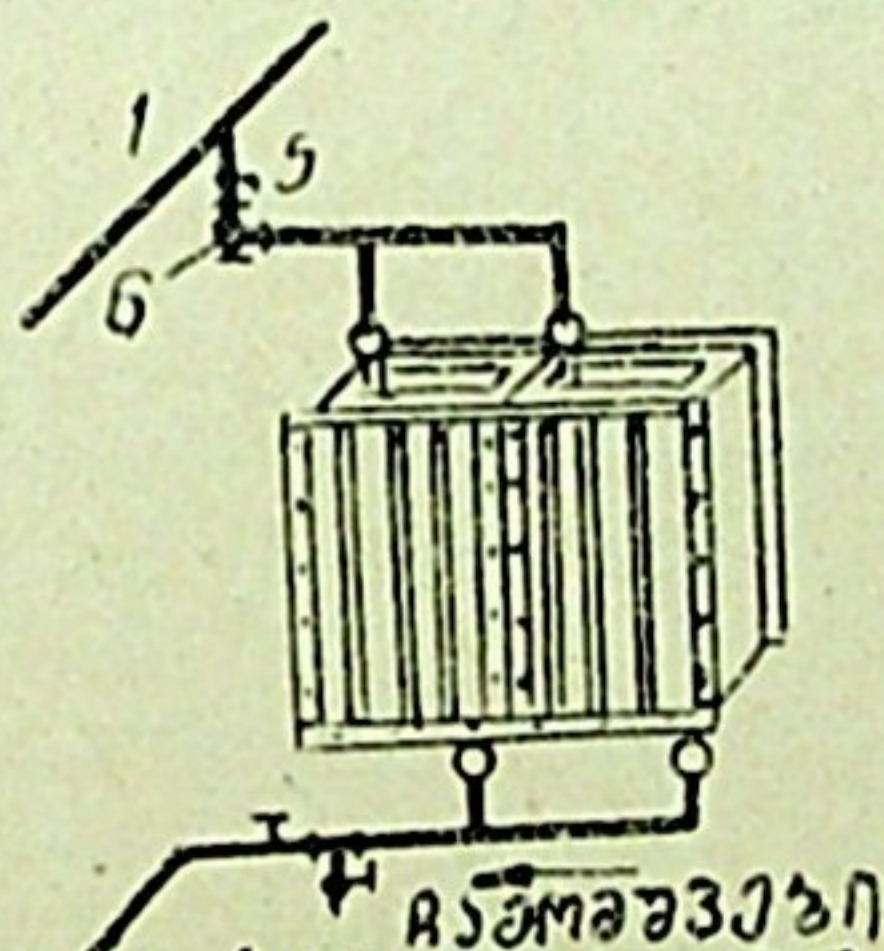


თბოშემცველი ორთქლი $\rho > 0,3$ ჭარბი ავ

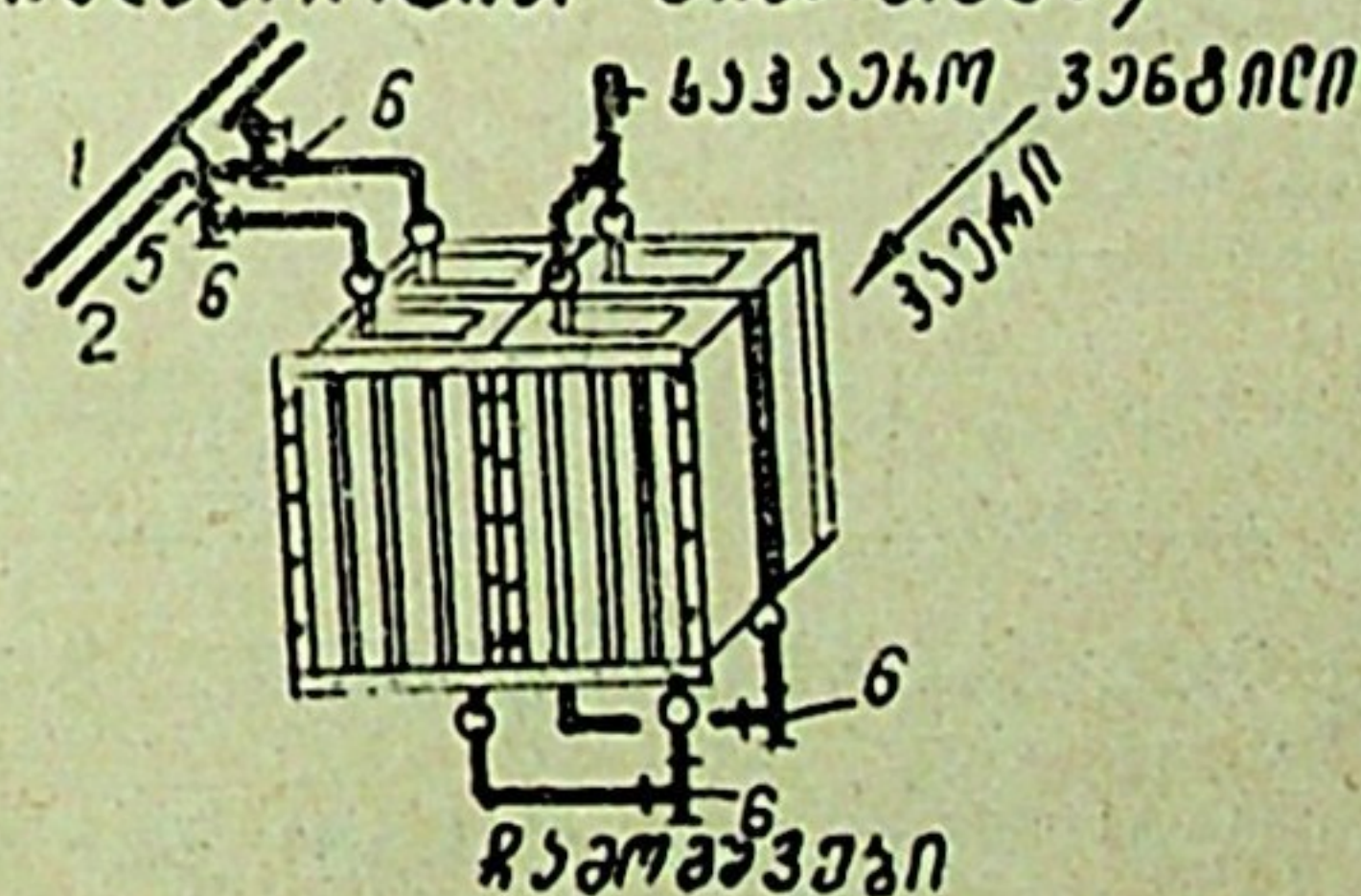
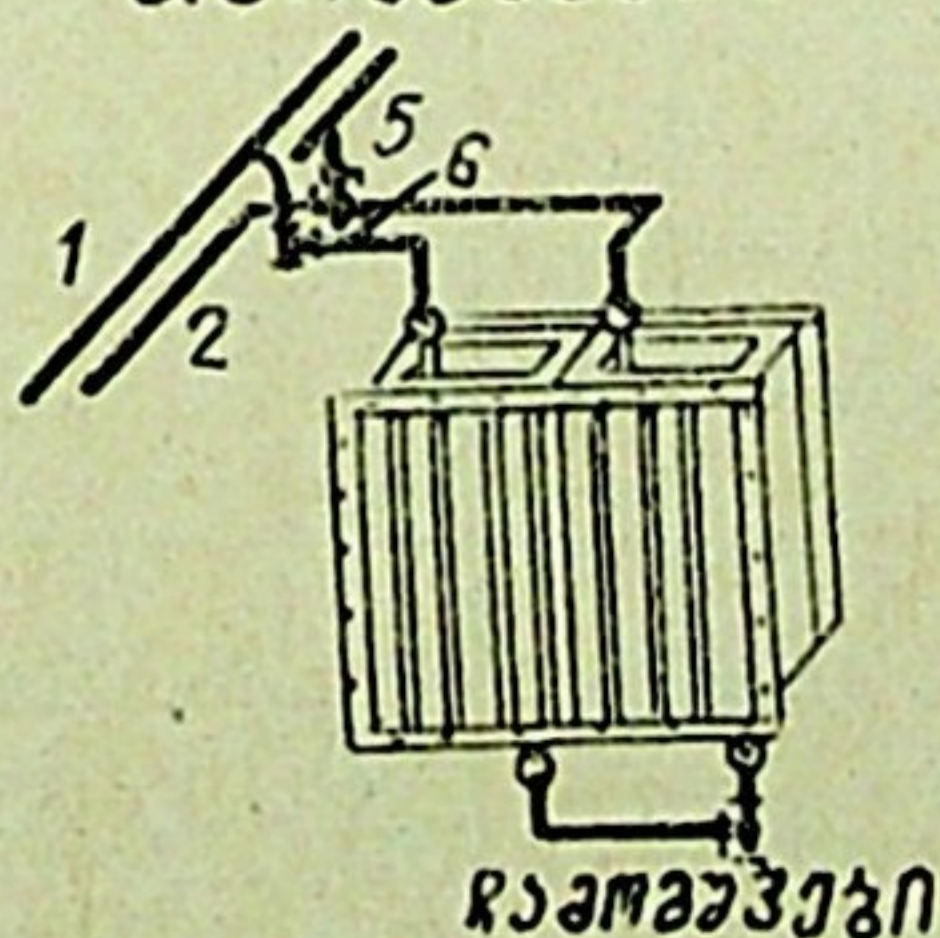


ნახ. X.6

თბოშემცველი წყალი (პარალელური მიერთება)



თბოშემცველი წყალი (მიქსერით მიერთება)



ნახ. X.7

თან. ორთქლი ან წყალი მილსადენით მიეწოდება კალორიფერებს 3, ხოლო კონდენსატი ან ნამუშევარი წყალი მილსადენით 2 უბრუნდება საკონდენსაციო ხაზს ან უკუმილსადენს.

იბისათვის, რომ მაღალი წნევის ორთქლსადენიდან კალორიფერის გაფ-
ლით ორთქლი არ შეიქრას საკონდენსაციო მაგისტრალში, კალორიფერის გა-
მომყვან მილსადენზე იდგმება საკონდენსაციო ქოთან 4. კალორიფერში
სითბოშემცველის რაოდენობის რეგულირების მიზნით და აგრეთვე კალორი-
ფერების მოხსნისა და შეკეთების თვალსაზრისით სითბოშემცველის შემყვან
და გამომყვან მილსადენებზე იდგმება ჩამკეტი არმატურა 5 (ვენტილი ან ურ-
დული), ხოლო ჭუჭყისა და ნალექებისაგან გასაწმენდად — საცობიანი სამკაპი
6. კალორიფერების მიერთება მაღალპარამეტრებიან წყლის მაგისტრალებთან
შეიძლება (ნახ. X.7) პარალელურად ან მიმდევრობით.

§ 44.

კალორიფერის სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი

კალორიფერის სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი K კკალ/მ² სთ. გრ
ეწოდება სითბოს იმ რაოდენობას კკალ-ში, რომელსაც მისი 1 მ² ფართობი
1 საათში გადასცემს გასათბობ ჰაერს, როდესაც ტემპერატურათა სხვაობა
კალორიფერის ზედაპირსა და გასათბობ ჰაერს შორის 1°-ის ტოლია. მისი
რიცხვითი მნიშვნელობები დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე: სითბო-
შემცველის სახეობაზე, კალორიფერის ტიპზე, კალორიფერში სითბოშემცვე-
ლისა და ჰაერის 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 $K_{\Phi C}$ და K_{MC} ტიპის,
ხოლო X.5 ცხრილში — $K_{\Phi B}$ და K_{MB} ტიპის კალორიფერების სითბოს გა-
დაცემის კოეფიციენტები. ამავე ტიპის კალორიფერების წინააღობის მნიშვნე-
ლობები ჰაერისა და წყლის გასვლაზე მოცემულია X.6 ცხრილში.

ცხრილი X.4

სითბოშემცველი	სითბო- მიღებაში შემცველის მოძრაო- ბის სიჩქარე w მ/წმ-ით	K -ს მნიშვნელობა ცოცხალ კვეთში ჰაერის წონითი სიჩქარის w კგ/მ ² 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	14,6	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	17,3
	0,04	10,2	11,4	12,3	13	13,6	14,3	14,8	15,2	15,6	16,1	16,5	16,9	17,3	17,5	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	17,6	18,1	18,6	19,1	19,6	20,1	20,3	21
	0,09	11,2	12,8	14	14,9	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	22,6
	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	17,3	18,7	19,8	21,2	22,2	23,2	24	24,9	25,7	26,7	27,4	28	28,9

სითბოშემცველი	მიღებულ სითბო- შემცველის მოძრაო- ბის სიჩქარე მ/წმ-ობით	K-ს მნიშვნელობა ცოცხალ კვეთში ჰაერის წონითი სიჩქარის v კგ/მ ² წმ დროს														
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ორთქ- ლი	—	13,4	15,7	17,9	19,5	21,6	22,5	24	25,2	26,3	27,3	28,4	29,6	30,3	31,3	32
წყალი	0,02	9,4	10,4	11,3	12	12,6	13,2	13,7	14,2	14,6	15	15,4	15,7	16	16,4	16,8
	0,03	9,6	10,6	11,6	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	18,8
	0,06	9,9	11,4	12,5	13,4	14,2	14,9	15,5	16,1	16,7	17,2	17,8	18,1	18,8	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	18,7	19,4	19,8	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	13,3	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	18,8	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

ცხრილი X.6

კალორი- ფერის ტიპი	ერთი რიგი კალორიფერის წინაღობა ჰაერის მიმართ, H კგ/მ ²										კალორიფერის წინაღობა წყლის მიმართ, h კგ/მ ²						
	ჰაერის წონითი სიჩქარე, კგ/მ ² . წმ										მიღებულ 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
KΦC	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	288	
KMC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
KΦB	1,9	2,8	3,8	5,0	6,2	7,7	9,2	10,8	12,7	4,3	17	37	66	106	146,6	193	
KMB	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

შენიშვნა. KMC და KMB კალორიფერებისათვის წინაღობა წყლის მიმართ დამოკიდებულია მათ ნომრებზე.

§ 45.

კალორიფერის გაანგარიშება და შეჩვენა

არსებობს კალორიფერის გაანგარიშების რამდენიმე ხერხი. ქვემოთ მოგვყავს გაანგარიშების ანალიზური ხერხი. უპირველეს ყოვლისა, მოდინებული ჰაერის გასათბობად საჭირო სითბოს რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$Q = L \cdot \gamma \cdot 0,24 (t_{\text{საბ}} - t_{\text{საწყ}}) \text{ კკალ/სთ,} \quad (10.1)$$

სადაც L არის გასათბობი ჰაერის რაოდენობა, მ³/სთ ობით;

γ — სათავსის შიგა ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ-ობით;

0,24 — ჰაერის კუთრი წონითი სითბოტევადობა, კკალ/კგ. გრ-ობით;

$t_{\text{საბ}}$ — გამთბარი ჰაერის საბოლოო ტემპერატურა, გრ-ობით;

$t_{\text{საფ}}$ — გასათბობი ჰაერის საწყისი ტემპერატურა, გრ-ობით;

შემდეგ კალორიფერების ხურების ფართობი განისაზღვრება ფორმულით

$$F = \frac{Q}{K(T_{\text{საფ}} - t_{\text{საბ}})} \text{ მ}^2, \quad (10.2)$$

სადაც Q არის მოდინებული ჰაერის გასათბობად საჭირო სითბოს რაოდენობა, კკალ/სთ-ობით;

K — კალორიფერის სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი, კკალ/მ²სთ.გრ-ობით;

$T_{\text{საფ}}$ — თბოშემცველის საშუალო ტემპერატურა, გრ-ობით;

$t_{\text{საბ}}$ — 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. მ²-ის ტოლი.

სითბოშემცველის საშუალო ტემპერატურა მაღალპარამეტრებიანი წყლის შემთხვევაში მიიღება კალორიფერში შესული და გამოსული წყლის საშუალო არითმეტიკულის ტოლი, ე. ი. $T_{\text{საფ}} = \frac{t_{\text{შეს}} + t_{\text{გამ}}}{2}$, დაბალი წნევის ორთქლის შემთხვევაში $T_{\text{საფ}} = 100^\circ$, 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.

$$t_{\text{საფ}} = \frac{t_{\text{საფ}} + t_{\text{საბ}}}{2}.$$

(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

$$v_{\text{ფ}} = \frac{G}{3600 \cdot f} \text{ კგ/მ}^3 \cdot \text{წმ}, \quad (10.3)$$

სადაც G არის გასათბობი ჰაერის რაოდენობა, კგ/სთ-ობით;

f — კალორიფერის ცოცხალი კვეთის ფართობი ჰაერის გავლაზე, მ²-ობით (აიღება X.3 ცხრილიდან);

თუ ფაქტიური ჰაერის წონითი სიჩქარე გამოვა ეკონომიურ წონით სიჩქარეზე მეტი, საჭიროა კალორიფერების რაოდენობის გაზრდა და ხელმეორედ გაანგარიშება. კალორიფერის მილებში წყლის მოძრაობის სიჩქარის გასაგებად შეიძლება ვისარგებლოთ ფორმულით

$$\omega = \frac{Q}{3600 \cdot 1000 \cdot f_{\text{მომ}}(t_{\text{შეს}} - t_{\text{გამ}})} \text{ მ/წმ}, \quad (10.4)$$

სადაც Q არის მოდინებული ჰაერის გასათბობად საჭირო სითბოს რაოდენობა, კკალ/სთ-ობით;

$f_{\text{მთ}}$ — კალორიფერის მილაკების ცოცხალი კვეთის ფართობი წყლის გავლის მიმართ, მ²-ობით (აიღება X.3 ცხრილიდან);

$t_{\text{შეს}}$ — კალორიფერში შესული წყლის ტემპერატურა, გრ-ობით;

$t_{\text{გამ}}$ — 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 წინააღმდეგობებს ჰაერის მიმართ H კგ/მ² და წყლის გავლის მიმართ h კგ/მ².

კალორიფერების შერჩევისას უნდა გავითვალისწინოთ სათანადო მარაგი კალორიფერების სითბოს გაცემაზე, 15—20%, ხოლო ჰაერისა და წყლის გავლის მიმართ წინააღმდეგობებზე სათანადოდ 10 და 20%.

მაგალითი 1. სათავსში მისაწოდებელი გასათბობი ჰაერის რაოდენობა $L=15000$ მ³/სთ, რომელიც თბება $t_{\text{საწყ}}=-8^{\circ}$ -დან $t_{\text{საგ}}=+25^{\circ}$ -მდე. სათავსის ჰაერის შიგა ტემპერატურა $t_{\text{ა}}=+16^{\circ}$. კალორიფერების სითბოთი მომარაგება წარმოებს წყლით, რომლის პარამეტრებია $130-70^{\circ}$. გავიანგარიშოთ და შევარჩიოთ ამ პირობებისათვის ჰაერის გასათბობად საჭირო კალორიფერები.

ამოხსნა: (10.1) ფორმულით ვსაზღვრავთ სათავსში 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 ვიღებთ KΦБ ტიპის კალორიფერებს, რომლის ცოცხალ კვეთში ვუშვებთ ჰაერის ეკონომიურ წონით სიჩქარეს $u\gamma=8$ კგ/წმ. მ².

X.5 ცხრილიდან ჰაერის ეკონომიური წონითი სიჩქარის მიხედვით ვიგებთ KΦБ ტიპის კალორიფერის სითბოს გადაცემის კოეფიციენტს $k=16$ კკალ/მ² 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

X.3 ცხრილიდან შევარჩევთ 2 ცალ KΦБ № 10 ტიპის კალორიფერს, თითოეულს 61,2 მ² ხურების ფართობით. კალორიფერებს ვაყენებთ თანამდევრობით როგორც ჰაერის, ისე წყლის გავლის მიმართ. ამავე ცხრილიდან ვიღებთ KΦБ № 10 კალორიფერის ცოცხალი კვეთის ფართობს ჰაერისა და წყლის გავლის მიმართ — $f=0,558$ მ² და $f_{\text{მთ}}=0,0143$ მ².

(10.3) ფორმულით ვიგებთ შერჩეული კალორიფერების ცოცხალ კვეთში ფაქტიურ ჰაერის წონით სიჩქარეს

$$u\gamma = \frac{15000 : 1,22}{3600 \cdot 0,558} = 9,11 \text{ კგ/მ}^2 \cdot \text{წმ,}$$

რაც ეკონომიური წონითი სიჩქარეების ფარგლებშია.

(10.4) ფორმულის საშუალებით ვსაზღვრავთ კალორიფერის მიღებაში 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 გვქონდა კალორიფერის ცოცხალ კვეთში ჰაერის წონითი სიჩქარე $\nu \gamma = 8 \text{ კგ/მ}^2$. წმ და მიღებაში წყლის მოძრაობის სიჩქარე $\omega = 0,07 \text{ მ/წმ}$; კალორიფერების შერჩევის შემდეგ კი ფაქტიური სიდიდეები მივიღეთ $\nu \gamma = 9,11$ 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 $k_{ფაქტ} = 15,6 \text{ კკალ/მ}^2 \text{ სთ. გრ}$ (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 KΦБ № 10 ხურების ფართობით $61,2 \times 2 = 122,4 \text{ მ}^2$ სავსებით აკმაყოფილებს ჰაერის გათბობის პირობებს.

სათადარიგო მარაგი შერჩეული კალორიფერების სითბოს გაცემაზე ტოლია

$$\frac{15,6 \cdot 122,4 \left(\frac{130 + 70}{2} - \frac{-8 + 25}{2} \right) - 145000}{15,6 \cdot 122,4 \left(\frac{130 + 70}{2} - \frac{-8 + 25}{2} \right)} \cdot 100 = 17\%,$$

რაც დასაშვებ ფარგლებშია.

შერჩეული კალორიფერების წინაღობა ჰაერისა და წყლის გავლის მიმართ სათადარიგო მარაგის კოეფიციენტების გათვალისწინებით გაიგება X.6 ცხრილით

$$H = 1,1 \cdot 2 \cdot 7,85 = 17,27 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$h = 1,2 \cdot 2 \cdot 4,3 + h_{\text{გილ}} = 10,32 + h_{\text{გილ}} \text{ კგ/მ}^2,$$

სადაც $h_{\text{გილ}}$ არის წნევის დანაკარგები კალორიფერის შემაერთებელ მილსადენებში.

მაგალითი 2. გავიანგარიშოთ და შევარჩიოთ კალორიფერები შემდეგი პირობებისათვის: სათავესში მისაწოდებელი გასათბობი ჰაერის რაოდენობა $L = 30000 \text{ მ}^3/\text{სთ}$, რომელიც თბება $t_{\text{საწყ}} = -1^\circ$ -დან $t_{\text{საბ}} = +22^\circ$ -მდე. სათავესის ჰაერის შიგა ტემპერატურა $t_{\text{შ}} = +18^\circ$. 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 KΦС 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

ჩვენი ტიპის კალორიფერის სითბოგაცემის კოეფიციენტი, რომელიც ტოლია $k=25,9$ კკალ/მ² სთ. გრ.

(10.2) ფორმულით ვსაზღვრავთ კალორიფერების ხურების ფართობს

$$F = \frac{200000}{25 \cdot 9 \left(138,19 - \frac{-1+22}{2} \right)} = 60,58^2,$$

სადაც $T_{\text{საშ}} = 138,19^\circ$ არის გაჯერებული ორთქლის ტემპერატურა.

$P=3,5$ კგ/სმ² წნევის დროს (იხ. „გათბობა და ვენტილაცია“, I ნაწ., დანართი V);

X.3 ცხრილიდან შევარჩევთ ჩვენი ტიპის 2 ცალ კალორიფერს, თითოეულს 37,5 მ² ხურების ფართობით.

კალორიფერებს ვაყენებთ პარალელურად. ამავე ცხრილიდან ვიგებთ ერთი ცალი კალორიფერის ცოცხალი კვეთის ფართობს ჰაერის გავლის მიმართ, რომელიც ტოლია $f=0,416$ მ².

(10.3) ფორმულით ვიგებთ შერჩეული კალორიფერების ცოცხალ კვეთში ჰაერის ფაქტიურ წონით სიჩქარეს

$$v_{\text{ფ}} = \frac{30000 \cdot 1,21}{3600 \cdot 2 \cdot 0,416} = 12 \text{ კგ/მ}^2 \cdot \text{წმ}.$$

X.4 ცხრილიდან ჰაერის წონითი სიჩქარის მიხედვით $v_{\text{ფ}}=12$ ვგებულობთ ფაქტიურ თბოგაცემის კოეფიციენტს $k_{\text{ფაქტ}}=30,0$ კკალ/მ² სთ. გრ და (10.2) ფორმულით ხელმეორედ ვიგებთ კალორიფერის ხურების ფართობს, რომელიც ტოლია $F=54$ მ². შერჩეული ორი ცალი ჩვენი ტიპის კალორიფერი საერთო ხურების ფართობით $37,5 \times 2 = 71,4$ მ² სავსებით აკმაყოფილებს ჰაერის გათბობის პირობებს.

შერჩეული კალორიფერების სითბოს გაცემის მარაგი

$$\frac{37 \cdot 71,4 \left(138,19 - \frac{-1+22}{2} \right) - 200000}{30 \cdot 71,4 \left(138,19 - \frac{-1+22}{2} \right)} \cdot 100 \approx 27 \%.$$

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 3. განვსაზღვროთ გლუვი მილებისაგან შემდგარი კალორიფერის ხურების ფართობი 3800 მ³/სთ ჰაერის გასათბობად $t_{\text{საწყ}}=+5^\circ$ -დან $t_{\text{საშ}}=+15^\circ$ -მდე.

სითბოს წყაროდ გამოყენებულია დაბალი წნევის ორთქლი. სათავეს ჰაერის ტემპერატურა $t_{\text{ბ}}=+16^\circ$.

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 სამრიგო კადრაკულ განლაგებას, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს ვუშვებთ $v=9$ მ/წმ ტოლს.

X.3 ნახაზზე მოცემული გრაფიკიდან ვგებულობთ ამ პირობებისათვის თბოგადაცემის კოეფიციენტს, რომელიც 72 კკალ/მ² 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 ($d_{\text{გარ}} = 26,75 \text{ მმ}$) და განვსაზღვრავთ მის საჭირო სიგრძეს, მივიღებთ

$$l = \frac{F}{\pi d_{\text{გარ}} m_1} = \frac{1,73}{3,14 \cdot 0,02675 \cdot 0,98} = 21,0 \text{ მ},$$

სადაც $m_1 = 0,98$ ხურების ფართობის შემასწორებელი კოეფიციენტია (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 ჰაერის გავლაზე განისაზღვრება X.3 ნახ-ზე მოცემული გრაფიკიდან, რომელიც შემასწორებელი კოეფიციენტის $m_2 = 0,95$ (იხ. ცხრ. X.1) გათვალისწინებით ტოლია

$$H = 0,95 \cdot 7,5 = 7,13 \text{ კგ/მ}^2.$$

ჰაერის მზიად გაცხეება და გაზოგა

§ 46. ჰაერის გათოგა და გაცხეება გაყოფი ზედაპირების საშუალებით

სავენტილაციო ტექნიკაში ფართო გამოყენება ჰგოვა თბომცვლელმა აპარატებმა, სადაც ჰაერსა და წყალს შორის თბოცვლა მიმდინარეობს გამოფი ზედაპირების საშუალებით. ასეთ აპარატებს ხშირად მშრალ ზედაპირულ თბომცვლელ აპარატებს უწოდებენ. დანიშნულების მიხედვით ისინი ორ ძირითად ჯგუფად იყოფა: ჰაერსაცივრებად და კალორიფერებად. X თავში აღნიშნული იყო, რომ კალორიფერები გამოიყენება გამოთბობ ხელსაწყობად. მათი კონსტრუქციები და გამოყენების სფერო საკმაოდ დეტალურად იყო განხილული. ამასთან დაკავშირებით ქვემოთ გაანალიზებული იქნება ძირითადი თბოცვლის პროცესები ზედაპირულ აპარატებში და აგრეთვე ჰაერსაცივრების 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 თანაფარდობა ამ შემთხვევაში ტოლია

$$\varepsilon = \frac{Q}{O} = +\infty.$$

ჰაერის მდგომარეობის ცვლილების პროცესი $I-d$ დიაგრამაში გამოი-სახება 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

$$Q = G(I_2 - I_1) = kF \left(t_{\text{საშ}} - \frac{t_2 + t_1}{2} \right), \quad (11.1)$$

სადაც G არის გასათბობი ჰაერის რაოდენობა, კგ/სთ-ობით;

I_1 და I_2 — ჰაერის საწყისი და საბოლოო სითბოშემცველობა, კკალ/კგ-ობით;

k — კალორიფერის თბოგადაცემის კოეფიციენტი, $\frac{\text{კკალ}}{\text{მ}^2 \text{სთ.გრ}}$ -ობით;

F — კალორიფერის ხურების ფართობი, მ²-ობით;

$t_{\text{საშ}}$ — 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.

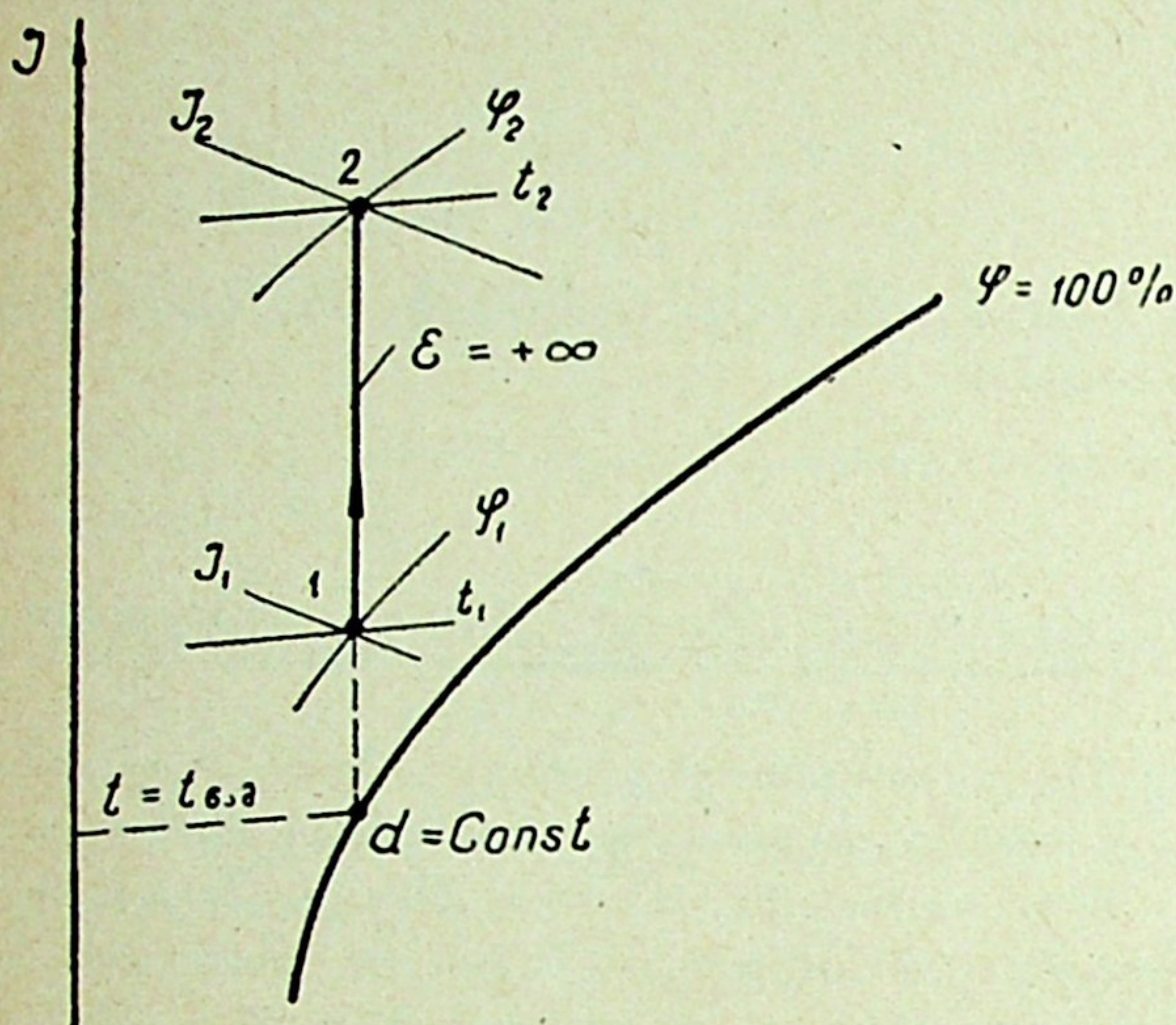
სითბოსა და ტე-

ნის ფარდობა ტოლი იქნება

$$\varepsilon = \frac{-Q}{0} = -\infty.$$

სანამ ჰაერის

მდგომარეობის პარამეტრები მიაღწევს ნამის წერტილის ტემპერატურას, ტენის რაოდენობა, რომელსაც შეიცავს ჰაერი, მუდმივი რჩება. ზედაპირზე გაცივების პროცესი $I-d$ დიაგრამაზე გამოისახება ვერტიკალური 2-1 ხაზით (ნახ. XI.2), ჰაერის



ნახ. XI.1

გათბობისაგან იმ განსხვავებით, რომ გაცივების პროცესი მიმართული იქნება გაჯერების მრუდისკენ, ქვემოთ. განხილულ შემთხვევაში ზედაპირის ტემპერატურა ტოლი ან მეტია ნამის წერტილის ტემპერატურაზე $t_{\text{ზედ}} \geq t_{\text{საშ}}$.

სითბოს ბალანსის განტოლება შეიძლება გადაიწეროს შემდეგი სახით

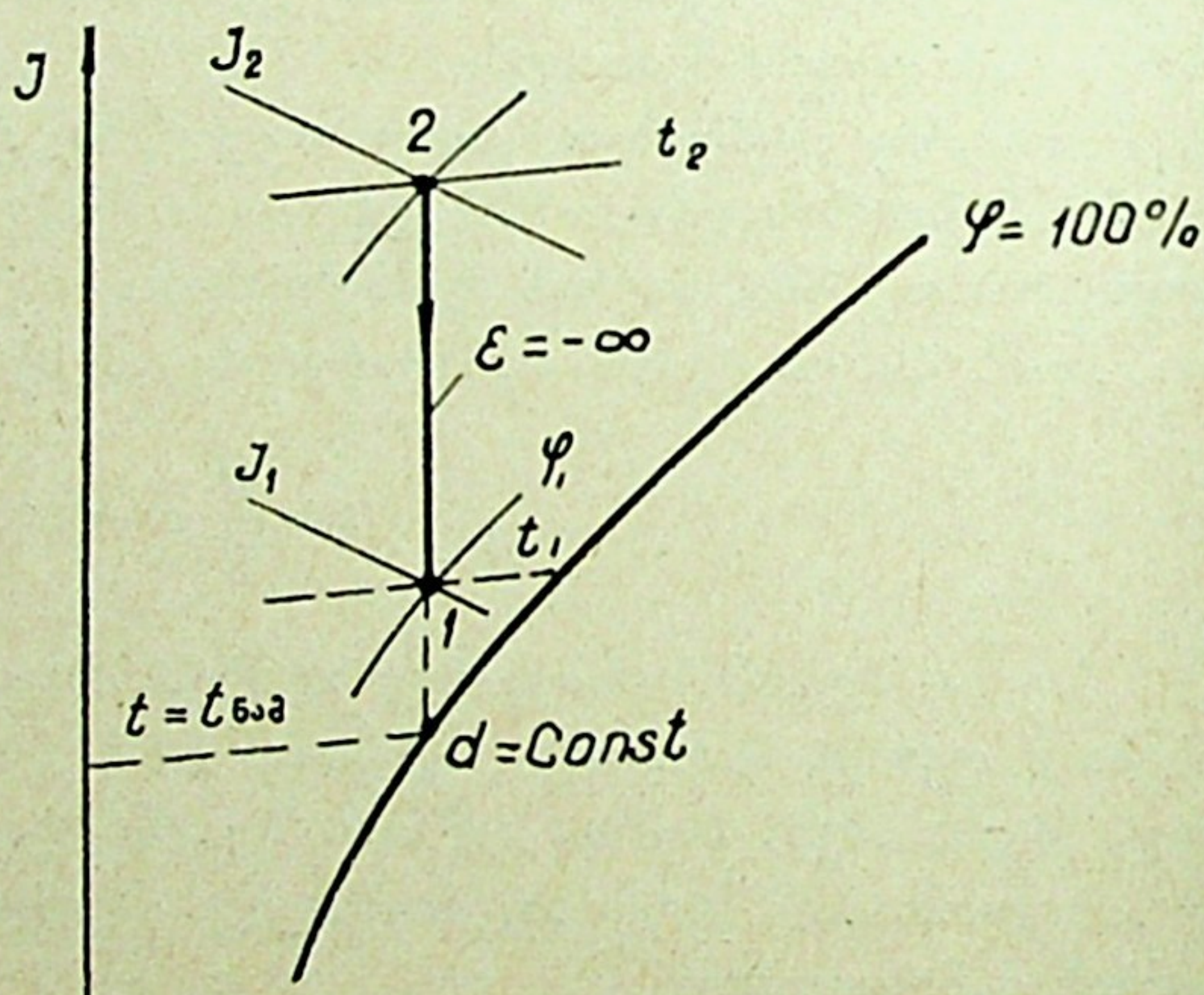
$$Q_1 = G(I_2 - I_1) = kF \left(\frac{t_2 + t_1}{2} - t_{\text{საშ}} \right), \quad (11.2)$$

სადაც Q_1 არის ართმეული სითბოს რაოდენობა, $\frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}}$ -ობით.

როდესაც ჰაერსაცივრის ზედაპირის ტემპერატურა ნაკლებია ნამის წერტილის ტემპერატურაზე $t_{\text{ზედ}} < t_{\text{საშ}}$, ჰაერის გაცივებას

თან ახლავს ზედაპირზე ჰაერიდან კონდენსატის გამოყოფა (ნახ XI.3, პროცესი 1-2). ამ პირობებისთვის (2.11) განტოლება მიიღებს უფრო რთულ სახეს

$$Q_1 = G(I_1 - I_2) = kF \left(\frac{t_2 + t_1}{2} - t_{\text{საშ}} \right) + \left(\frac{d_2 - d_1}{1000} \right) i_B. \quad (11.3)$$



ნახ. XI.2



როგორც ცნობი-

506. XI.3

სა ცივრის ზედაპირთან. ამასთან დაკავშირებით პროცესის დასაწყისშივე მო-
სალოდნელია კონდენსატის გამოყოფა ჰაერის იმ ფენებიდან, რომლებიც
უმუშალოდ ეხება ცივ ზედაპირს. ვინაიდან μ ტენზიუმცველობა მცირდება პრო-
ცესის დასაწყისშივე, ამიტომ სხივი მიმართული იქნება ისევე, როგორც სვე-
ლი გაცივებისა და გაშრობის შემთხვევაში (ნახ. XI.3).

§ 47.

ჰეკსამეტრების გამოთვლის მეთოდები

ჰაერის კონდიციონირების ტექნიკაში გამოყენებულია გლუვი და გაწიბო-
ნებული ზედაპირული ჰაერსაცხვრები. გლუვი ჰაერსაცხვრების გაანგარიშე-
ბისთვის გამოყენებულია (11.2) განტოლება, სადაც თბოგადაცემის კოეფი-
ციენტი იანგარიშება ფორმულით

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{d_1}{d_2} \cdot \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (11.4)$$

სადაც α_1 არის თბოგაცემის კოეფიციენტი ჰაერსა და ცივ ზედაპირს შორის,
კკალ/მ² სთ. გრ ობით;

წ — კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს თბოგაცემის კოეფიციენტის ზრდას ორთქლის კონდენსაციის გამო;

α_2 — თბოგაცემის კოეფიციენტი კედელსა და საშაცივრო აგენტს შორის, $\frac{\text{კკალ}}{\text{მ}^2 \text{ სთ. გრ}}$ -ობით;

d_1 — მილის გარე დიამეტრი, მ-ობით;

d_2 — მილის შიგა დიამეტრი, მ-ობით.

(11.4) განტოლებაში მხედველობაში არ არის მიღებული მილის კედლის თერძული წინაღობის მნიშვნელობა მისი სიმცირის გამო. საკმაოდ მცირეა აგრეთვე მნიშვნელის მეორე წევრი, რის გამოც პრაქტიკულ გაანგარიშებაში იგი შეიძლება უგულებელვყოთ.

მაშინ საანგარიშო (11.4) ფორმულა დაიწერება შემდეგი სახით

$$Q = \alpha_1 \xi \Theta F, \quad (11.5)$$

სადაც Θ მილის კედელსა და ჰაერს შორის ტემპერატურული დაწნევაა.

პირობითი კოეფიციენტი ξ იანგარიშება ფორმულით

$$\xi = \frac{I_1 - I_{\text{საშ}}}{C_p (t_1 - t_{\text{საშ}})}. \quad (11.6)$$

თუ ცნობილია Q , α და $t_{\text{საშ}}$, (11.5) განტოლებით შეიძლება ვიანგარიშოთ ჰაერსა-ცივრის F ზედაპირი.

ჰაერსა და კედელს შორის თბოგაცემის კოეფიციენტი იანგარიშება მილების განივი გარშემოწოდების დროს დერეფნული ან ჰადრაკული პირობებისათვის (მათი გაანგარიშების მეთოდოლოგია მოცემულია თბოგადაცემის კურსში).

გაწიბოვებული ჰაერსა-ცივრებისთვის თბოგაცემის კოეფიციენტის დადგენა საკმაოდ რთულდება. მიღებულია, რომ ჰაერსა-ცივრის ზედაპირზე გადაცემული მთელი სითბოს რაოდენობა ტოლია მილის გლუვი ნაწილისა და წიბოების ზედაპირების მიერ ართმეული სითბოს ჯამისა

$$Q = Q_{\delta} + Q_{\varepsilon}. \quad (11.7)$$

წიბოების საშუალო ტემპერატურა მეტია მილის საშუალო ტემპერატურაზე. ამასთან დაკავშირებით ტემპერატურული დაწნევის მნიშვნელობებიც სხვადასხვაა: $Q_{\varepsilon} < Q_{\delta}$. (11.7) განტოლება გაწიბოვებული ჰაერსა-ცივრისათვის შეიძლება გადაიწეროს შემდეგი სახით

$$Q = \alpha_{1m} \xi_m (F_{\delta} Q_{\delta} + F_{\varepsilon} Q_{\varepsilon}), \quad (11.8)$$

სადაც α_{1m} არის საშუალო თბოგაცემის კოეფიციენტი მთელი ზედაპირის-

თვის, $\frac{\text{კკალ}}{\text{მ}^2 \text{ სთ. გრ}}$ -ობით;

ξ — მთელი ზედაპირისთვის თბოგაცემის ზრდის საშუალო დაყვანილი კოეფიციენტი;

F_{δ} — მილის ზედაპირი, მ²-ობით;

F — წიბოების ზედაპირი, მ²-ობით;

Θ_{δ} — ტემპერატურული დაწნევა მილის ზედაპირსა და ჰაერს შორის;

Θ_{ε} — ტემპერატურული დაწნევა წიბოების ზედაპირსა და ჰაერს შორის.

ხშირად გაწიბოვებული ჰაერსა-ცივრის გაანგარიშების გასამარტივებლად გამოყენებულია ფორმულა

$$Q = \alpha_{1\varepsilon} \Theta_{\varepsilon} F, \quad (11.9)$$

სადაც $\alpha_{1\text{ფ}}$ არის თბოგაცემის კოეფიციენტი გაწიბოვებული ზედაპირი-
სათვის, $\frac{\text{კკალ}}{\text{მ}^2 \text{ სთ. გრ.}}$ -ობით;

$F = F_{\delta} + F_{\text{ფ}}$ — ჰაერსაცვივრის სრული ზედაპირი, მ^2 -ობით.

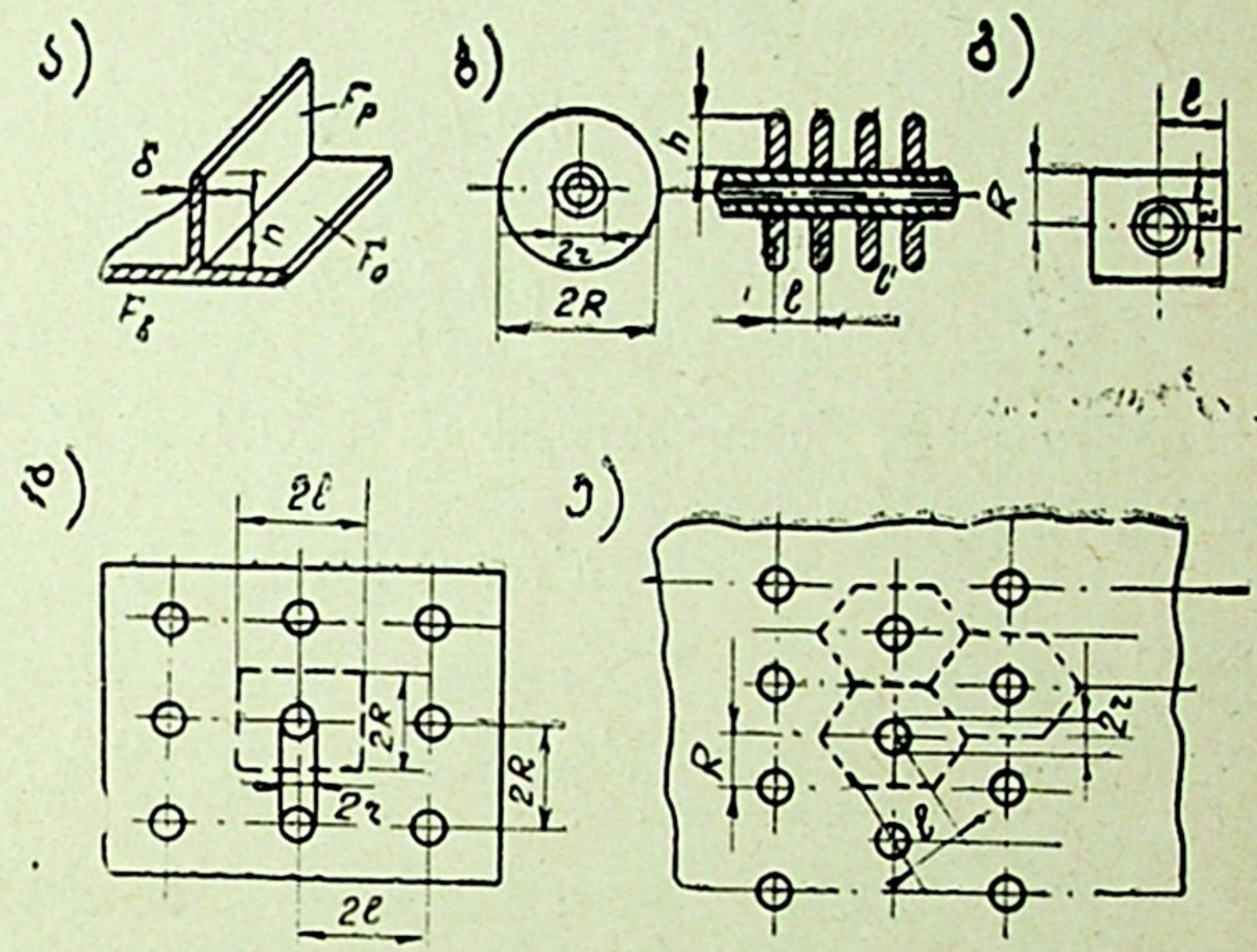
$\alpha_{1\text{ფ}}$ და $\alpha_{1\text{მ}}$ შორის კავშირის მიღება შეიძლება შემდეგი გამოსახულებით

$$\alpha_{\text{ფ}} = \alpha_{1\text{მ}} \left[\frac{F_{\delta}}{F} + \left(1 - \frac{F_{\delta}}{F} \right) \frac{\Theta_{\text{ფ}}}{\Theta_{\delta}} \right]. \quad (11.10)$$

(11.10) ფორმულიდან ჩანს, რომ გაწიბოვებულ ზედაპირზე თბოგაცემის კოეფიციენტი ყოველთვის ნაკლებია გლუვ ზედაპირზე მიღებულ თბოგაცემის კოეფიციენტზე. ამავე ფორმულიდან შეიძლება დადგენილ იქნეს $\alpha_{\text{ფ}}$ და α_{δ} თანათარდობის ფუნქციონალური დამოკიდებულება ტემპერატურათა დაწნევის თანათარდობასთან

$$\frac{\Theta_{\text{ფ}}}{\Theta_{\delta}} = \frac{t_{\text{საფ}} - t_{\text{ფ}}}{t_{\text{საფ}} - t_{\delta}}.$$

ეს ტემპერატურული კრიტერიუმი დამოკიდებულია წიბოების ფორმაზე, ზომებსა და მასალის თბოგამტარობის კოეფიციენტზე. ზემოაღნიშნული თანათარდობა გამოსახავს წიბოს ეფექტურობის ხარისხს.



ნახ. XI.4. წიბოვანი ზედაპირების ტიპები: ა—სწორი წიბოები; ბ—მრგვალი წიბოები; გ—სწორკუთხა წიბოები; დ—შეერთებული წიბოები კორიდორულად განლაგებული მილების კონებში; ე—შეერთებული წიბოები ქადრაკულად განლაგებული მილების კონებში.

(11.10) ფორმულა მრგვალი წიბოების კონსტრუქციის ჰაერსაცვივრებისათვის (ნახ. XI.4, ბ) შეიძლება დაიწეროს შემდეგი სახით

$$\alpha_{\text{ფ}} = \alpha_{\delta} \left[1 - 0,18 \left(\frac{h}{l'} \right)^{0,63} \right], \quad (11.11)$$

სადაც h არის წიბოს სიმაღლე, მ-ობით;

l' — წიბოებს შორის მანძილი, მ-ობით.

სწორ და სპირალურად დახვეული წიბოებისთვის ტემპერატურული კრიტერიუმი განისაზღვრება შემდეგი თანათარდობით

$$\frac{t_{\text{საფ}} - t_{\text{ფ}}}{t_{\text{საფ}} - t_{\delta}} = \frac{th(mh)}{mh}, \quad (11.12)$$

სადაც

$$m = \sqrt{\frac{2\alpha_{\text{ფ}}}{\lambda \delta}} \frac{1}{\theta}; \quad (11.13)$$

λ არის წიბოს თბოგამტარობის კოეფიციენტი, $\frac{\text{კკალ}}{\text{მ. სთ. გრ.}}$ -ობით;

δ — წიბოს სისქე, მ-ობით;

h — წიბოს სიმაღლე, მ-ობით;

th — ჰიპერბოლური ტანგენსი.

სამკუთხა კვეთის წიბოებისათვის

$$\delta = \frac{3}{4} \delta_0,$$

სადაც δ_0 წიბოს ფუძის კვეთია.

მრგვალი ფორმის წიბოებისთვის (ნახ. XI.4, ბ) h სიმაღლის ნაცვლად მიღებულია h' , რომელიც ტოლია

$$h' = h(1 + 0,35 \ln \rho), \quad (11.14)$$

სადაც

$$\rho = \frac{R}{r}, \quad h = R - r.$$

სწორკუთხა წიბოებისათვის (ნახ. XI.4, ვ) h' მნიშვნელობა განისაზღვრება განტოლებით

$$h' = h(1 + 0,35 \ln \rho'), \quad (11.15)$$

სადაც

$$\rho' = 1,28\rho \sqrt{\frac{L}{R} - 0,2}. \quad (11.16)$$

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 „ბ“.

ქადრაკულად განლაგებული მილების კონებისათვის (ნახ. XI.4, ე) ρ' -ისა და ρ -ს მნიშვნელობა იანგარიშება ფორმულით

$$\rho' = 1,27\rho \sqrt{\frac{L}{R} - 0,3}. \quad (11.17)$$

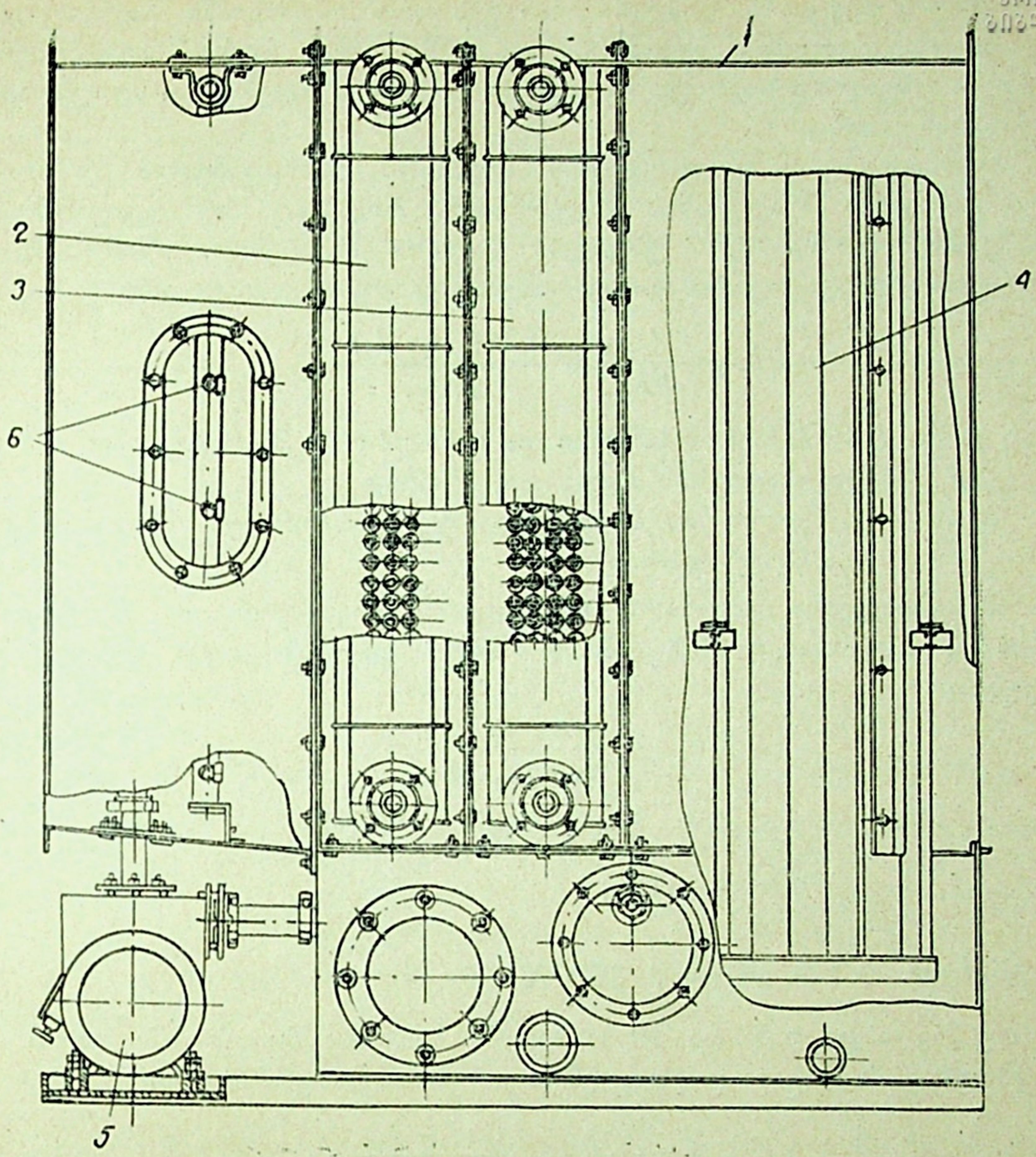
(11.12) განტოლებაში ტემპერატურული კრიტერიუმის ოპტიმალურ მნიშვნელობად მიღებულია 0,7—0,9. პრაქტიკულად დადგენილია, აგრეთვე, რომ სიმაღლისა და ბიჯის ფარდობის ოპტიმალური მნიშვნელობები იცვლება შემდეგ ზღვრებში: $\frac{h}{l} = 3 \div 7$.

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.

ამჟამად წარმოებაში ათვისებულია უნივერსალური ზედაპირული ჰაერსაცხვრები.

ქვემოთ მოგვყავს საკავშირო სანიტარული ტექნიკის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მიერ დამუშავებული ჰაერსაცხვრის კონსტრუქცია და მისი გაანგარიშების მეთოდოლოგია.



ნახ. XI.5

ჰაერსაცივარი წარმოადგენს ტიპურ სექციას, რომელიც აიწყობა ჰორი-
ზონტალური კონდიციონერის სხვა სექციებთან ერთად (ნახ. XI.5). იგი შედ-
გება გარსაცმისაგან 1, რომელშიც მოთავსებულია სამრიგიანი 2 და ოთხრი-
გიანი 3 ზედაპირული ჰაერსაცივრები. თბოგაცემის კოეფიციენტის გასაზრ-
დელად და აგრეთვე ჰაერის დასატენიანებლად ჰაერსაცივრების ზედაპირის
წყლით მორწყვა წარმოებს ფრქვევანების 6 საშუალებით. მორწყვის ერთრი-
გიანი კამერა გარსაცმის ქვეშთან დაკავშირებულია წყლის ტუმბოს 5 საშუა-
ლებით. წყლის წვეთების დასაჭერად სექციაში გათვალისწინებულია სეპარა-
ტორი 4. როგორც XI.5 ნახაზიდან ჩანს, ზედაპირული ჰაერსაცივრის სექ-
ცია წარმოადგენს უნივერსალურ თბოცვლის აპარატს. ამ სექციაში შეიძლება
ერთდროულად განხორციელდეს ჰაერის გაშრობა და გაცივება, გაცივება
მუდმივი ტენშემცველობით, გათბობა და დატენიანება, გათბობა მუდმივი ტენ-
შემცველობით და სხვა პოლიტროპული პროცესები. სითბოსა და სიცივის
რაოდენობის რეგულირება წარმოებს თბოგადაცემი ზედაპირების შეცვლით.
მაგალითად, ნახაზზე მოცემული სამრიგიანი და ოთხრიგიანი ჰაერსაცივრე-

ბის ნაცვლად სექციაში შეიძლება ჩაიდგას ორი ორრიგიანი ჰაერსაცივარი, ნაკლები თბოგადაცემის ზედაპირით და ა. შ. გარდა ამისა, ჰაერსაცივრები შეიძლება უშუალოდ აიკრიფოს ტიპური ჰორიზონტალური კონდიციონერის სექციებთან ერთად.

ჰაერსაცივრების თბოგადაცემის ზედაპირი დამზადებულია გაწიბოვებული სპილენძის ან ალუმინის მილებისაგან. როდესაც ჰაერსაცივარში მიმდინარეობს მხოლოდ ჰაერის გაცივება $d = \text{const}$ პროცესით, მაშინ „აშკარა“ თბოგადაცემის კოეფიციენტის გაანგარიშება შეიძლება ფორმულით

$$k_{აჰ} = \frac{Q_{აჰ}}{F \Delta t_{\text{ლ}}} = \frac{0,24 G (t_1 - t_2)}{F \Delta t_{\text{ლ}}}, \quad (11.18)$$

სადაც t_1 და t_2 არის ჰაერის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურები;

F — ჰაერსაცივრის ზედაპირი, მ²-ობით;

$\Delta t_{\text{ლ}}$ — საშუალო ლოგარითმული ტემპერატურული სხვაობა ჰაერსა და წყალს შორის.

ამ შემთხვევაში დაყვანილი თბოგადაცემის კოეფიციენტის მნიშვნელობა ჰაერსა და ჰაერსაცივრის ზედაპირს შორის განისაზღვრება შემდეგი განტოლებით

$$\alpha_{\text{ლყ}} = \frac{k_{აჰ} \cdot \alpha_{\text{ფ}}}{\alpha_{\text{ფ}} - k_{აჰ} \cdot M}, \quad (11.19)$$

სადაც $\alpha_{\text{ფ}}$ არის თბოგადაცემის კოეფიციენტი წყალსა და მილებს შორის, $\frac{\text{კკალ}}{\text{მ}^2 \text{ სთ. გრ.}}$ -ობით;

M — გაწიბოვების კოეფიციენტი $M = \frac{F_{\text{ფ}}}{F_{\text{ჰ}}}$.

თუ ჰაერი ცივდება და შრება ზედაპირზე კონდენსატის გამოყოფით, მაშინ თბოგადაცემის სრული კოეფიციენტი იანგარიშება ფორმულით

$$K_{\text{სრ}} = \frac{Q_{\text{სრ}}}{F \Delta t_{\text{ლ}}} = \frac{G (I_1 - I_2)}{F \Delta t_{\text{ლ}}}, \quad (11.20)$$

სადაც I_1 და I_2 შესაბამისად ჰაერის საწყისი და საბოლოო სითბოშემცველობებია, $\frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}$ -ობით.

ჰაერის ერთდროულად გაცივებისა და გაშრობის დროს აშკარა თბოგადაცემის და თბოგადაცემის კოეფიციენტები ტემპერატურული კრიტერიუმის $T_0 = \frac{t_{\text{საჰ}} - t_{\text{ფ}}}{t_{\text{საჰ}} - t_{\text{ა}}}$ პირდაპირპროპორციულია, მაშინ როდესაც სრული თბოგა-

ცემის 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 მნიშვნელობები მოცემულია XI.1 ცხრილში.

ფარდობითი კოეფიციენტები	ფარდობითი კოეფიციენტების მნიშვნელობები ჰაერ-საცივრის მიღების რიგების მიხედვით			
	4		8	
	$\bar{T}_0=0,3$	$\bar{T}_0=0,5$	$\bar{T}_0=0,3$	$\bar{T}_0=0,5$
$\bar{\alpha}_F = \frac{\alpha_F \text{ სვ}}{\alpha_F \text{ მშ}}$	1,65	2,03	1,3	1,4
$\bar{k}_{აჰ} = \frac{k_{აჰ} \text{ სვ}}{k_{აჰ} \text{ მშ}}$	1,5	1,75	1,15	1,21
$\bar{k}_{სრ} = \frac{k_{სრ} \text{ სვ}}{k_{სრ} \text{ მშ}}$	1,63	1,71	1,2	1,2

ექსპერიმენტები ჩატარებული იყო ჰაერის წონითი სიჩქარის დროს $v_F=6$ კგ/მ². წმ, სპირალური გაწიბოვებული ზედაპირებისათვის ოთხ და რვარიგიანი მილებით.

ჰაერსაცივრის მწარმოებლობის რეგულირება განხორციელებულია წყლის სამსვლიანი სარქელის საშუალებით.

უკანასკნელ წლებში ზედაპირული ჰაერსაცივრები ფართოდ გავრცელდა არაავტონომიურ მცირე მწარმოებლობის კონდიციონერებში. ამ თბოცვლის აპარატების გაანგარიშების მეთოდიკა ორიგინალურად დაამუშავა ო. კოკორინმა. ძირითად საანგარიშო კრიტერიუმად მიღებულია პარციალურ წნევათა სხვაობების ფარდობა

$$P = \frac{p_{1 \text{ გაზ}} - p_1}{p_{1 \text{ გაზ}} - p_2}, \quad (11.21)$$

სადაც $p_{1 \text{ გაზ}}$ არის წყლის ორთქლის პარციალური წნევა, გასაცივებელი ჰაერის საწყისი ტემპერატურის დროს მისი სრული გაჯერების შემთხვევაში, მშ ვერცხ. წყ. სვეტობით;

p_1 — წყლის ორთქლის პარციალური წნევა, გასაცივებელი ჰაერის საწყისი ტემპერატურის დროს, მშ. ვერცხ. წყ. სვ-ობით;

p_2 — წყლის ორთქლის პარციალური წნევა ჰაერის საბოლოო პარამეტრების დროს, როდესაც $\varphi=100\%$.

ლაბორატორიული გამოცდების საფუძველზე კოკორინის მიერ KHC-0,3 და KHC-0,5 არაავტონომიური კონდიციონერების ტიპებისთვის მიღებულია გრაფიკები, რომელთა საშუალებითაც წარმოებს მათი შერჩევა.

§ 48.

ჰაერის გაწიბობა აბსორბირით

ზემოთ განხილული გაცივების ეფექტით ჰაერის სრული გაწიბობის მიღწევა მეტად ძნელია. ამ შემთხვევაში ჰაერის ტენზომეტრის საგრძნობი შემცირება შესაძლებელია განხორციელდეს სპეციალური შთანთქმელების, სორბენტების გამოყენებით.

ჰაერის გასაშრობად გამოიყენება ორი სახის სორბენტი: მყარი (სილიკაგელი, გააქტიურებული ნახშირი, ალუმოგელი და სხვ.) და თხევადი (კალციუმის, მაგნიუმის, ლითიუმის ქლორიდის ხსნარები).

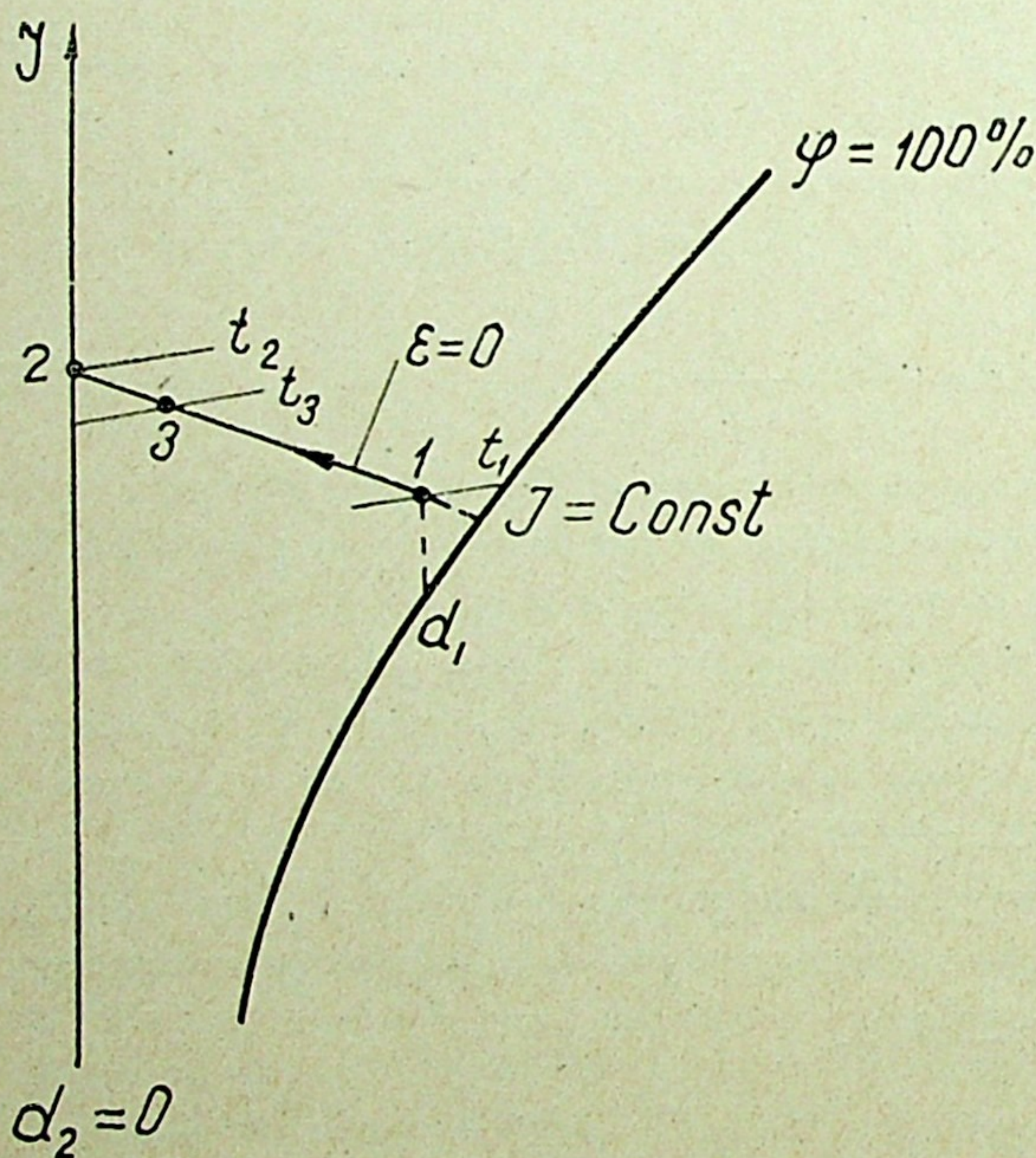
ადსორბციის მოვლენა წარმოდგენილია როგორც მყარი სორბენტების მიერ აირებისა და ორთქლის შთანთქმის პროცესი.

ჰაერის გაშრობის პროცესი აბსორბციით მიმდინარეობს ჰაერის ნაკადთან თხევადი სორბენტების უშუალო შეხებით. ამ შემთხვევაში ჰაერში წყლის ორთქლის პარციალური წნევის სიდიდეები მეტია სორბენტის ხსნარის ზედაპირზე პარციალური წნევების სიდიდეებზე.

თუ მყარ ან თხევად სორბენტს აქვს საწყისი ტემპერატურა, რომელიც ტოლია ჰაერის საწყისი ტემპერატურისა, მაშინ ტენის შთანთქმის პროცესი მიმდინარეობს ადიაბატური პროცესით. ამ შემთხვევისთვის სითბოსა და ტენის ფარდობა ტოლია

$$\varepsilon = \frac{I_1 - I_2}{\frac{d_1 - d_2}{1000}} = \frac{\left(\frac{d_1 - d_2}{1000} \right) t_2}{-\left(\frac{d_1 - d_2}{1000} \right)} = -t_2.$$

ვინაიდან სხივი $\varepsilon = -t_2$ მცირედ განსხვავდება ადიაბატური სხივის მიმართულებისაგან $\varepsilon = 0$, ამიტომ პირველი მიახლოებით შეიძლება ჩავთვალოთ,



ნახ. XI.6

რომ სორბენტებით შრობის პროცესი მიმდინარეობს მუდმივი სითბოშემცველობით $I = \text{const}$. ცხადია, ეს პროცესი წარმოადგენს დატენიანების ადიაბატური პროცესის შებრუნებულ პროცესს. ამგვარად, $I-d$ დიაგრამაში შესაძლებელია აგებულ იქნეს ჰაერის შრობის იდეალური პროცესი (ნახ. XI.6). პირველი მიახლოებით თბოცვლა ჰაერსა და სორბენტს შორის შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად: სორბენტში ტენის გადასვლის დროს კონდენსაციის

გამო გამოიყოფა ფარული სითბო, რომელიც აშკარა თბოგადაცემით ისევ უბრუნდება ჰაერს. ამგვარად, სორბენტის ტემპერატურა გარკვეული დროის შემდეგ სტაბილიზდება ისეთ დონეზე, რომელსაც შეესაბამება სითბოს ბალანსი, ე. ი. როდესაც სორბენტზე ჰაერიდან გადაცემული ფარული სითბოს

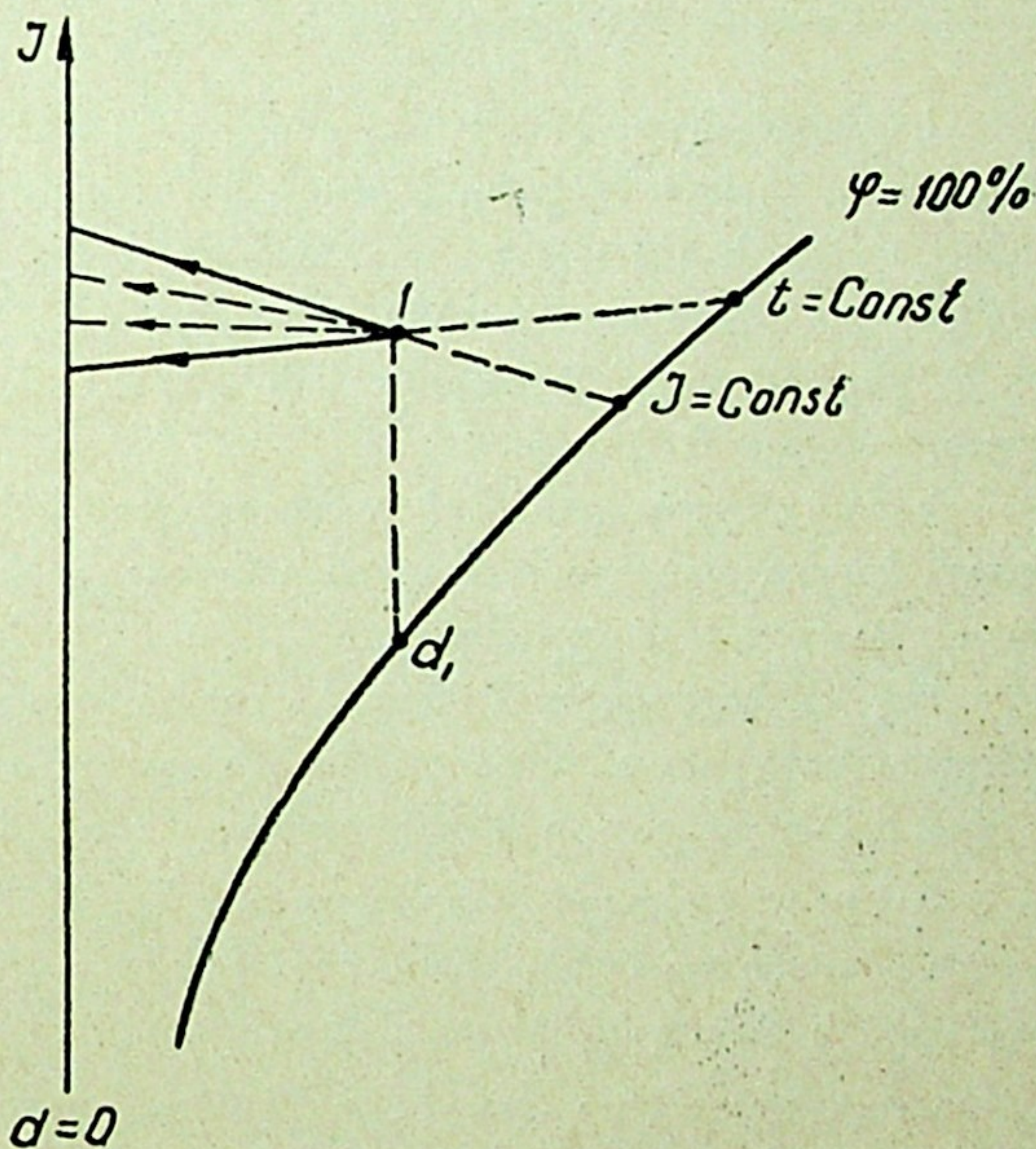
რაოდენობა გაუტოლდება სორბენტიდან დაბრუნებულ აშკარა სითბოს რაოდენობას. როგორც XI.6 ნახაზიდან ჩანს, ჰაერის ტემპერატურა სორბენტში გავლის შემდეგ მკვეთრად იზრდება. იმისდა მიხედვით, თუ როგორია ჰაერის საწყისი ტემპერატურა, შესაძლებელია მისმა სიდიდემ მიაღწიოს $40-50^{\circ}\text{C}$. იდეალური 'შემთხვევისთვის' 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 $\varphi \cong 0\%$, 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 ლითიუმის 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 ვარგულბირთოთ დიდ ფარგლებში, ე. ი. შეიძლება პროცესში სითბოს ავართვით 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

საერთო ჰაერსვლის ვენტილაციის სისტემების კონსტრუქციული პარამეტრები

§ 49. სავენტილაციო სისტემების კონსტრუქციული შესაღება საცხოვრებელ, საზოგადოებრივ და სამკურნალო დანიშნულების შენობებში

საცხოვრებელ შენობებში ეწყობა ბუნებრივი ვენტილაციის ამომწოვი სისტემები. შენობაში გარე ჰაერის მიწოდება კი ხორციელდება სამშენებლო კონსტრუქციების მომდენ არასიმქიდროვეებიდან ანდა ვენტილაციასთან შე-
თავსებული ჰაერით გათბობის სისტემებით.

ბუნებრივი ვენტილაციის სისტემების მოქმედების რადიუსი არ უნდა აღემატებოდეს 8 მეტრს.

სანიტარული კვანძების ვენტილაციის სისტემები არ უნდა უკავშირდებოდეს საცხოვრებელი ოთახების ვენტილაციის სისტემებს. მეტიც, უნდა ეწყობოდეს მათგან დამოუკიდებლად.

თუ საცხოვრებელ შენობაში, გარდა საცხოვრებელი ოთახებისა, განლაგებულია სავაჭრო ან სხვა რაიმე სპეციალური დანიშნულების სათავსები, საჭიროა მათთვის ცალკე სავენტილაციო სისტემების გათვალისწინება.

საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებში შეიძლება მოეწყოს ვენტილაციის როგორც ბუნებრივი, ისე მექანიკური სისტემები; ამ უკანასკნელის მოქმედების რადიუსი რეკომენდებულია 50 მეტრამდე.

საზოგადოებრივ და სამრეწველო დანიშნულების შენობებში, გარდა ამომწოვი ვენტილაციის სისტემებისა, ეწყობა ვენტილაციის მომდენი სისტემებიც.

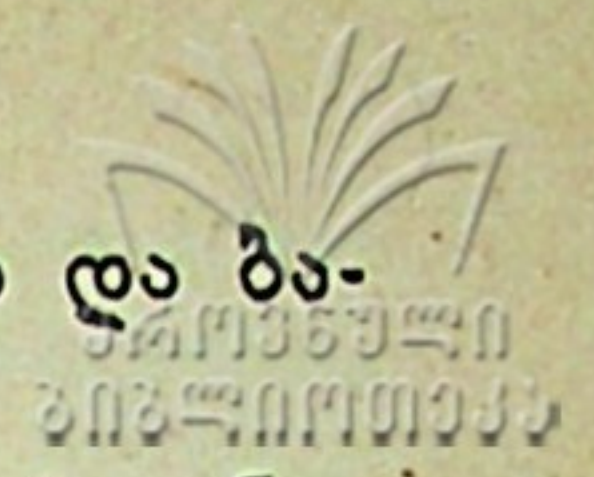
მომდენი ვენტილაციის მექანიკური სისტემები შედგება შემდეგი კონსტრუქციული ელემენტებისგან:

ა) ჰაერმიმღები მოწყობილობებისგან, რომელთა საშუალებითაც გარე ჰაერი მიეწოდება სავენტილაციო სისტემას;

ბ) ჰაერის მოდინებითი კამერისგან, რომელშიც განლაგებულია ვენტილატორი ელექტროძრავით და ჰაერის დასამუშავებლად საჭირო დანადგარები: ფილტრები, კალორიფერები და მოწყობილობანი, რომელთა საშუალებითაც ხდება ჰაერის ტენიანობისა და ტემპერატურის რეგულირება;

გ) ჰაერსატარების ქსელისგან;

დ) მომდენი ნახვრეტებისა და საცმებისგან;



ე) მომდენ ნახვრეტებზე დასაყენებელი ჟალუზებიანი გისოსებისა და ბადეებისგან;

ვ) ჰაერსატარების განშტოებებსა და ჰაერმიმღებ ნახვრეტებზე დასაყენებელი მარეგულირებელი მოწყობილობებისგან (დროსელ-სარქველები და საკვალთები);

ამომწოვი ვენტილაციის მექანიკური სისტემები შედგება შემდეგი კონსტრუქციული ელემენტებისაგან:

ა) ამომწოვი ნახვრეტებისაგან მათზე დაყენებული ჟალუზებიანი გისოსებით ან ბადეებით;

ბ) ჰაერსატარებისგან, რომელთა საშუალებითაც სათავსიდან გასაწოვი ჰაერი მიედინება ამომწოვ კამერაში;

გ) ამომწოვი კამერისაგან, რომელშიც დაყენებულია ვენტილატორი ელექტროძრავით;

დ) ჰაერსაწმენდი მოწყობილობებისგან (ეწყობა მაშინ, როცა ხდება ჰაერის რეცირკულაცია ან ჰაერი ძალიან გაქუჩყიანებულია მავნე მინარევებით);

ე) ამომწოვი შახტისაგან, რომლიდანაც ჰაერი გაჰყავთ ატმოსფეროში;

ვ) მარეგულირებელი მოწყობილობებისგან.

ცალკეულ სავენტილაციო დანადგარში შეიძლება არ გვექონდეს ზემოჩამოთვლილი ყველა ელემენტი. მაგალითად, ვენტილაციის მომდენ სისტემებში ყოველთვის არა გვაქვს ფილტრები და ჰაერის დასატენიანებლად საჭირო მოწყობილობანი, ან მომდენ და ამომწოვ სისტემებს ყოველთვის არა აქვთ ჰაერსატარების ქსელი. ვენტილაციის ბუნებრივ სისტემებში არა გვაქვს ვენტილატორები და ელექტროძრავები, ჰაერის გასაწმენდად საჭირო მოწყობილობანი და სხვ.

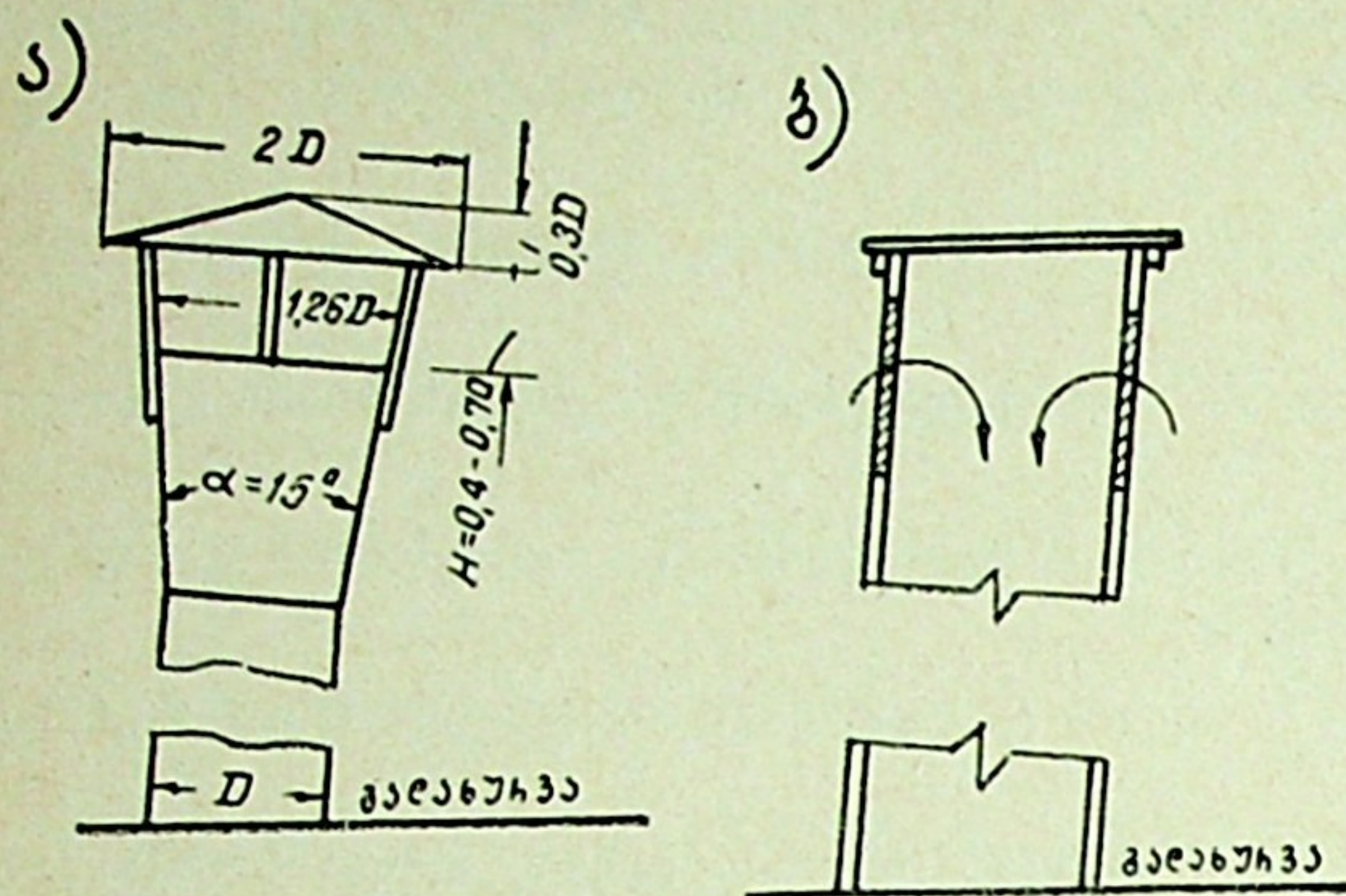
§ 50. ვენტილაციის სისტემების კაპაციტეტი და ამომწოვი შენობები

ჰაერმიმღები მოწყობილობების კონსტრუქციული გაფორმება უნდა შეესაბამებოდეს შენობის არქიტექტურას.

ჰაერის შეწოვის ადგილის შერჩევისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს გაბატონებული ქარების მიმართულება. ჰაერის შეწოვის ადგილი საკმაოდ მაღალი (10—12 მეტრით) უნდა იყოს დაცილებული იმ ადგილს, სადაც ხდება მავნე ანაორთქლების, აირებისა და მტვრის ატმოსფეროში გაყვანა და საიმედოდ უნდა იყოს დაცული მავნე მინარევების შესაწოვ ჰაერში მოხვედრისაგან. მოდინებული ჰაერის შეწოვა შეიძლება მოვაწყოთ შენობის სიმაღლის ნებისმიერ დონეზე, მაგრამ თუ ჰაერის შეწოვის ადგილად შევარჩევთ შენობის ქვედა ზონას, მაშინ ჰაერმიმღები მიწის დონიდან სულ ცოტა 2 მეტრით მაინც უნდა იყოს დაშორებული, ხოლო თუ ჰაერმიმღებს ვაწყობთ შენობის სახურავს ზემოთ, ამომწოვი შახტის გვერდით, მაშინ ჰაერმიმღების პირი ამომწოვი შახტის ჰაერგამომშვები პირიდან 2—2,5 მეტრით უფრო დაბლა უნდა იყოს. შენობის სახურავზე ჰაერმიმღების მოწყობა დაიშვება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰაერის შეწოვის ადგილას ატმოსფერულ ჰაერში მავნე მინარევთა კონცენტრაცია შეადგენს სათავსის მუშა ზონაში ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციის მხოლოდ 30%-ს.

ჰაერმიმღები მოწყობილობა წარმოადგენს ჟალუზებიანი გისოსით ან ბა-

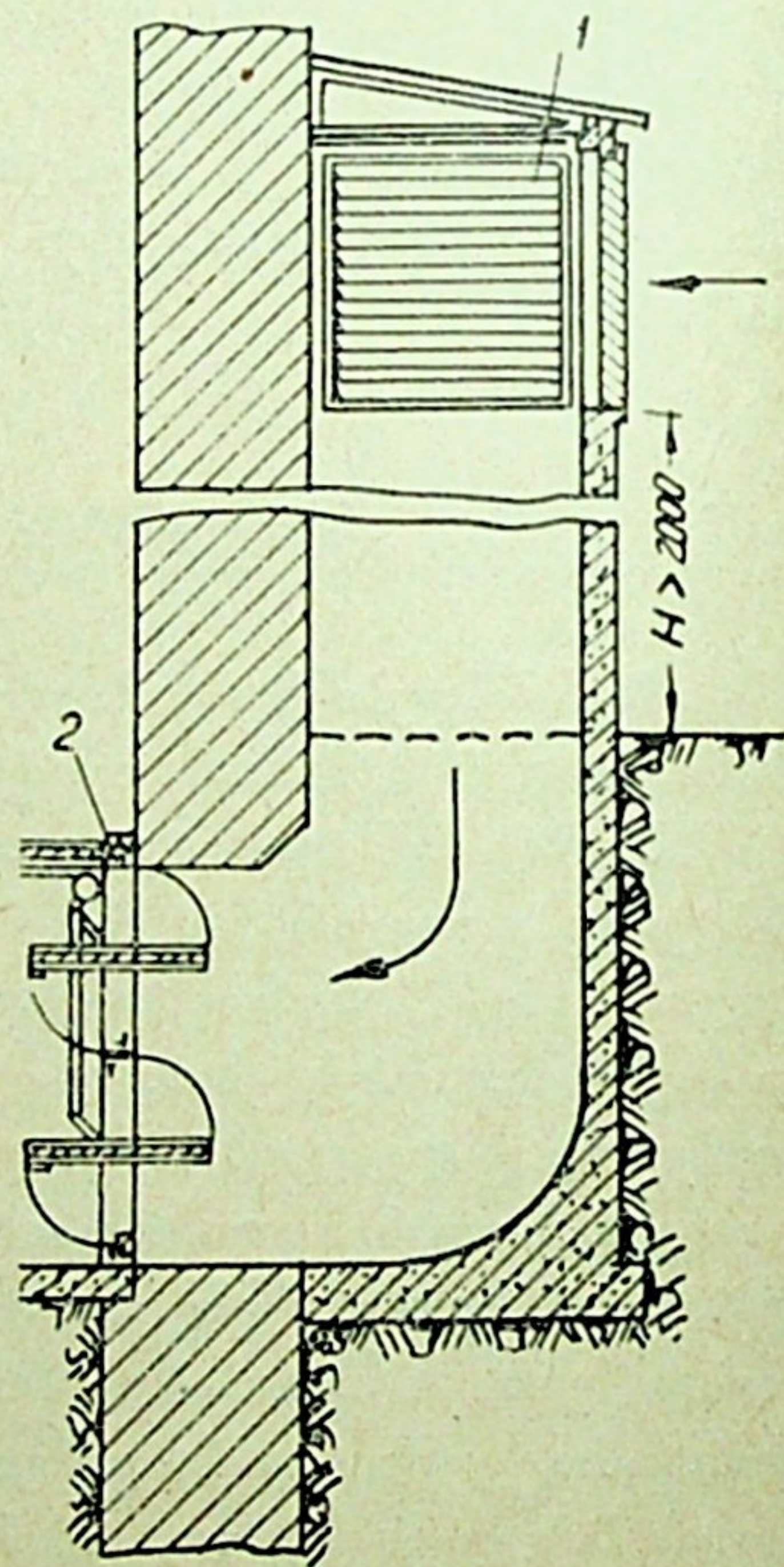
დით დახურულ უბრალო ნახევრებს, რომლებიც გაკეთებულია გარეთა კედლებში, ანდა შახტებს, რომლებიც ედგმება შენობის გარეთა კედელს ანდა ამოიყვანება შენობის სახურავს ზემოთ.



ნახ. XII.1

ზე (XII.1, ბ ნახ.) ნაჩვენებია ბეტონისგან დამზადებული კვადრატული კვეთის ჰაერმიმღები შახტი უძრავი ფალუზებიანი გისოსებით.

XII.2 ნახაზზე ნაჩვენებია სარდაფში ან შენობის პირველ სართულზე განლაგებულ მოდინებით კამერასთან მოწყობილი მისადგმელი ჰაერმიმღები შახტი, რომელშიც ჰაერის შეწოვა ხდება სამი მხრიდან მოწყობილი ფალუზებიანი გისოსების 1 საშუალებით. შახტში განლაგებულია დათბუნებული დროსელ სარქველი 2.



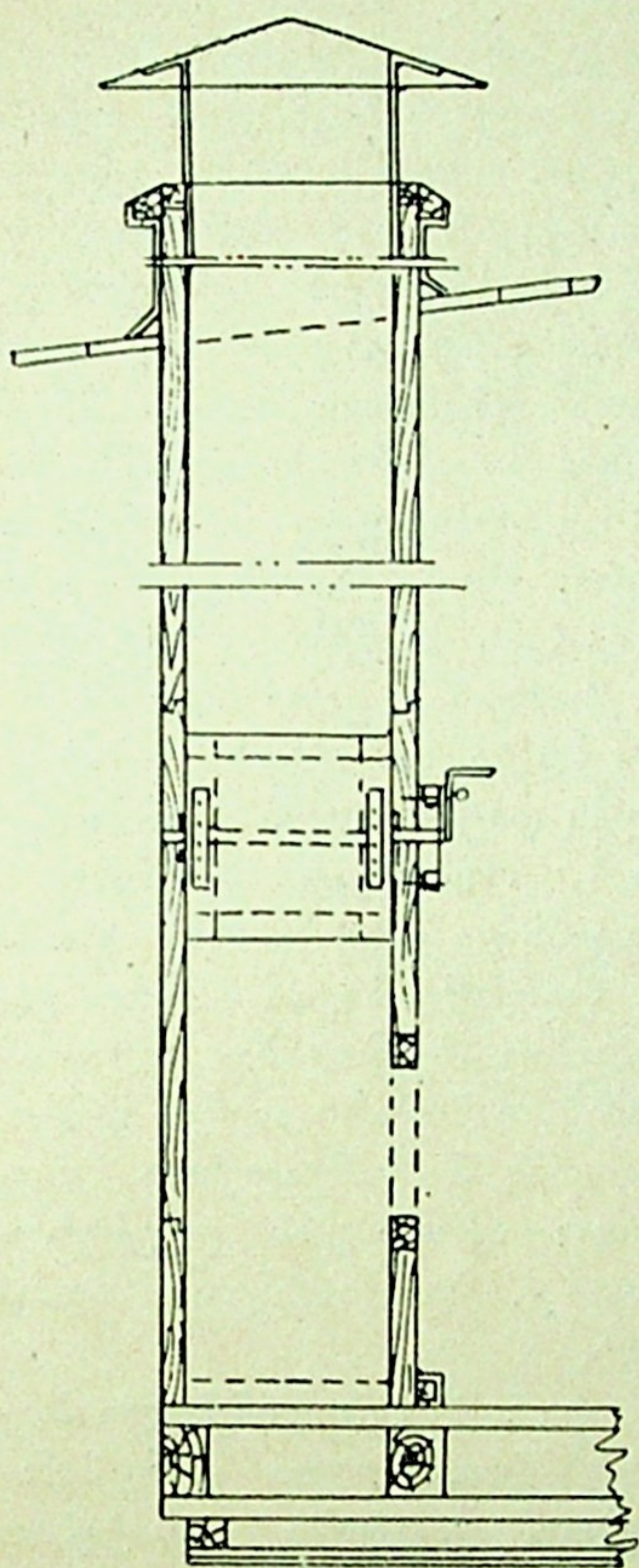
ნახ. XII.2

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 გაჟღენთილი ქეჩა, ხოლო შემდეგ — ფურცლოვანი ფოლადი, გარედან კი ილესება. შეიძლება გაუკეთდეს ქაფმინისგან დამზადებული წყალუქონადი და ხანძარსაწინააღმდეგო სათბილებელი. ასეთი ჰაერამომწოვი შახტი ნაჩვენებია XII.3 ნახაზზე.

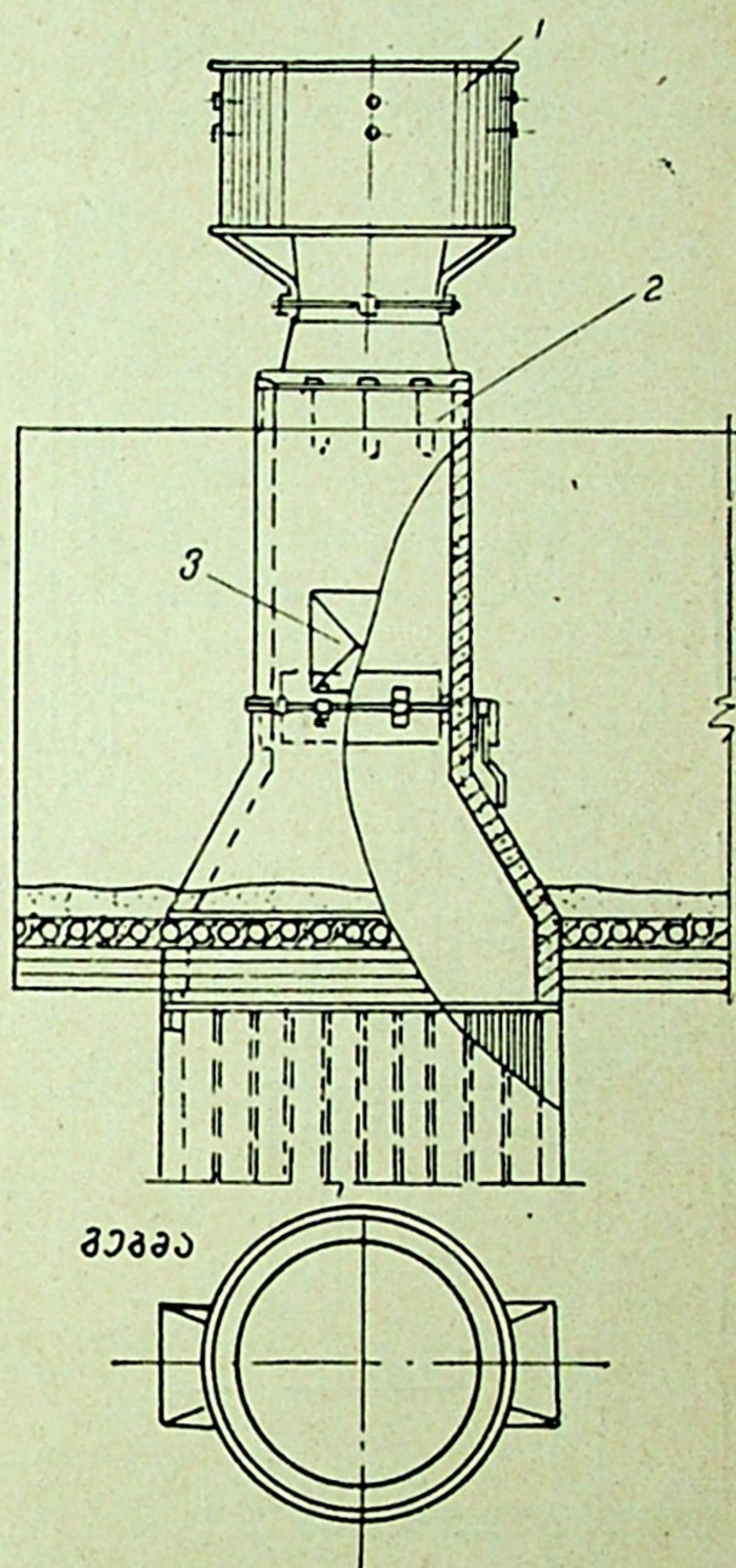
გარდა ზემოაღწერილი კონსტრუქციისა, ჰაერამომწოვი შახტი შეიძლება დამზადდეს მსუბუქი ბეტონისგან (ასეთი კონსტრუქციის შახტი მოცემულია XII.4 ნახაზზე). ეს შახტი მთავრდება ა დეფლექტორით 1, მასში მოთავსებულია დროსელ-სარქველი 2, აქვს სპეციალური საძრობი 3 დროსელ-სარქვლის შესაძლო უწყესივრობის შესაკეთებლად.

სამრეწველო დანიშნულების შენობებში ვენტილაციის მექანიკური სისტემების გამოყენების შემთხვევებში ამომწოვ შახტებს, ჩვეულებრივ, აკეთებენ

ფურცლოვანი ფოლადისგან, სათბილებლის გარეშე, რადგანაც ჰაერის დიდ მასის შახტში გავლისას 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 მოძრაობს ტენიანი ჰაერი. ამიტომ შახტში გათვალისწინებული უნდა იყოს მოწყობილობა, რომელიც უზრუნველყოფს ვენტილაციის უმოქმედობის პერიოდში შახტში წარმოქმნილი კონდენსაციის ორგანიზებულად გაყვანას გარეთ.

ვენტილაციის მექანიკურ სისტემებში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე ჰაერმიმღებ არხებში არ უნდა აღემატებოდეს 5—6 მ/წმ-ში, ხოლო ამომწოვ შახტებში 6—8 მ/წმ-ში.

§ 51.

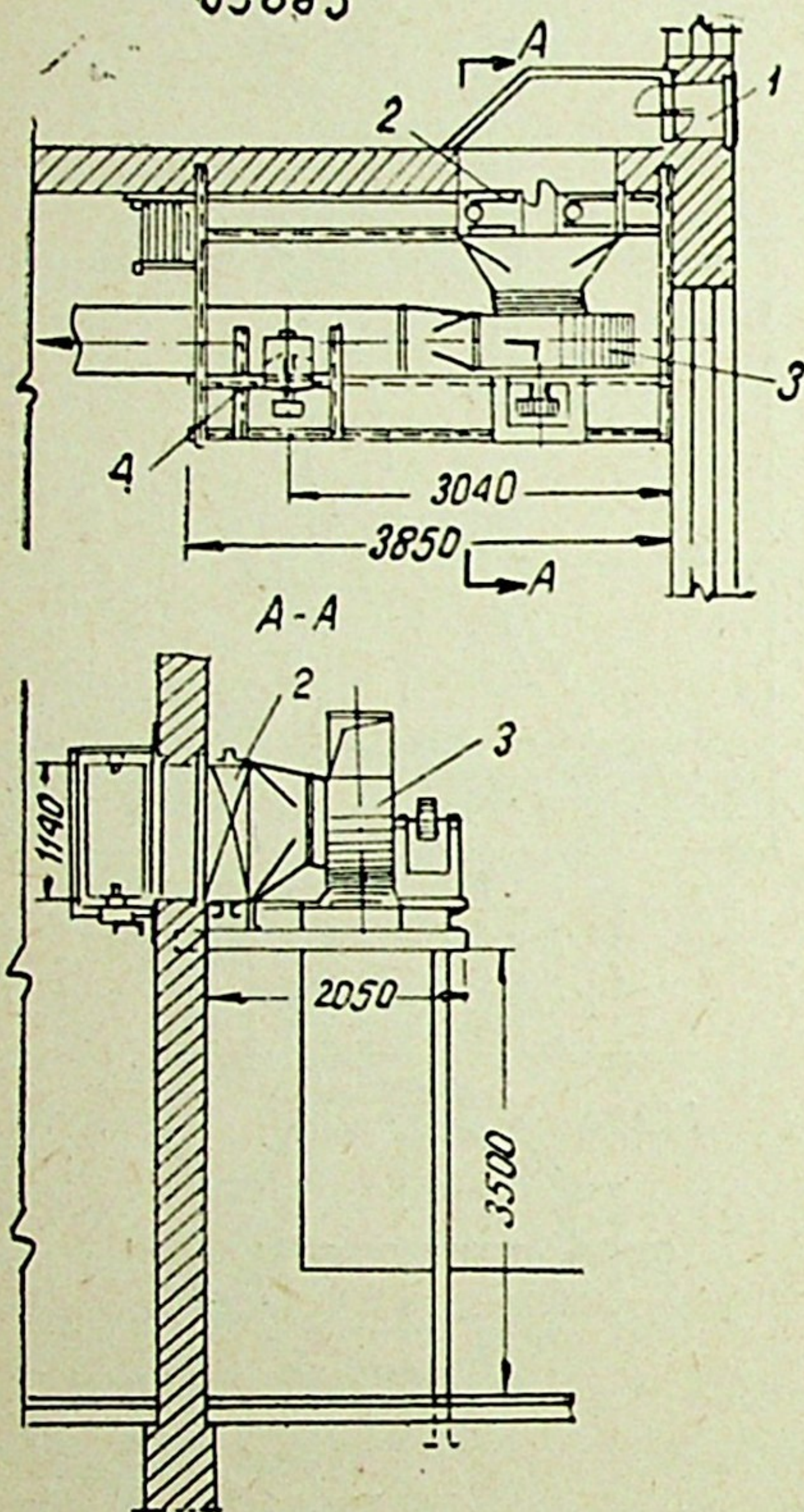
ჰაერის მოღიწეობითი და ამომწოვი კაბეაბი

როდესაც ვენტილაციის სისტემების მოწყობილობები განლაგებულია სპეციალურ იზოლირებულ სათავსებში, მაშინ ამ სათავსებს სავენტილაციო

კამერებს უწოდებენ. არსებობს მოდინებითი და ამომწოვი კამერები. ისინი შემდგომისდაგვარად განლაგებული უნდა იქნენ სისტემის შუაში. კამერების ზომები ისე უნდა შეირჩეს, რომ უზრუნველყოს სავენტილაციო მოწყობილობა — დანადგარების მოხერხებულად განლაგება, მონტაჟისა და შემდგომი ექსპლუატაციის ნორმალური წარმოება.

სამოქალაქო დანიშნულების შენობებში მოდინებითი კამერები ეწყობა სხვენზე, ტექნიკურ სართულებზე ან სარდაფებში, ხოლო სამრეწველო დანიშ-

შეგება



ნახ. XII.5

ნულების საამქროებში უმეტეს შემთხვევებში აწყობენ იატაკზე ან ბაქნებზე და შემდგომისდაგვარად გარე გადამლობავ კედლებთან უშუალოდ ახლოს. XII.5 ნახაზზე ნაჩვენებია საამქროში ბაქანზე განლაგებული მოდინებითი კამერა. ასეთი განლაგებისას ის არ იკავებს საამქროს სასარგებლო ფართობს. გარე ჰაერის მიღება ხდება საამქროს გარე კედელში დატოვებული ჰაერმიმღებით 1, რომელსაც დაყენებული აქვს უძრავი ჭალუბებიანი გისოსი, ჰაერმიმღებიდან ჰაერი გასათბობად მიეწოდება კალორიფერს 2, გამთბარი ჰაერი ვენტილატორის 3 საშუალებით, რომელსაც ამოდრავებს ელექტროძრავი 4, დაიჭირხნება სათავსებში.

როდესაც მოდინებული ჰაერი გაქუჩყიანებულია მავნე მინარევებით, 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, კალორიფერები 4, ვენტილატორი 5, ელექტროძრავი 6 და შემოსავლელი სარქველი 7.

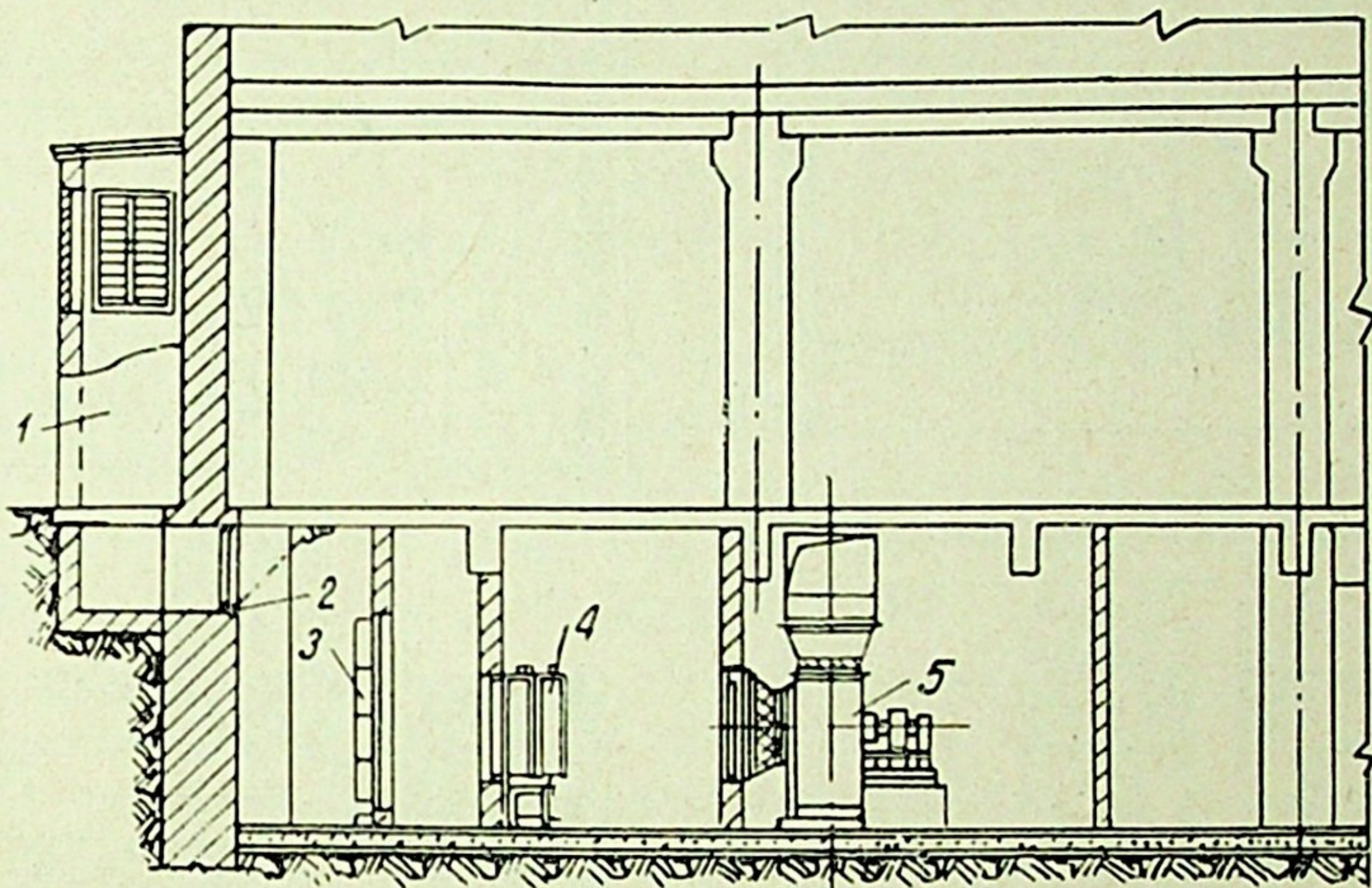
XII.7 ნახაზზე ნაჩვენებია ჰაერის მოდინების კამერის განლაგება სხვენზე. აქ აღნიშვნები იგივეა, რაც წინა ნახაზზე. საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებში ჰაერის ამომწოვი კამერები ეწყობა სხვენზე ან ზედა სართულში სპეციალურად ამ მიზნისთვის გათვალისწინებულ სათავსოში, კამერაზე ეწყობა ჰაერის ამომწოვი შახტი, რომელიც გაიყვანება სახურავზე.

XII.8 ნახაზზე ნაჩვენებია ამომწოვი კამერა. კამერაში გასაწოვი ჰაერი მოედინება კედლებში დატოვებული არხებით ან სპეციალურად მოწყობილი

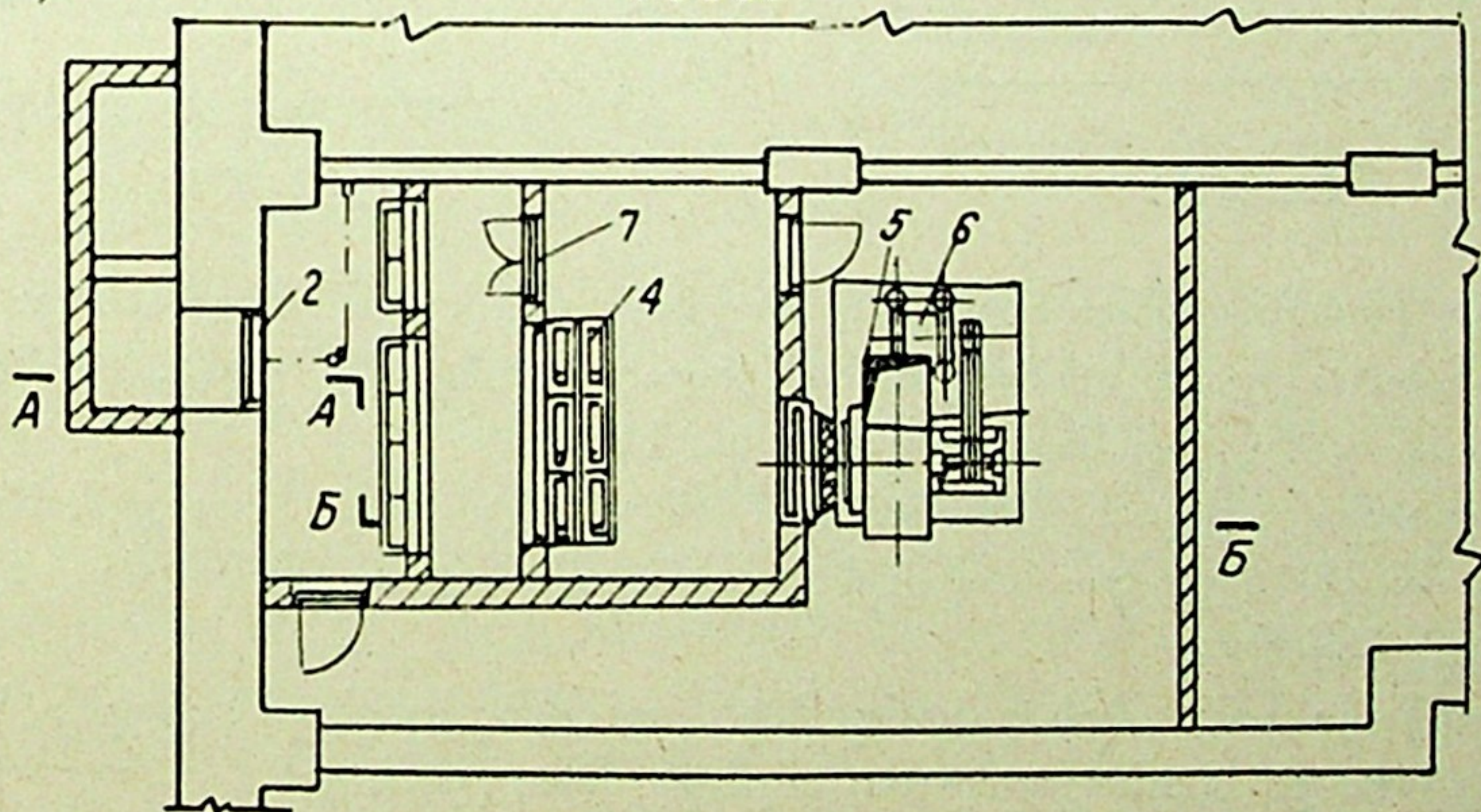
ჰაერსატარებით. კამერიდან ჰაერი ვენტილატორის საშუალებით მიეწოდება ამომწოვ შახტს, რომლითაც გაიყვანება ატმოსფეროში. როდესაც სავენტილაციო სისტემას გაზრდილი წინაღობა აქვს, მაშინ კამერაში აყენებენ ცენტრიდანულ ვენტილატორს, ხოლო მცირე წინაღობის შემთხვევაში — ღერძულ ვენტილატორს.

სამრეწველო დანიშნულების საამქროებში ამომწოვი კამერები, როგორც წესი, არ ეწყობა. ამ საამქროებში იატაკზე, ბაქნებზე ან სპეციალურ სვეტებზე

ჭრილი AA - 55



ბეჭდა



ნახ. XII.6

აყენებენ ცენტრიდანულ ვენტილატორებს, ხოლო ღერძულ ვენტილატორებს ატანენ კედლებში და ფანჯრის ღიობებში. ამომწოვი კამერები არ ეწყობა ვენტილაციის ბუნებრივი სისტემების გამოყენების შემთხვევაშიც.

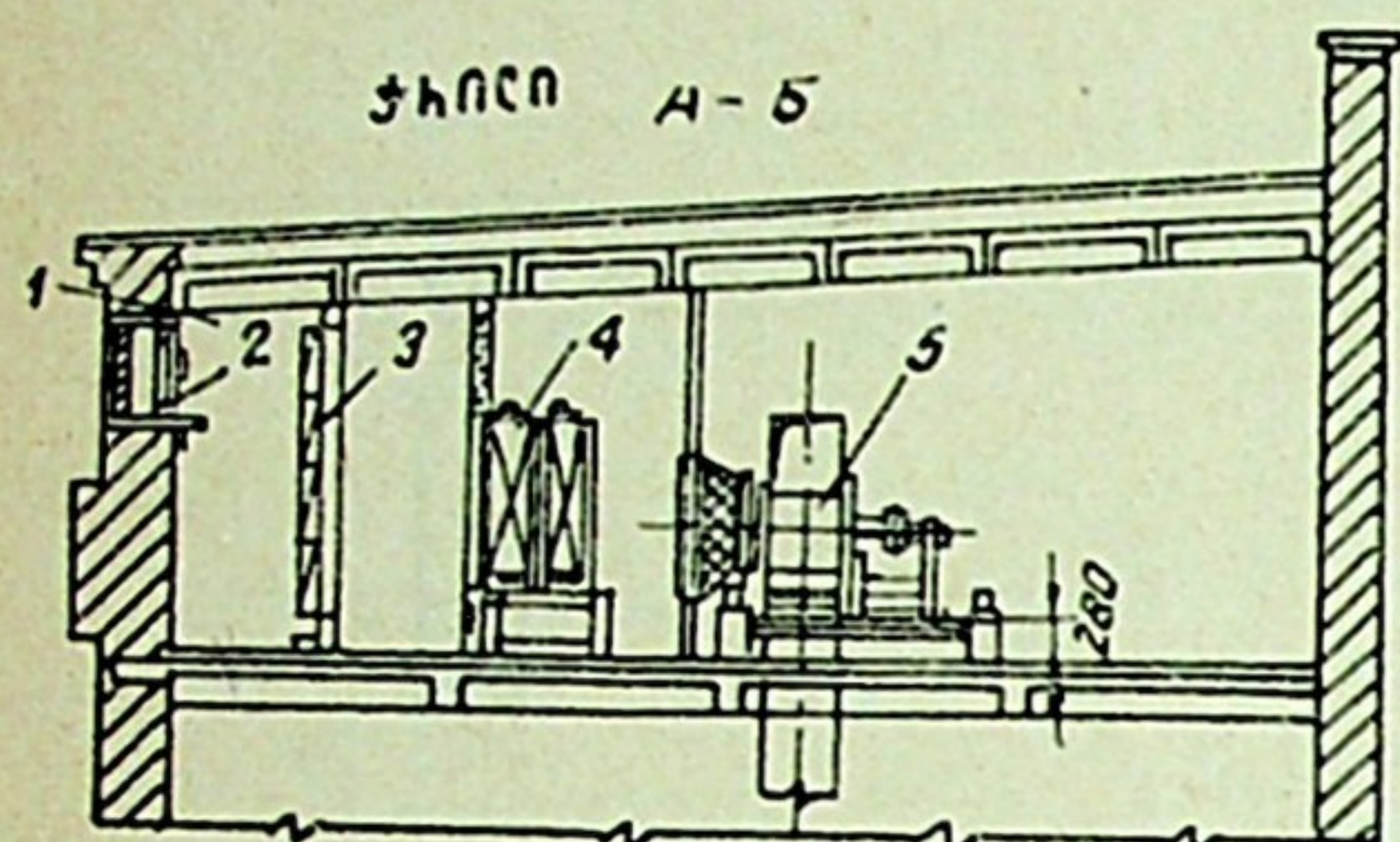
იმ შემთხვევებში კი, როცა სამრეწველო დანიშნულების შენობებში საჭიროა ამომწოვი კამერების მოწყობა, მათი განლაგება ხდება შენობის შიგნითა ბაქნებზე, ანტრესოლებზე ან შენობის სახურავებზე (როცა ეს დაშვებულია ხანძარსაწინააღმდეგო ნორმებით).

მოძინებითი და ამომწოვი სავენტილაციო სისტემების აგრეგატების განლაგება ერთ კამერაში არ დაიშვება.

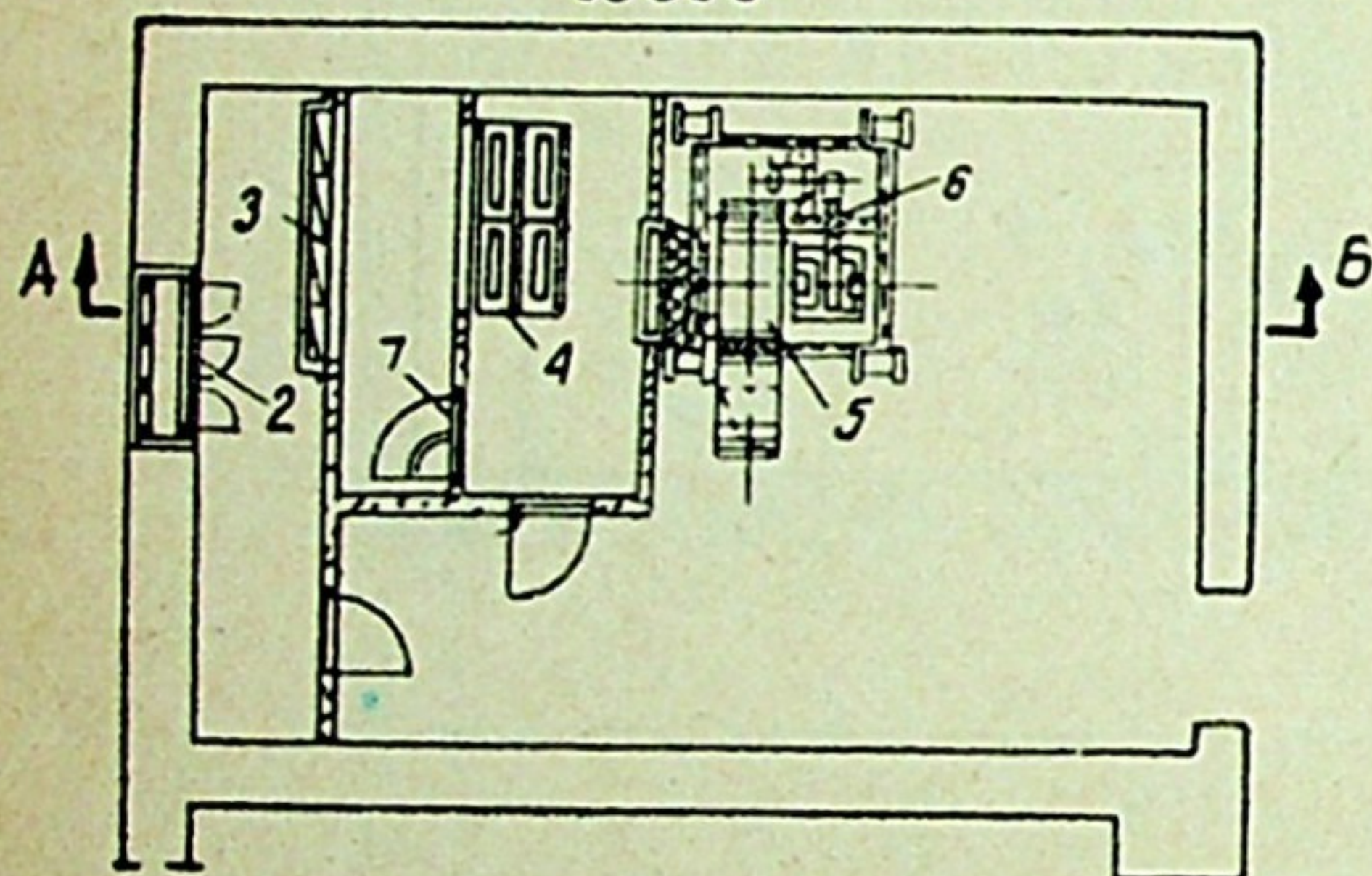
მოძინებითი და ამომწოვი კამერების მოწყობისას უნდა ვიხელმძღვანელოთ მოსაზრებებით:

1) სავენტილაციო სისტემები უნდა მოემსახურონ მსგავსი დანიშნულების საამქროებს;

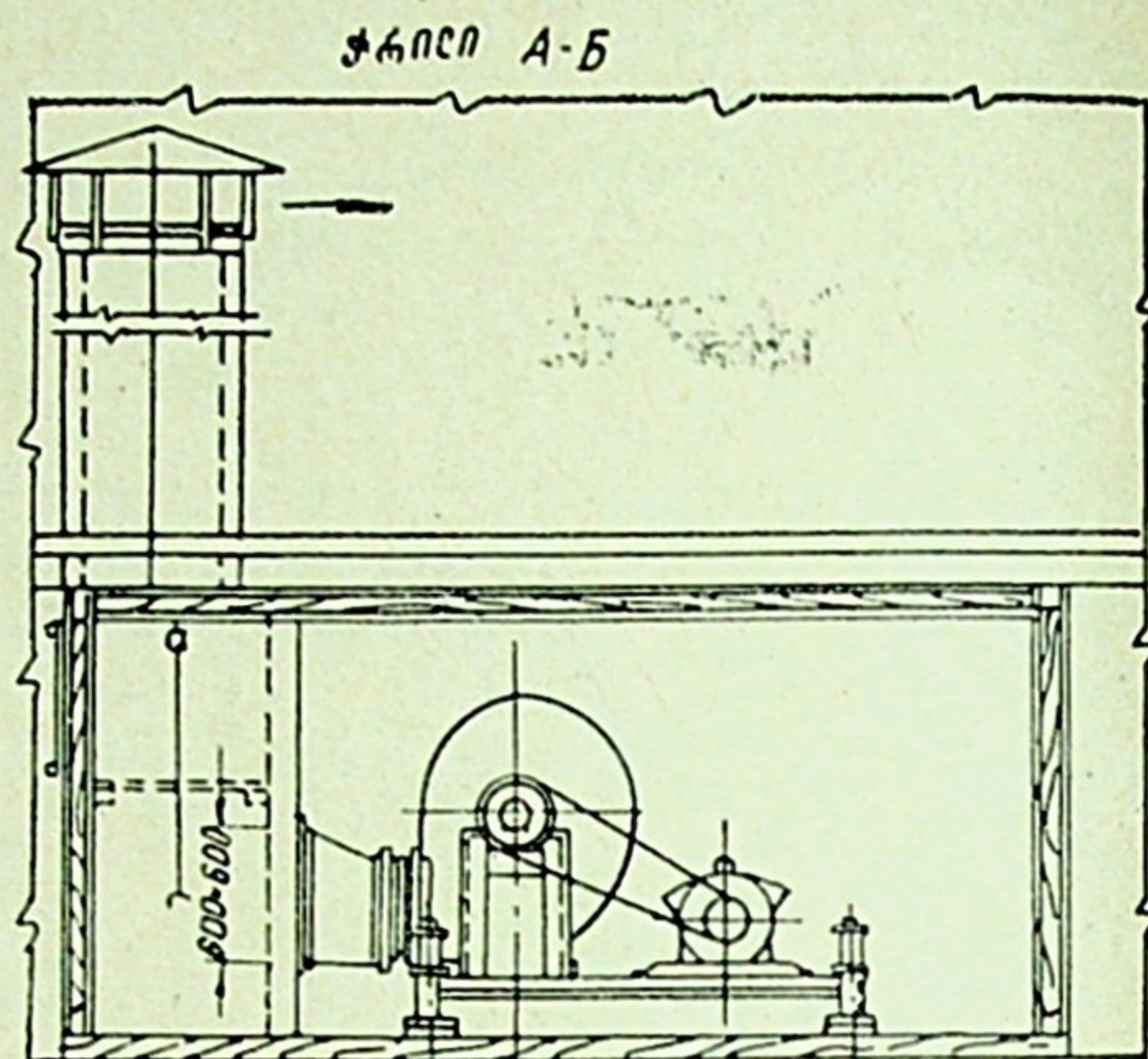
2) არ დაიშვება ისეთი ამომ-



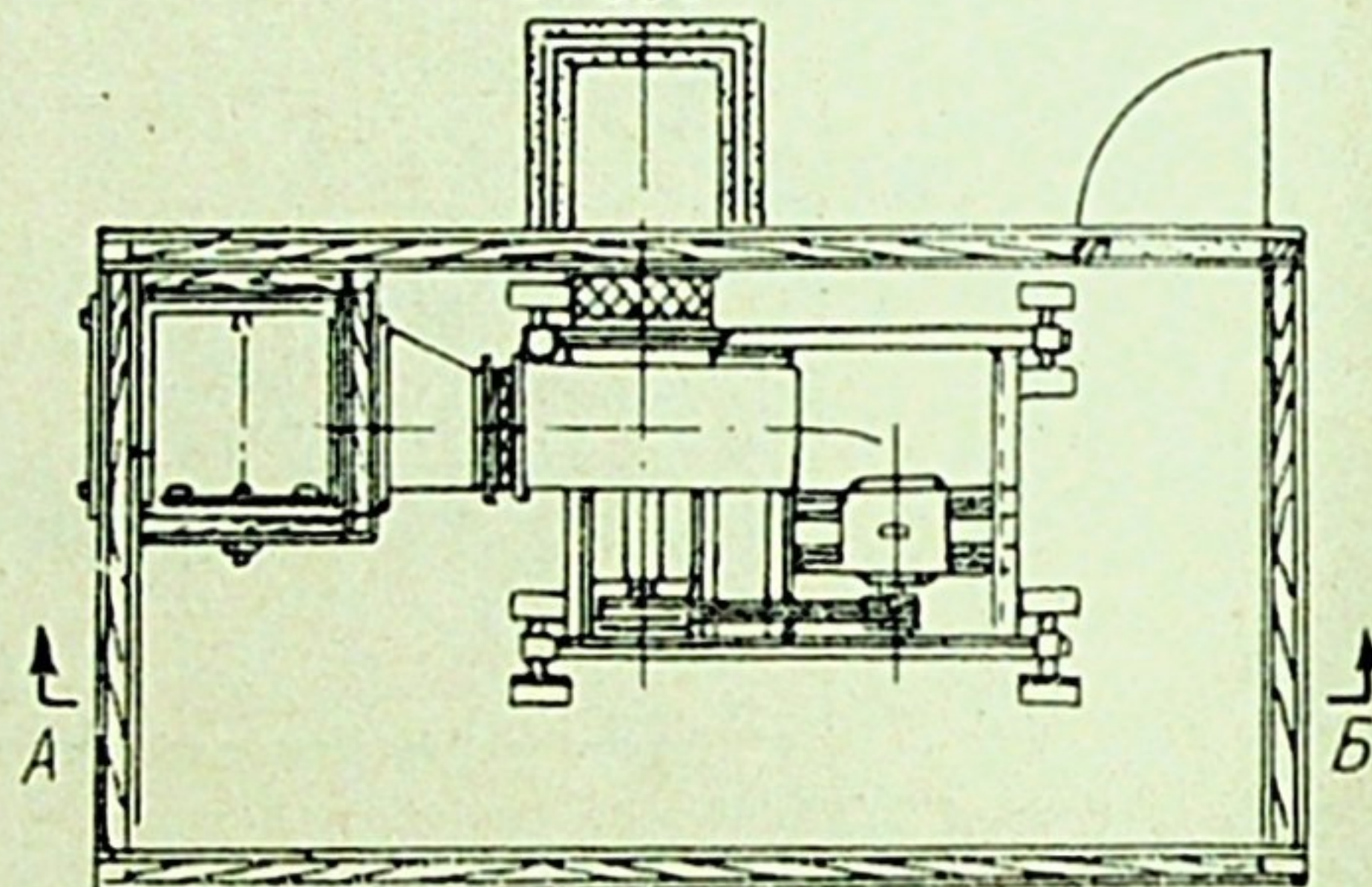
ბეჭედი



ნახ. XII.7



ბეჭედი



ნახ. XII.8

წოვი სისტემების გაერთიანება, რომლებიც ამოწოვენ მტვრიან და ტენიან ჰაერს, ანაორტლებს, რომლებიც ადვილად კონდენსირდება, მომწამვლელ, აალებად ან ფეთქებად ნივთიერებებს და სხვა.

მრავალსართულიან შენობებში, რომლებშიც დიდი რაოდენობითაა მოწყობილი სავენტილაციო სისტემები, მიზანშეწონილია ტექნიკური სართულების გათვალისწინება.

ამომწოვი კამერების გადამლობავი კონსტრუქციები მზადდება ხანძარსაწინააღმდეგო და სითბოგაუმტარი მსუბუქი მასალებისაგან.

§ 52.

არხები და კაესაფარები

არხებსა და ჰაერსატარებს შეიძლება ჰქონდეთ მრგვალი, ოთხკუთხა ან სწორკუთხა განივი კვეთი. საცხოვრებელ და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებში არხები ეწყობა გადამლობავ კონსტრუქციებში ან კეთდება მისადგმელი. აგურის კედელში მოწყობილი არხების მინიმალური 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, დიამეტრი — 100 მმ.

მისადგმელი არხები მზადდება აზბესტცემენტის მილებისაგან, წიდა-ბეტონის, წიდა-თაბაშირის ან კირ-თაბაშირის ფილებისაგან. მისადგმელი არხების მინიმალური ზომებია 150×100 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 მეტსართულიან საცხოვრებელ, საზოგადოებრივ ან დამხმარე დანიშნულების შენობების სათავსებისთვის.

ჰორიზონტალური არხები ეწყობა სათავსების ჰერქვეშ. ზოგ შემთხვევაში, არქიტექტურული მოთხოვნის გამო, ჰორიზონტალური არხების დასამალავად ეწყობა დამატებითი, ე. წ. შეკიდული ჰერი.

იმისაგან დამოუკიდებლად, თუ რა მასალისაგანაა დამზადებული ჰაერსატარი ან რა კონსტრუქციისაა არხი, დიდი მნიშვნელობა აქვს მათი შიგა ზედაპირის მდგომარეობას, მოხვეულობების რაოდენობას და ერთი კვეთიდან მეორეზე გადასვლისას გამოყენებულ ფასონური ნაწილების ფორმას, რადგანაც უმეტესად ამათზეა დამოკიდებული ჰაერსატარებში ჰაერის მოძრაობისადმი წარმოქმნილი წინაღობის სიდიდე. გლუვი ზედაპირები უზრუნველყოფენ ნაკლებ წინაღობას და, გარდა ამისა, ადვილია მათი მტვრისაგან 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, ვინაიდან, რაც უფრო ნაკლებია პერიმეტრი, მით უფრო ნაკლებია ხახუნის 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 მედვიე მასალების (კერამიკა, პლასტმასა, უჟანგავი ფოლადი და სხვ.) გამოყენება.

ფურცლოვანი ფოლადის ზედაპირის დაფარვა დამცველი საღებავით ვერ უზრუნველყოფს ლითონის დაცვას კოროზიისგან.

ფოლადის ჰაერსატარები იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰაერსატარში გამა-

ვალი ჰაერის ტემპერატურა არ აღემატება 80°C , იღებება ზეთის საღებავით, ხოლო როცა აღემატება 80°C — ცეცხლგამძლე საღებავით.

ჰაერსატარების მიმაგრება (დაკიდება) სამშენებლო კონსტრუქციებზე ხორციელდება კრონშტეინების, საკიდარებისა და სხვა მოწყობილობათა საშუალებით.

კედლებში მოწყობილი არხებისა და მისადგმელი არხების ამომწოვი და მოდინებითი ნახვრეტები, იმ მიზნით, რომ არ დააუშნოთ სათავსების შიგა საერთო ხედი, შესაბამისად უნდა იყოს გაფორმებული. ნახვრეტების 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 ნახვრეტში გამავალი ჰაერის რაოდენობის რეგულირება შეიძლებოდეს, გისოსებში აყენებენ მოძრავ ჟალუზებს (ფრთებს), ხოლო ჰაერის ნაკადის მიმართულების რეგულირებისათვის — მიმმართველ ნიჩბებს.

საცხოვრებელი შენობების იმ სათავსებში (სამზარეულო, სააბაზანო და სხვა), რომლებშიც განლაგებულია აირის ხელსაწყოები, აყენებენ უძრავ ჟალუზებიან გისოსებს.

§ 53.

ჰაერსანაწილებლები და საცმები

სამრეწველო დანიშნულების სათავსებში დიდი რაოდენობით მოდინებული ჰაერის მიწოდებისას ითვალისწინებენ ჰაერსანაწილებლებისა და საცმების დაყენებას. ჰაერსანაწილებლების საშუალებით ხორციელდება ჰაერის ნაკადის ვერტიკალური, ჰორიზონტალური ან დახრილი მიწოდება სათავსში. ჰაერსანაწილებლის კონსტრუქციაზე დამოკიდებულებით შეიძლება ჰაერის ერთმხრივი ან მრავალმხრივი მიწოდების უზრუნველყოფა.

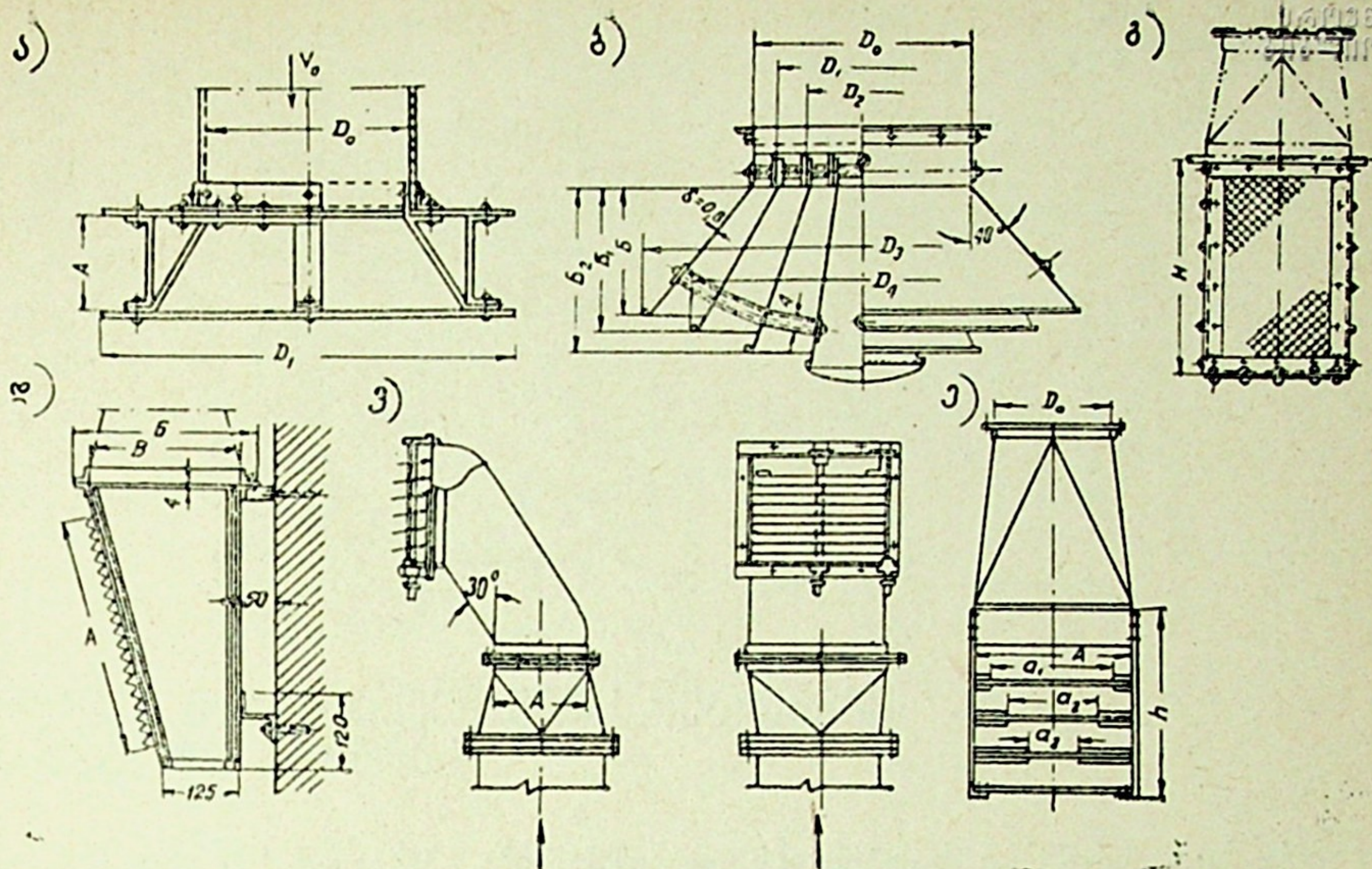
XII.9, ა ნახაზზე ნაჩვენებია საცმი ჰაერის მოძრაობის განივად დაყენებული ფარით. ამ კონსტრუქციის საცმის გამოყენება მიზანშეწონილია დაბალ სათავსებში, იმ შემთხვევებში, როდესაც საჭიროა მოდინებული ჰაერის ყველა მხარეს განაწილება სამუშაო ზონის ზემოთ.

აღნიშნულ საცმებს უკეთდება უძრავი და მოძრავი ქვედა ფარიკები. მოძრავი ფარიკების საშუალებით ხორციელდება ჰაერგამომშვები ნახვრეტის სიმაღლის ცვლა, რაც სათავსში მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობის რეგულირების საშუალებას იძლევა.

XII.9, ბ ნახაზზე ნაჩვენებია სამდიფუზორიანი საცმი გამოიყენება სათავსში სამუშაო ადგილებზე დიდი რაოდენობის ჰაერის მცირე სიჩქარით განაწილების საჭიროების შემთხვევაში.

XII.9, გ ნახაზზე ნაჩვენებია ბადიანი კვადრატული სამმხრივი საცმი, რომელიც კეთდება კედლებზე ან სვეტებზე და გამოიყენება მოდინებული ჰაერის მოძრაობის მცირე სიჩქარეების საჭიროების შემთხვევაში. ამ საცმებს დიდი მწარმოებლობა აქვთ, მაგრამ დიდი გაბარიტული ზომებისაა.

XII.9, დ ნახაზზე ნაჩვენებია უძრავ ჟალუზებიანი კონუსისებრი საცმი, რომელიც შეიძლება იყოს ჰაერის ერთ ან ორმხრივი გამომშვები; გამოიყენება ჰაერის ზედა და ქვედა ზონებში მიწოდების საჭიროებისას.



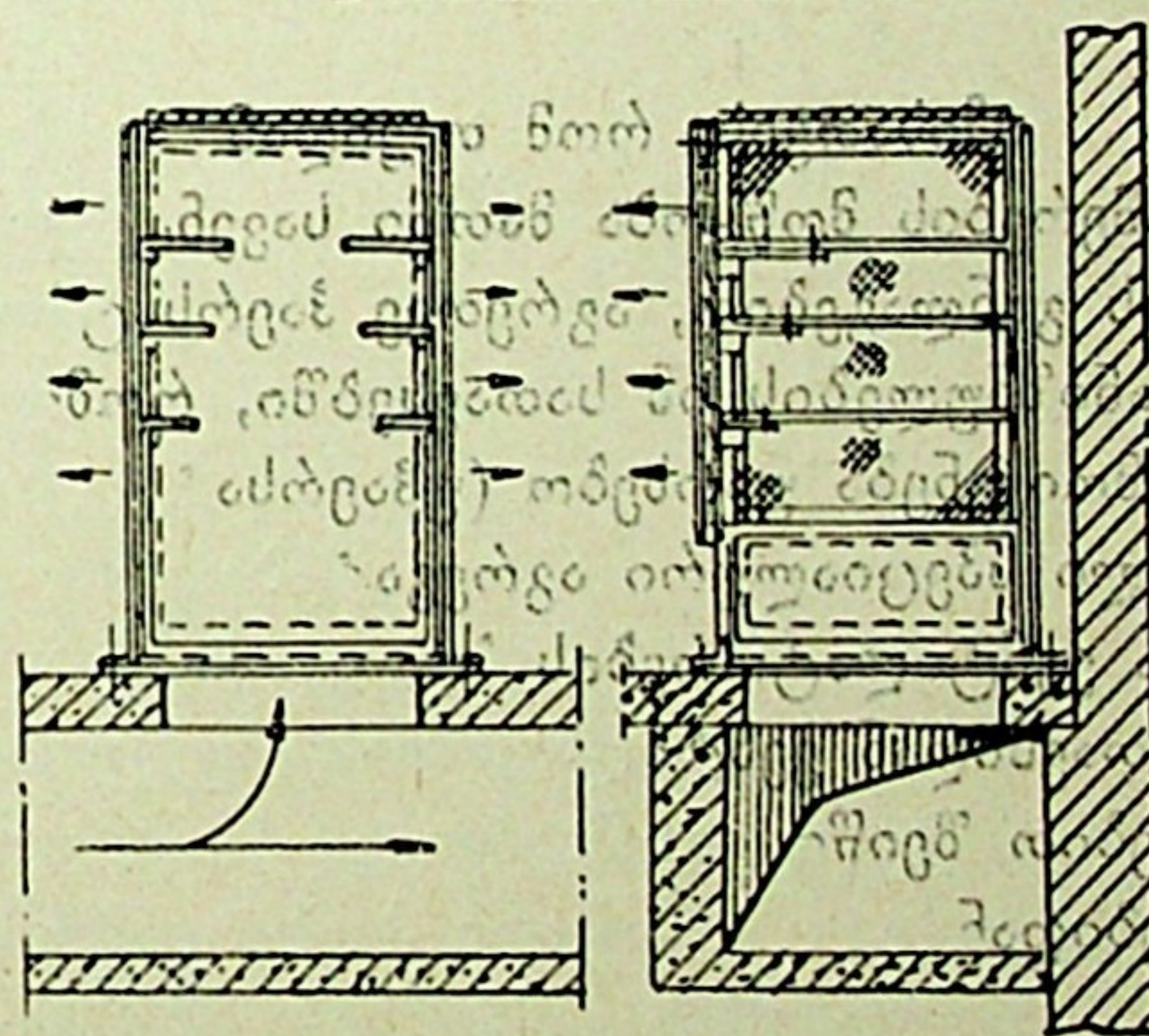
ნახ. XII.9

XII.9, ე ნახაზზე ნაჩვენებია სამმხრივი კვადრატული საცმი თაროებით. იგი გამოიყენება სამუშაო ზონაში ჰაერის ნაკადის დაფანტულად მიწოდების საჭიროების შემთხვევაში. თაროების დანიშნულებაა ჰაერის ნაკადის მოძრაობის შეცვლა, მათ II-ს მაგვარი ფორმა აქვთ და ჰაერის მისაწოდებლად შუაში დატოვებული აქვთ ნახვრეტები.

XII.9, ვ ნახაზზე ნაჩვენებია ჰაერის შხაპისმაგვარად მიმწოდებელი საცმი, რომელიც მილყელის საშუალებით უერთდება იატაკქვეშ გამავალ ჰაერსატარს. ეს საცმები გამოიყენება სათავსის ცალკეულ უბნებში ჰაერის გარემოს ნორმალური პირობების შექმნის საჭიროების შემთხვევაში.

XII.10 ნახაზზე ნაჩვენებია იატაკზე დასადგმელი სამმხრივი ტუმბო, რომელიც აგრეთვე გამოიყენება იატაკქვეშ გამავალ ჰაერსატარზე მისაერთებლად და ჰაერის ნაკადის სათავსის ქვედა ზონაში მისაწოდებლად.

სავენტილაციო ტექნიკაში დიდი გამოყენება ჰპოვა ჰერზე შეკიდულმა პლაფონებმა, რომლებიც ქმნიან ჰაერის ნაკადის ნაფენს ჰერზე და შემდეგ კედლებზე. ისინი უმთავრესად გამოიყენება მცირე მოცულობის იმ სათავსებში, რომლებშიც საჭიროა დიდი ჰაერცვლის უზრუნველყოფა, ანდა როცა საჭიროა სათავსში მოდინებით ჰაერის მიწოდება ტემპერატურათა დიდი სხვაობით (-20° და მეტი).



ნახ. XII.10

ვენეზუელისთან შეთანხმებული ჰაერით სათბობი სისტემები

ჰაერით სათბობი სისტემების დანიშნულება, შესაძლო სქემები და მათი გაანგარიშების მეთოდები ჩვენ მიერ განხილული იყო სახელმძღვანელოს პირველ ნაწილში*. აქ კი ვიხილავთ ჰაერით სათბობ იმ სისტემებს, რომლებიც უმთავრესად სამრეწველო დანიშნულების სათავსებში გამოიყენება.

§ 54.

ჰაერით სათბობი დასაწვადიზაბუდი სისტემები

იმისათვის, რომ თავიდან ავიშოროთ დიდი ზომებისა და მოცულობის კამერების მოწყობა მათში სავენტილაციო დანადგარებისა და კალორიფერების განლაგებით, აგრეთვე ჰაერსატარების ქსელის გაყვანილობა, სამრეწველო დანიშნულების იმ სათავსებში, რომლებშიც დაიშვება ხმაური, როგორც წესი, გამოიყენება უარხებო (უჰაერსატარებო) ჰაერით სათბობი სისტემები, აღჭურვილი სპეციალური აგრეგატებით, რომლებიც წარმოადგენენ კალორიფერებისა და ვენტილატორების ბლოკს. მათი მოქმედების პრინციპი მეტად მარტივია. სათავსიდან ვენტილატორის (ჩვეულებრივ ღერძული ვენტილატორის) საშუალებით შეიწოვება ჰაერი და მიეწოდება კალორიფერებს, ხოლო კალორიფერებიდან უკვე გამთბარი ჰაერი გამოისროლება ისევ სათავსში.

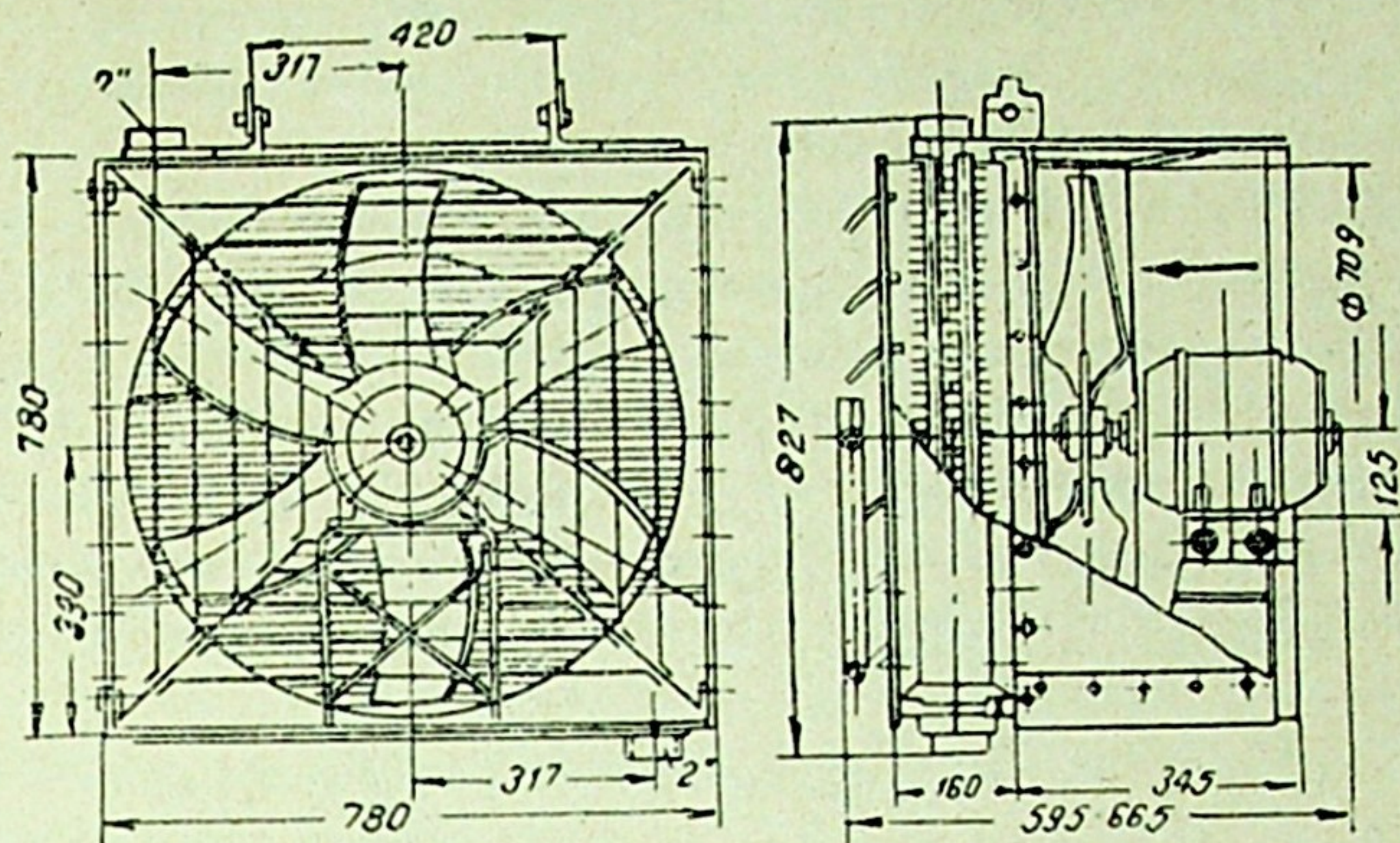
აგრეგატების გამოყენება ამარტივებს და აიაფებს ჰაერით სათბობი სისტემების ღირებულებას, მაგრამ ისინი სათავსებში ქმნიან დიდ ხმაურს, რაც, რასაკვირველია, მათ სერიოზულ ნაკლად ითვლება.

აგრეგატები შეიძლება იყოს როგორც მცირე ზომებისა და წონის, რომლებიც ეწყობა სვეტებზე დამაგრებულ კრონშტეინებზე, ისე მსხვილი, რომლებიც ეწყობა იატაკზე, სპეციალურად მათთვის მოწყობილ საძირკვლებზე.

ქვემოთ განვიხილოთ ჩვენი წარმოების მიერ გამოშვებული შემდეგი დასახელების აგრეგატები:

* გ. დარჩია, გათბობა და ვენტილაცია, ნაწილი 1, თავი XIII. გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, 1967.

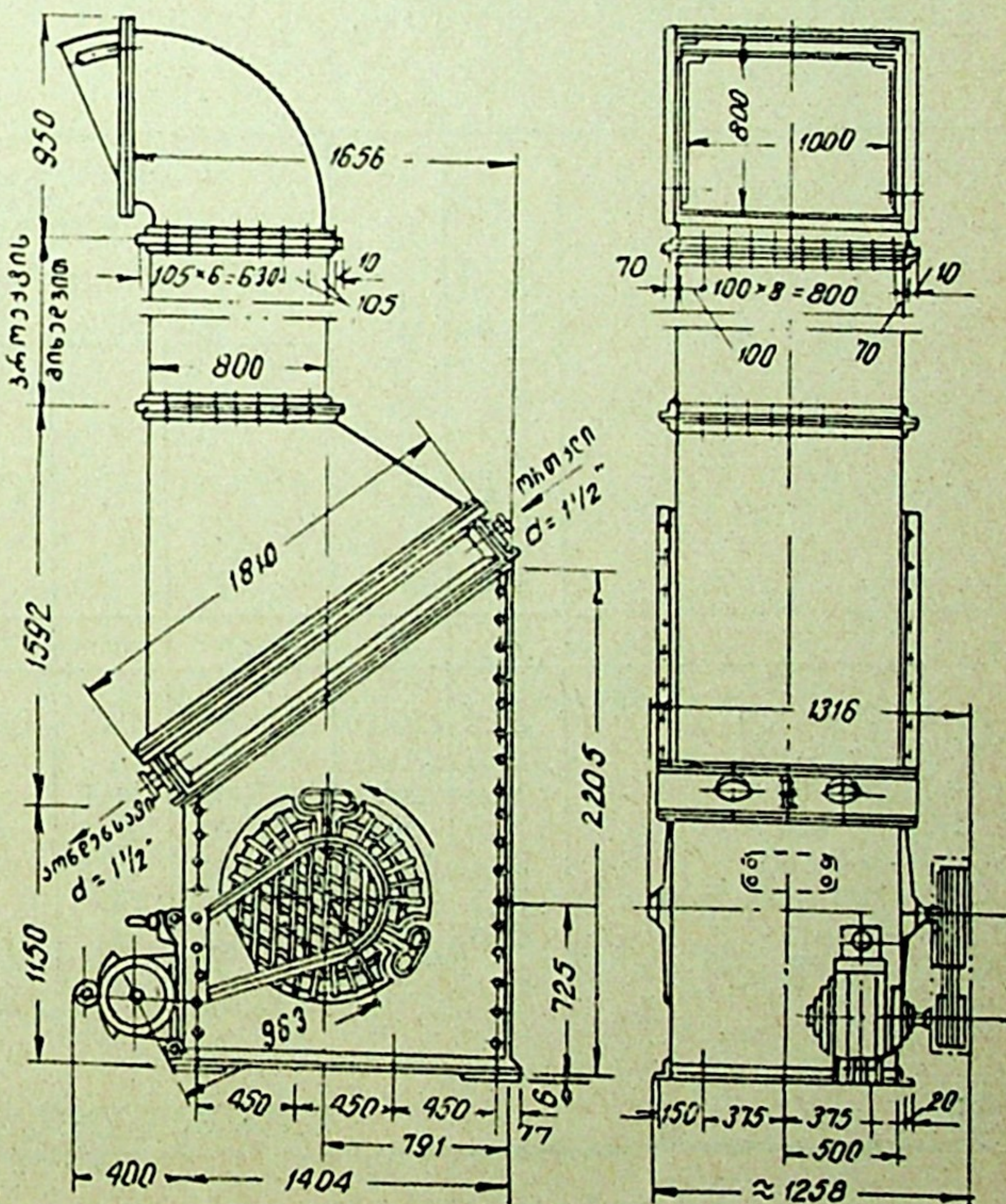
1. ორთქლწყლიანი АПВ ტიპის, რომელიც შედგება: ა) ფირფიტოვანი კალორიფერისგან; ბ) ოთხფრთიანი МЦ ტიპის ღერძული ვენტილა-



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 მაგრდება შეფერებისაგან დამზადებულ სპეციალურ ჩარჩოზე, რაც მისი დამაგრების საშუალებას იძლევა როგორც კრონშტეინებზე, ისე იატაკზე.

2. ორთქლწყლიანი ჩამოსაკიდი АПВС ტიპის, რომელიც შედგება სპირალისებური წიბოებიანი კალორიფერისგან. იგი წარმოადგენს АПВ ტიპის აგრეგატის მოდიფიკაციას და მასთან შედარებით აქვს მცირე ჰაერმწარმოებლობა. თბომწარმოებლობა და წონა.



ნახ. XIII.2

3. ჩამოსაკიდი ГСТМ-70 ტიპის (ნახ. XIII.1), რომელიც მუშაობს როგორც ორთქლზე, ისე წყალზე. აგრეგატი შედგება: ა) ექვსფრთიანი МП-7 ტიპის ღერძული ვენტილატორისგან ელექტროძრავით; ბ) ფირფიტოვანი ГСТМ ტიპის კალორიფერისგან; გ) აგრეგატის ჰაერის გამოსაშვებ ნახვრეტზე დაყენებული გისოსისაგან საბრუნებელი ფრთებით.

4. СТД-300 ტიპის (ნახ. XIII.2). ეს აგრეგატი მუშაობს ორთქლზე და გადამეტხურებულ წყალზე. მას ყველაზე დიდი ჰაერ და თბომწარმოებლობა აქვს, მაგრდება სპეციალურად მისთვის მოწყობილ საძირკვლებზე. იგი შედგება: ა) ЦАГИ-СТД ტიპის ვენტილატორისაგან ორმხრივ შემწოვი მუშათვლით; ბ) ელექტროძრავისაგან; გ) კორპუსისაგან; დ) ГСТМ ტიპის ერთი კალორიფერისაგან, როცა თბოშემცველი ორთქლია, და ორი კალორიფერისაგან, თუ თბოშემცველი გადამეტხურებული წყალია; ე) გამომბოლქვი მილულისგან.

XIII.1 ცხრილში მოცემულია სათბობ-სავენტილაციო აგრეგატების მაჩვენებლები.

აგრეგატების 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 ნაჩვენები აგრეგატების თბომწარმოებლობები გადაანგარიშებული უნდა იქნეს ფაქტიურ პარამეტრებზე.

ცხრილი XIII.1

აგრეგატის ტიპი	კალორიფერის ხურების ფართობი მ ² -ობით	ჰაერმწარმოებლობა, კვ/სთ-ობით	თბომწარმოებლობა და ტემპერატურა				ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ-ობით	აგრეგატის წონა, კგ-ობით
			ორთქლით, როცა $P=2$ კგ/სმ ²		წყლით 130/70°			
			Q კკალ/სთ-ობით	t °C	Q კკალ/სთ-ობით	t °C		
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	23000	280000	67	190000	55	8,6	813
АПВС—50—30	10,8	2450	50000	100,7	30000	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	80000	55,6	3,2	220
СТД—300 (ორთქლი)	72,5	29500	300000	57	—	—	—	1063
ГСТМ—70—А	20,9	8500	60000	48	30000	30	—	217
СТД—300 (წყალი)	145	30000	—	—	290000	60	—	1488

§ 55.

გათბობა ჰაერის თავმოყრილი მიწოდებით

ჰაერით სათბობი დეცენტრალიზებული სისტემების გამოყენებისას სათავსოში 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,

რომლებშიც ჰაერის სათავსში გამოდინების სიჩქარე აღწევს 25 მ/წმ. ეს აგრეგატები გამოიყენება იმ მცირე მწარმოებლობის აგრეგატების ნაცვლად, რომლებიც ადრე დიდი რაოდენობით იდგმებოდა სათავსის მთლიან ფართობზე. იმისათვის, რომ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე სამუშაო ადგილებზე არ აღემატებოდეს ზღვრულად 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, დიდსიჩქარიანი 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 სა-

თავსის 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 სიმაღლე, მ-ობით.

ნაკადის შორსმსროლობა გამოითვლება ფორმულით

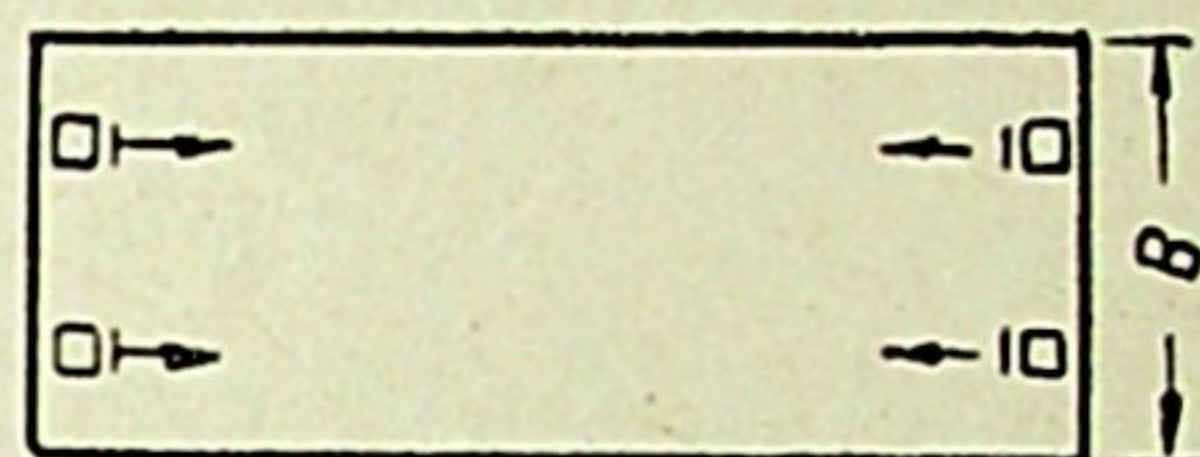
$$S = k \frac{c}{a} \sqrt{F} \text{ მ}, \quad (13.2)$$

სადაც k არის კოეფიციენტი და სათავსში აგრეგატის დაყენების h სიმაღლეზე დამოკიდებულებით აიღება:

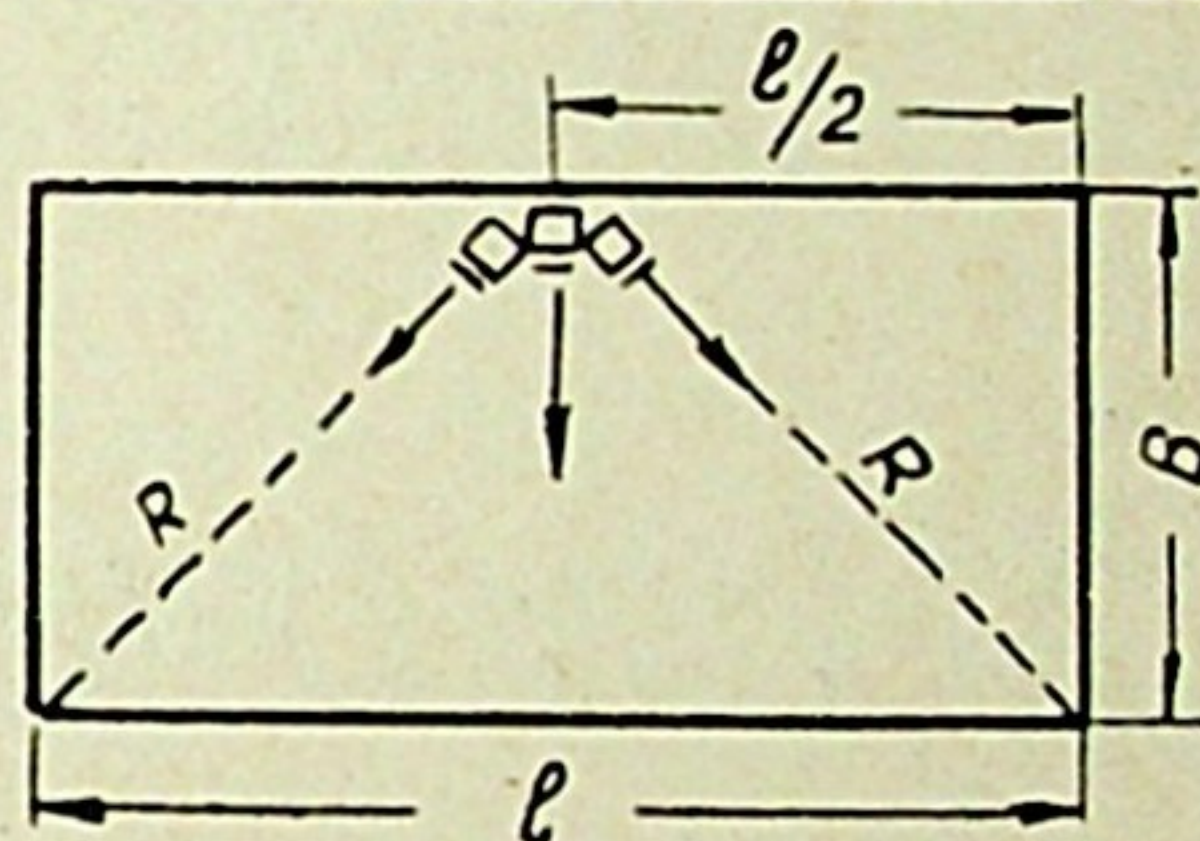
$$k=1, \quad \text{როცა } h > 0,6H \text{ და}$$

$$k=0,71, \quad \text{როცა } h \leq 0,6H;$$

ა



ბ



ნახ. XIII.3

- a — ნაკადის ტურბულენტურობის კოეფიციენტი;
 F — სათავსის იმ განივი კვეთის ფართობი, რომელსაც ემსახურება ერთი ნაკადი, მ²-ობით;
 c — კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია გაანგარიშებისას ჩვენ მიერ აღებულ ჰაერის მოძრაობის მაქსიმალურად დასაშვებ სიჩქარეზე ($v_{\text{მაქს}}$ მ/წმ) სათავსში და B და H თანაფარდობაზე. c კოეფიციენტის მნიშვნელობები მოცემულია XIII.2 ცხრილში.

ცხრილი XIII.2

$v_{\text{მაქს}}$ მ/წმ-ობით	0,2	0,3	0,5	0,75	1	1,5
c -ს მნიშვნელობები:						
როცა $b \leq 4H$	0,28	0,23	0,37	0,4	0,42	0,44
$b > 4H$	0,2	0,23	0,26	0,28	0,3	0,31
c_1 -ის მნიშვნელობები	0,2	0,25	0,29	0,32	0,33	0,36

შენიშვნა: b არის სათავსის სიგანის ის ნაწილი, რომელსაც ემსახურება ჰაერის ერთი ნაკადი; c -ს მნიშვნელობები მოცემულია პარალელური სქემისთვის, c_1 -ისა — მარაოსებრი სქემისთვის.

ჰაერცვლის ოპტიმალური ჯერადობა ელექტროენერგიის ხარჯის თვალსაზრისით გამოითვლება ფორმულით

$$n_{\text{ობ}} = \frac{300 v_{\text{მაქს}}^2}{S}. \quad (13.3)$$

ჰაერგამომშვები საცმის დიამეტრი გამოითვლება ფორმულით

$$d_{\text{საც}} = \frac{L_{\text{ნაკ}}}{v'_{\text{მაქს}} \sqrt{F}} \text{ მ}, \quad (13.4)$$

სადაც $L_{\text{ნაკ}}$ არის ჰაერის ხარჯი ერთ ნაკადში, მ³/წმ-ობით;

როცა $b \leq 4H$, მაშინ $v'_{\text{მაქს}} = 1,137 v_{\text{მაქს}}$, ხოლო

როცა $b > 4H$, მაშინ $v'_{\text{მაქს}} = 0,795 v_{\text{მაქს}}$.

მარაოსებრი ნაკადი. ჰაერის ნაკადის მოქმედების რადიუსი გამოითვლება ფორმულით

$$R = \left(\frac{c_1}{a} \right)^2 H \text{ მ}. \quad (13.5)$$

ჰაერცვლის ოპტიმალური მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით

$$n_{\text{ობ}} = \frac{15 v_{\text{მაქს}}^2}{c_1 R}. \quad (13.6)$$

ჰაერის გამომშვები საცმის დიამეტრი გამოითვლება ფორმულით

$$d_{\text{საც}} = 6,25 \frac{a L_{\text{ნაკ}}}{v_{\text{მაქს}} H} \text{ მ}. \quad (13.7)$$

ლოკალიზებული, აღმოსაშენი და ავარიული ვენტილაცია. ჰაერის შარბები

§ 56.

აღმოსაშენი ამომწოვების კლასიფიკაცია

სამრეწველო აირები და ანაორთქლები მუშა ზონაში დიდი რაოდენობით მოხვედრისას იწვევენ მომუშავეთა მოწამვლას 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. ვენტილაციის ასეთ სახეს ლოკალიზებული ვენტილაცია ეწოდება. იგი გამოიყენება ყველა სახის მავნეობის თავიდან ასაცილებლად (მტვერი, აირები, ანაორთქლები, სითბო, ტენი).

ლოკალიზებული ვენტილაცია 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) გარსაცმები, როდესაც მავნეობის წყარო ჰაერმიმღების შიგნითაა და გარემოს უკავშირდება შედარებით მცირე ხვრელით, საიდანაც შემოდის ჰაერი და, ამასთანავე, ის ასრულებს აგრეთვე საკონტროლო ან სამუშაო ხვრელის როლს.

გარსაცმებს მიეკუთვნება ამომწოვი ქიმიური 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) საფარიანი ქოლგები — გარსაცმებისა და ქოლგების საშუალოდ ფორმა. ამ შემთხვევაში ქოლგის ზოგიერთ ბორტზე ჰკიდებენ საფარებს, რომელთა აწევა ან მოხსნა შეიძლება ნებისმიერ დროს,

დ) ბოტულის ამომწოვები, რომლებიც შეიძლება იყოს მარტივი ან გააქტიურებული (გადაბერვების საშუალებით).

გარსაცმებს და ქოლგებს შეიძლება ჰქონდეს მრავალნაირი ფორმა. მათი ძირითადი დანიშნულებაა მაგნე გამოწყოვების მაქსიმალურად დაკერა ჰაერის მინიმალური რაოდენობის საშუალებით.

როგორც ცნობილია, მტვერი, სითბო, აირები და სხვა მაგნეობები ვრცელდება ჰაერების სახით, რომლებიც გამოყოფის ადგილიდან დაშორებასთან ერთად შეერევიან სათავის ჰაერს. ამრიგად, რაც უფრო ახლოსაა ჰაერ-მიმღები მაგნეობის გამოყოფის ადგილთან, მით უფრო ნაკლები ჰაერია საჭირო მაგნეობის გასაყვანად (სხვა ერთნაირ პირობებში). როგორც წესი, მიმღების ფორმა და მდებარეობა უნდა შეესაბამებოდეს მაგნეობის წყაროს მიერ შექმნილი ჰაერის ხასიათს (მიმართულებას, სტრუქტურას და სხვ.).

ვინაიდან ყველაზე ეფექტური ადგილობრივი ამომწოვები — გარსაცმები ეწყობა უშუალოდ მაგნეობის გამოყოფის ადგილებთან, ამიტომ მათ შეიძლება ხელი შეუშალოს სამუშაო პროცესს. ეს რომ არ მოხდეს, მათი დაპროექტებისას გათვალისწინებული და შესწავლილი უნდა იქნეს მოცემულ დანადგარზე შესასრულებელი ყოველგვარი სამუშაოს წარმოების პროცესები, ხოლო გარსაცმის შექმნილი კონსტრუქციის მუშაობის ეფექტურობა გამოიცადოს უშუალოდ საწარმოო პირობებში.

§ 57.

ამომწოვი კარადები

ამომწოვი კარადები ადგილობრივი ამომწოვების ყველაზე უფრო სრულყოფილი სახეა. მომსახურე პერსონალი ამ შემთხვევაში იმყოფება საფარის გარეთ და ამიტომ მაგნე ნივთიერებების გაყვანა შეიძლება დასაშვებზე გაცილებით უფრო მაღალი კონცენტრაციით. ამომწოვი კარადების ჯგუფს შეგვიძლია მივაკუთვნოთ აგრეთვე სხვადასხვა ტიპის ტექნოლოგიური კამერები. მაგალითად, საშრობი და სამღებრო კამერები, ბუნკერები და სხვ.

გასაწოვი ჰაერის მოცულობა განისაზღვრება იმ პირობით, რომ კარადის ხერხელებიდან და არასიმჭიდროვეებიდან ადგილი არ ჰქონდეს მაგნე ნივთიერებების გარემო ჰაერში გამოდინებას. ასეთი გამოდინების ძირითადი გამომწვევი მიზეზია შიგა ჭარბი 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 მიმღები ხერხელი მოწყობილი აქვს ზედა ნაწილში, ხოლო ქვედა ნაწილში მოთავსებულია საკონტროლო ფანჯრები და კარები. თუ კარადა ცივია, ამომწოვი სისტემის მუშაობის დროს ყველა ეს ხერხელი მუშაობს ჰაერის მოდინებაზე, მაგრამ, როდესაც საშრობ კარადაში გვაქვს ცხელი ჰაერი, ქვედა ხერხელები მუშაობს ჰაერის მოდინებაზე, ხოლო ზედა ხერხელიდან გაბინძურებული და გადახურებული ჰაერი გამოედინება სათავსში. იმისათვის, რომ ზედა ხერხელი ვაიძულოთ იმუშაოს კარადაში ჰაერის მიწოდებაზე, საჭირო იქნებოდა კარადაში ჰაერის დიდი რაოდენობით გატარება, რაც თავის მხრივ გამოიწვევდა ელექტროენერგიისა და სითბოს გადახარჯვას. უფრო სწორია და ეკონომიურად გამართლებული ქსო-

ვილების მიწოდება ქვედა ზონიდან, რისთვისაც მხოლოდ რამდენიმე გორგოთა ლაქის დამატებაა საჭირო.

ქიმიურ ამომწოვ კარადებში ჰაერის გაწოვა შეიძლება მოხდეს ქვედა ან ზედა ზონიდან. თუ რეაქციის დროს გამოიყოფა ჰაერზე მძიმე აირები და, ამასთანავე, კარადაში ტემპერატურა 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 სათავსში მავნეობის პერიოდულ მოდინებას.

თვით კარადის მოცულობა დიდი არ უნდა იყოს, რათა ვენტილატორის მუშაობის შეწყვეტის შემდეგ მასში დარჩენილი მავნეობის სათავსში გავრცელებამ არ გამოიწვიოს კონცენტრაციის საგრძნობი აწევა. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე თვით კარადის კვეთში არ უნდა იყოს 0,2 მ/წმ-ზე ნაკლები.

ამომწოვი კარადების შემწოვი ხვრელის ღიობში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე უნდა აღემატებოდეს აირების დიფუზიის სიჩქარეს (0,15—0,17 მ/წმ). მაგრამ სათავსებში, სადაც მოწყობილია ამომწოვი კარადები, ადგილი აქვს ჰაერის განუწყვეტელ მოძრაობას, რომლის სიჩქარე ხშირად აღემატება აირების დიფუზიის სიჩქარეს. ამ გარემოებამ შესაძლოა გამოიწვიოს კარადის შემწოვი ხვრელის ღიობში ჰაერის თანაბარი შედინების დარღვევა, ამიტომ ხვრელის ღიობში ჰაერის მოძრაობის მინიმალური სიჩქარე (v_{\min}) დაიშვება გამოყოფილი მავნეობის სახისა და თვისებების გათვალისწინებით (იხ. დანართი VII). ამრიგად, ამომწოვი კარადიდან გაწოვილი ჰაერის რაოდენობა შეგვიძლია გამოვითვალოთ შემდეგი ფორმულით

$$L = 3600 \cdot v_{\min} \cdot F_{\text{ხვ}} \text{ მ}^3/\text{სთ}, \quad (14.1)$$

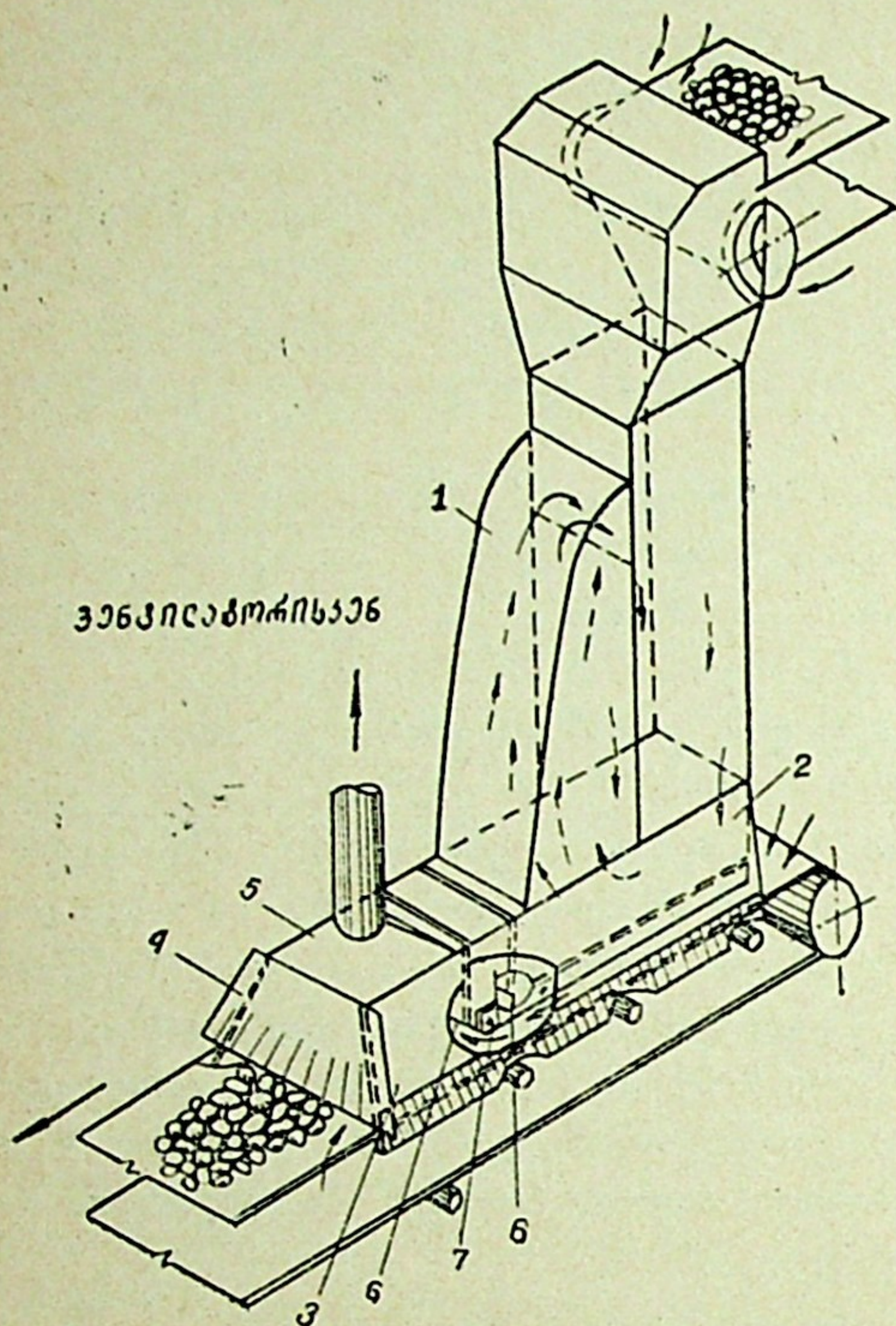
სადაც $F_{\text{ხვ}}$ არის კარადის ხვრელის ღიობის ფართობი მ²-ობით.

§ 58. ადგილობრივი ამომწოვები უხვიაკი მასალების ნაკმოებისა და ზრანსპორტირების დანადგარებიდან მავნის გასაყვანად

ადგილობრივი 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 მოწყობა სრულ ეფექტს ვერ გვაძლევს, საჭიროა ისეთი ღონისძიებების ჩატარება, რომლებიც შეამცირებენ მტერის გამოყოფას სათავსში. მაგალითად, მტვერგამომყოფი მასალების მსხვრევისა და ტრანსპორტირების დანადგარები უნდა იყოს ჰერ-

მეტულად დახურული. სათავსში ადგილი არ უნდა ჰქონდეს ჰაერის დიდი სიჩქარით მოძრაობას, რაც დალექილი მტვრის წამოყრას და კვლავ მუშა ზონაში შემოტანას გამოიწვევდა. იქ, სადაც ტექნოლოგიით დასაშვებია, უნდა გამოვიყენოთ მასალების წინასწარი დატენიანება, რაც საგრძნობლად ამცირებს მტვრის გამოყოფას.



ნახ. XIV.1

ფხვიერი მასალის წარმოებისა და ტრანსპორტირების დანადგარებში ყველაზე მეტი მტვერი გამოიყოფა იმ ადგილებში, სადაც ხდება კონვეიერიდან კონვეიერზე გადატვირთვა, სამსხვრევიდან კონვეიერზე ჩამოყრა, მასალების დახარისხება და სხვ.

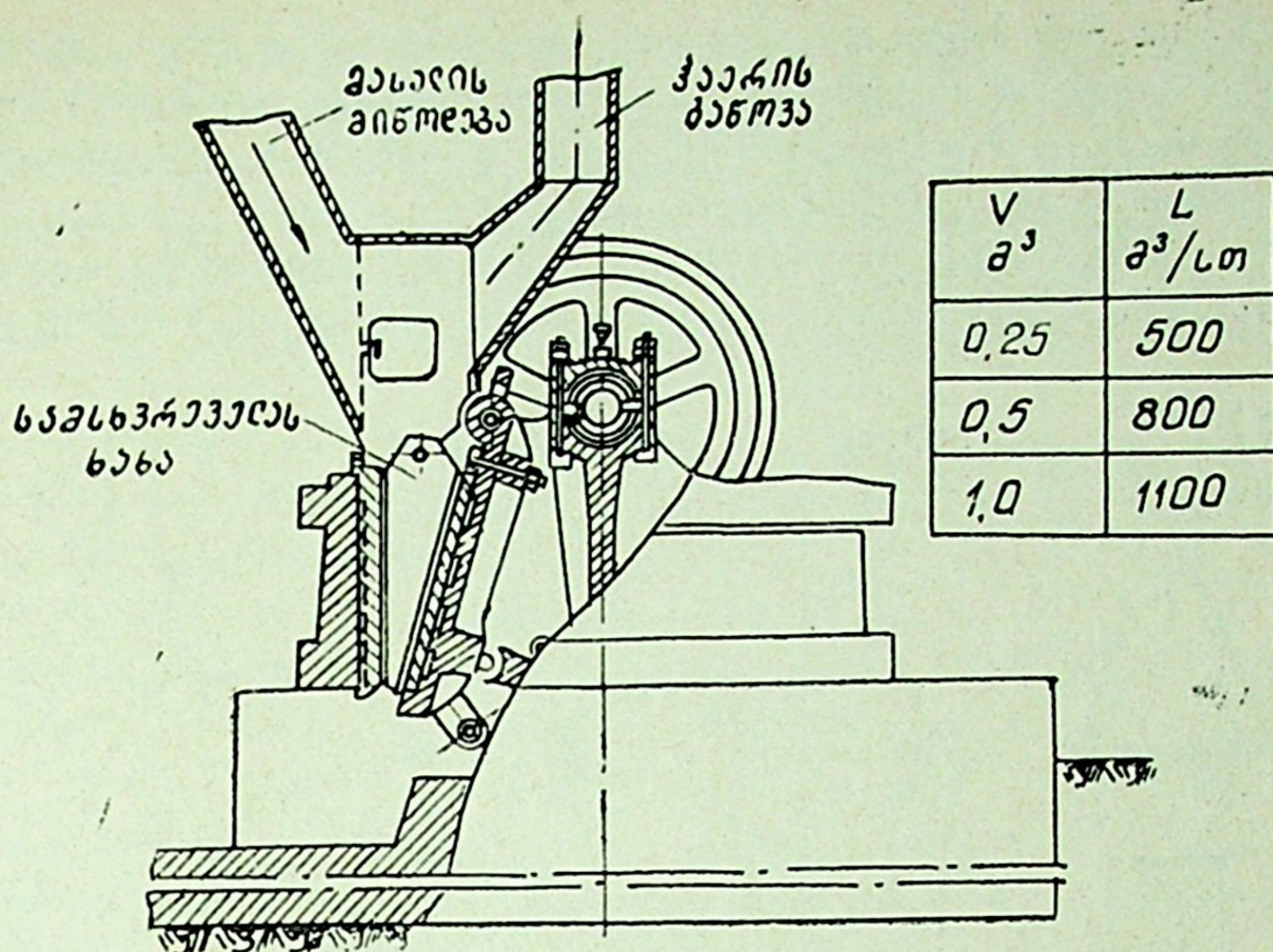
ჩამოყრის ადგილებში ფხვიერ მასალას ექვექციის შედეგად მოყვება ჰაერი, რომელიც დაყრის მომენტში თავისუფლდება და მტვრის წვრილ ნაწილაკებთან ერთად გარემოში იფანტება. იმისათვის, რომ ხელი შევუშალოთ მტვრიანი ჰაერის ჭავლის გავრცელებას, მასალის დაყრის ადგილას აწყობენ ადგილობრივ ამომწოვებს გარსაცმების სახით.

ფხვიერი მასალის ვერტიკალურად გადაადგილებისათვის გამოიყენება ჩამჩიანი ელევატორი. მასალა სადინარიდან იყრება ქვედა ბუნიკში, საიდანაც ჩამჩების საშუალებით გადაადგილდება ზე-

და თავურაში და ჩამჩების ამობრუნებისას ჩაიყრება სადინარში. ვინაიდან მასალას ჩაყრისას ექვექციით თან მიჰყვება ჰაერი, ქვედა ბუნიკში იქმნება დადებითი წნევა, ხოლო ზედა თავურაში — გაიშვიათება. თუ მასალა ცხელია, მაშინ გრავიტაციული წნევის გავლენით ჭარბი წნევა იქმნება ზედა თავურაში. ამრიგად, ცივი ან ოთახის ტემპერატურის მასალის ტრანსპორტირებისათვის უფრო ეფექტურია ადგილობრივი ამომწოვის მოწყობა ქვედა ბუნიკთან, ხოლო ცხელი მასალის შემთხვევაში — ზედა თავურასთან.

მ. კამიშენკოს მიერ შემუშავებულია ელევატორის სადინარის ბუნიკის საფარის კონსტრუქცია (ნახ. XIV.1) ადგილობრივი ამომწოვით. ბუნიკი გვერდებიდან დაფარულია შემამჭიდროვებელი საგდულებით 2, რომლებიც ქმნიან დამატებით გვერდით კამერებს, სადაც თავს იყრის მასალის დაყრისას გამოყოფილი მტვერი. საფარი წინიდან, გვერდებიდან და უკნიდან შემჭიდროვებულია რეზინის ფარებით. ასეთი კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა გავიყვანოთ მტვერი ჰაერის მინიმალური რაოდენობის გაწოვით.

წინასწარ გამშრალი მასალის დამსხვრევისათვის გამოყენებული სამსხვრეველას მუშაობისას დიდი რაოდენობით გამოიყოფა მტვერი. ყბებიან სამსხვრე-

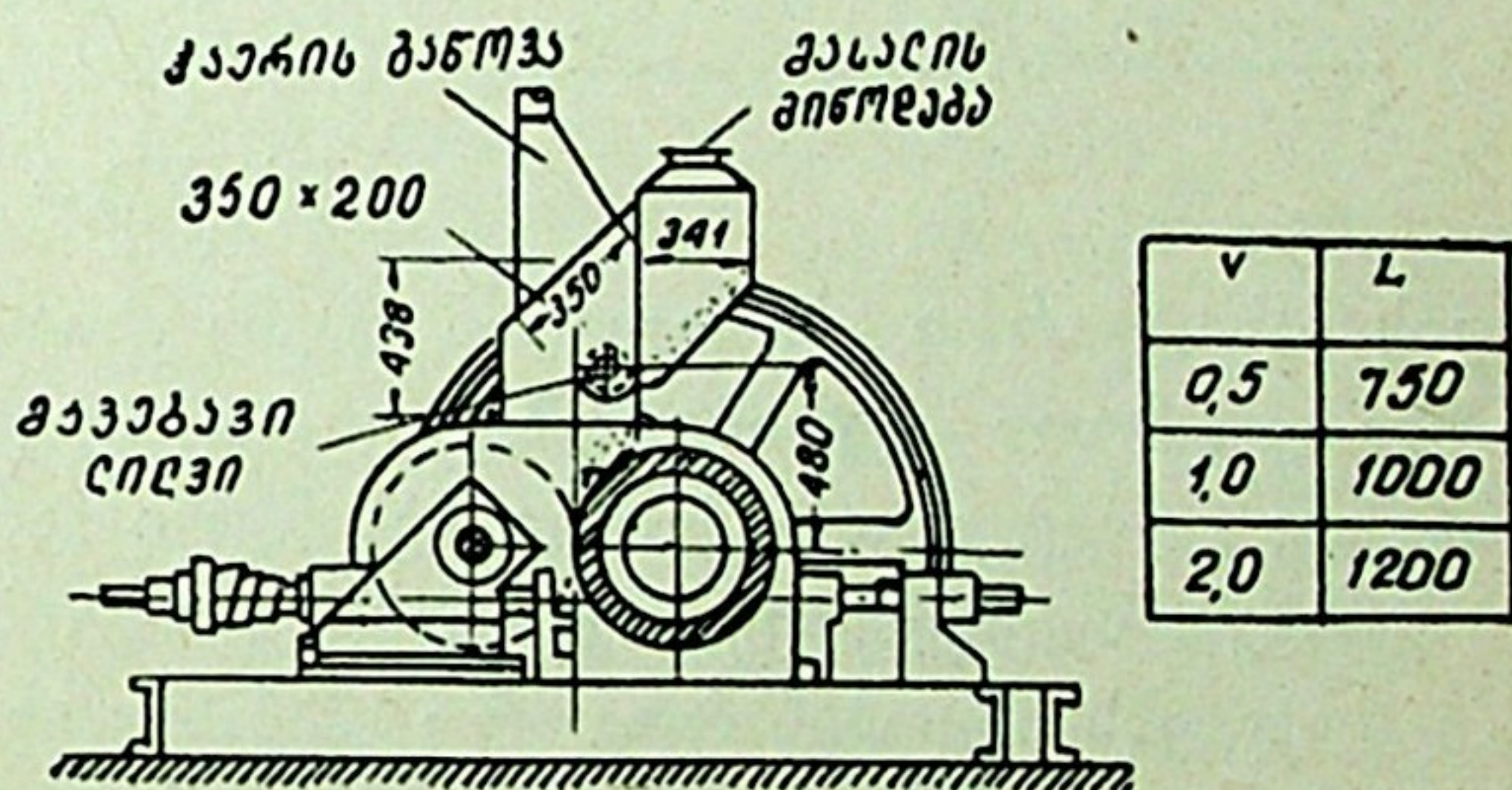


ნახ. XIV.2

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 ხარჯები გარსაცმის მოცულობის მიხედვით.

ვალცებიანი სამსხვრეველასაგან მტერის გაყვანა მიზანშეწონილია მკვებადი ლილვიდან, მასალის გადმოყრის ადგილიდან. ამ დროს ხდება მასალის ჰაერით გაქრევა და გაუმტვერულება (ნახ. XIV.3).

ნახაზზე მოცემული საორიენტაციო ხარჯები გარსაცმის მოცულობის მიხედვით მიღებულია მოსკოვის შრომის დაცვის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის გამოკვლევების საფუძველზე.



ნახ. XIV.3

წნევის კარგვები სამსხვრევი დანადგარების ადგილობრივ ამომწოვებში მოცემულია VIII დანართში.

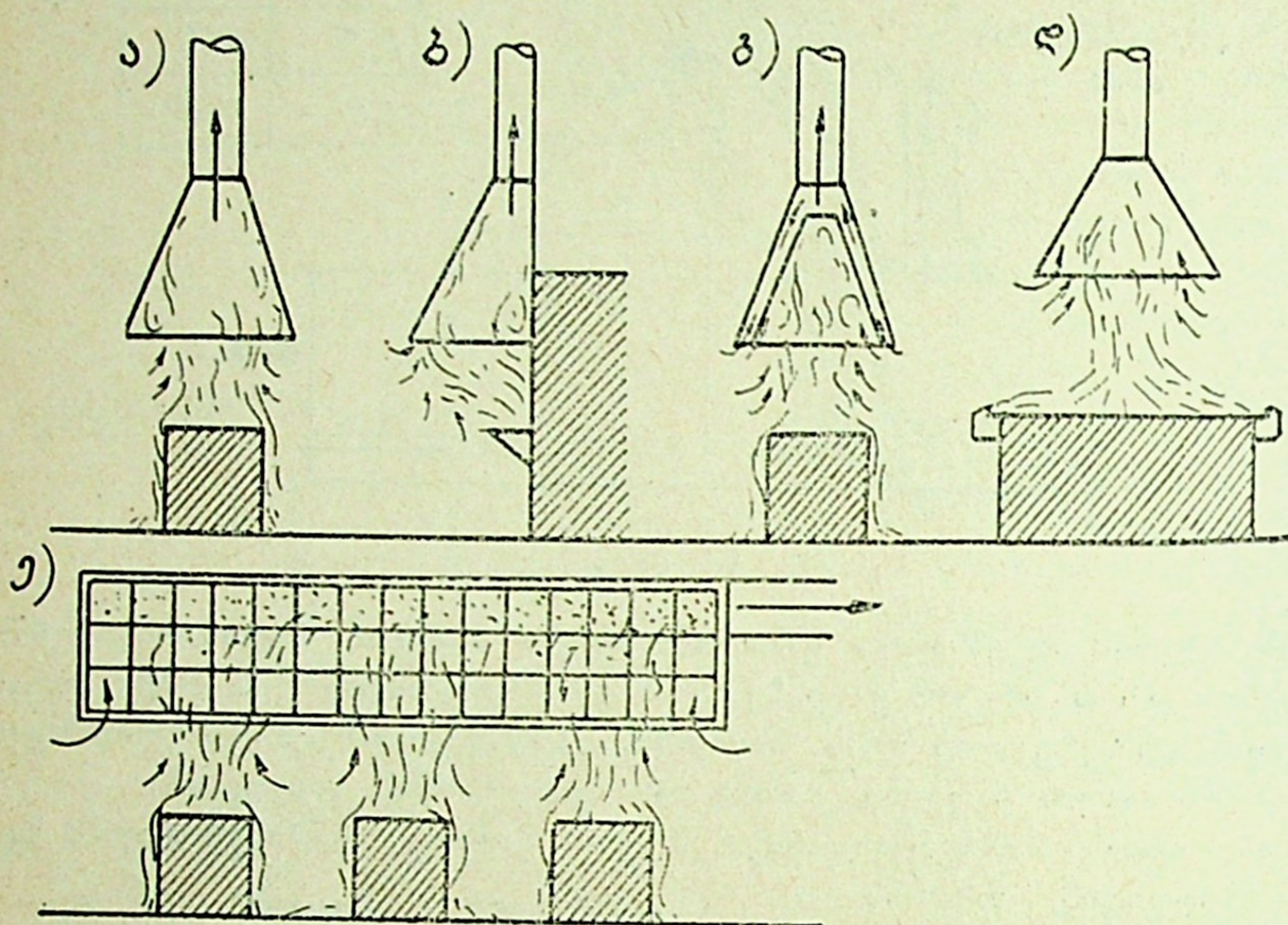
§ 59.

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 ჰაერმიმღებს შორის გვაქვს თავისუფალი სივრცე.

რის გამოც სათავსის ჰაერი თავისუფლად მოედინება მავნეობის წყაროსთან და საგრძნობ გავლენას ახდენს მის მუშაობაზე. კერძოდ, თუ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე საკმაოდ მაღალია, მას შეუძლია გადახაროს ქოლგისაკენ მიმავალი მავნეობის 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 მავნე აირების გასაყვანად; გ — აქტიური ქოლგა ღრეჩოთი 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 მავნეობის 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 მავნეობის გაყვანას, მავნე ნივთიერებები ხვდება უშუალოდ ადამიანის სუნთქვის არეში. ასეთ შემთხვევებში ქოლგის არსებობა გაუმჯობესების ნაცვლად აუარესებს სანიტარულ პირობებს, ვინაიდან უქოლგობის დროს მავნეობა მუშა ზონაში მოხვდება მხოლოდ ზემოთ ასვლისა და დიდი მოცულობის ჰაერში განზავების შემდეგ.

ქოლგების მუშაობის ეფექტურობის მიღწევა შეიძლება, თუ შეწოვის სიჩქარე საკმარისია მავნეობის შესაყვანად ქოლგის ქვეშ. ამასთან, ამ სიჩქარემ წინააღმდეგობა უნდა გაუწიოს ჰაერის განივ გადაადგილებას. საჭიროა, აგრეთვე, რომ ქოლგის შეწოვის მთელ სიბრტყეზე სიჩქარეები საკმაოდ თანა-

ბარი იყოს. ამიტომ ქილგის 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 (α) არ უნდა აღემატებოდეს 60° . ამიტომ, თუ აუცილებელია მოგრძო ამომწოვი ქოლგის მოწყობა, იყენებენ ქოლგების მიდგმის მეთოდს (ნახ. XIV.5).

როდესაც მავნეობას აქვს ამწევი ძალა (ჰაერზე მცირე მოცულობითი წონა), იქმნება ჰავლი, რომელიც გამოყოფის ადგილიდან ქოლგასთან მისვლამდე წარიტაცებს გარემო ჰაერსაც. ქოლგის ნორმალური მუშაობისათვის აუცილებელია გაწოვილი ჰაერის მოცულობა აღემატებოდეს ჰავლის მოცულობას, წინააღმდეგ შემთხვევაში ადგილი ექნება მავნეობის გამოდინებას ქოლგის ქვემოდან მუშა ზონაში.

სათავსში ჰაერის განივი გადაადგილების გავლენის 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, მ²-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:

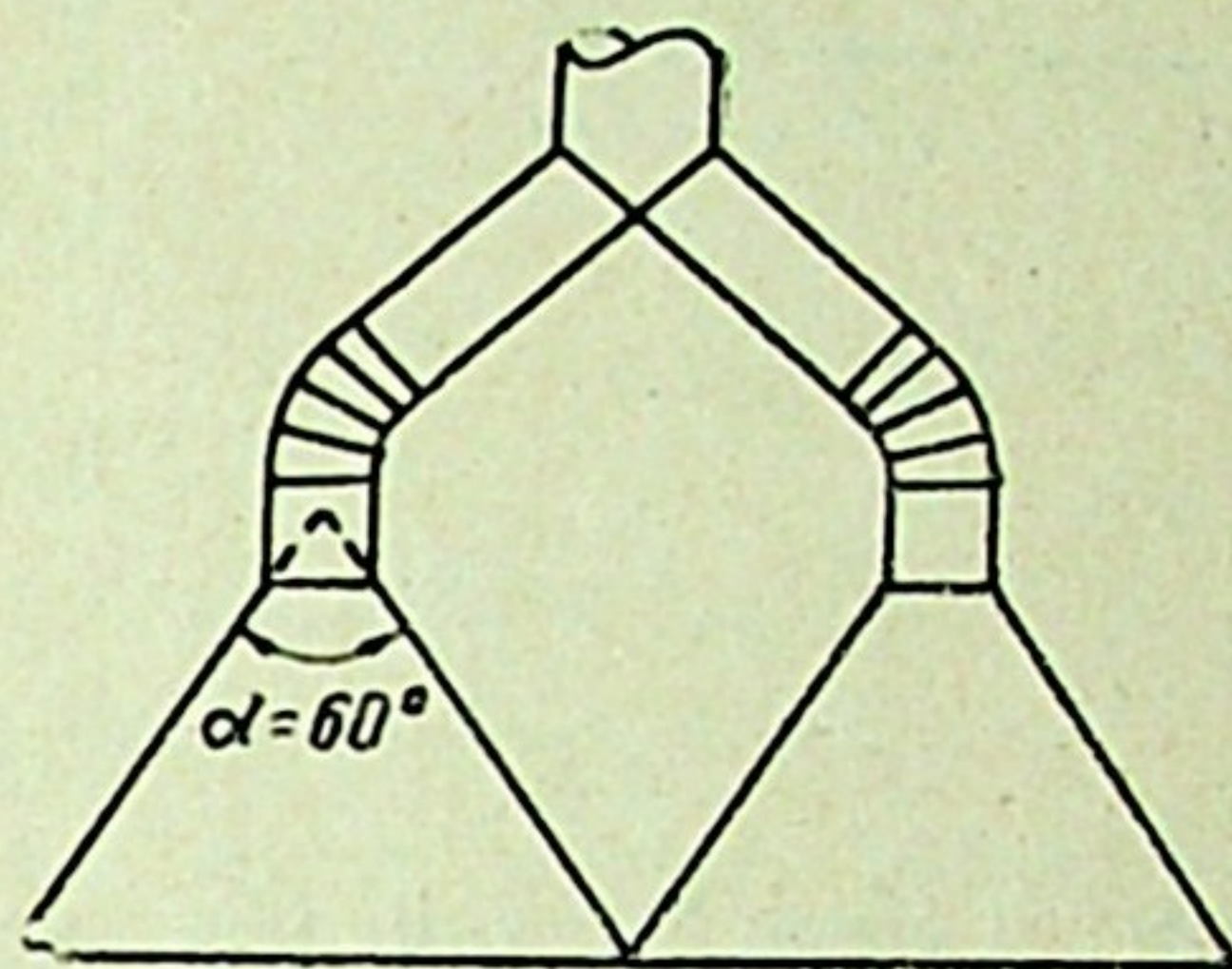
ოთხი მხრიდან ღია ქოლგებისათვის 1,05 — 1,25 მ/წმ;

სამი მხრიდან ღია ქოლგებისათვის 0,9 — 1,05 მ/წმ;

ორი მხრიდან ღია ქოლგებისათვის 0,75 — 0,9 მ/წმ;

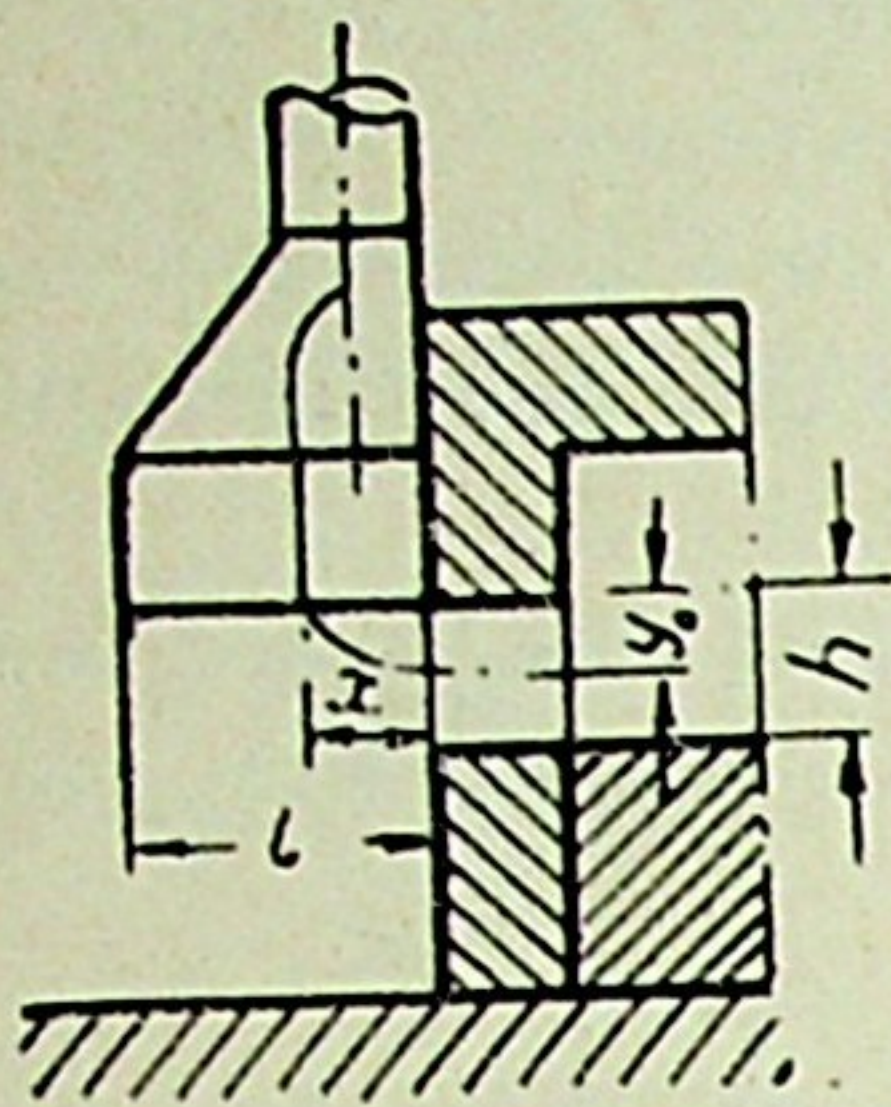
ერთი მხრიდან ღია ქოლგებისათვის 0,5 — 0,75 მ/წმ;

გ) საშრობი კამერების კარების ქოლგებისათვის, იქ, სადაც მოსალოდნელია აირების გამოყოფა, — 1,0 მ/წმ.



ნახ. XIV.5

ლუმელების ჩასატვირთი ხვრელებიდან, საგრძნობი შიგა ჭარბი წნევის გამო (რომლის დაცვა აუცილებელია, რათა ლუმელში არ შეიჭრას ცივი ჰაერი), ადგილი აქვს დიდი რაოდენობით წვის პროდუქტების (აირების) გამოყოფას, რომელთა ატმოსფეროში გაყვანის მიზნით ჩასატვირთი ხვრელის თავზე აწყობენ ქოლგებს წინაფრების სახით (ნახ. XIV.6). ქოლგა-წინაფრის გაანგარიშების დროს მხედველობაში მიიღება ჩასატვირთი ხვრელიდან გამომავალი აირების ჭავლის სტრუქტურა. გაანგარიშების მიზანია ქოლგის შემწოვი კვეთის ზომებისა და გაწოვილი აირის ნარევის მოცულობის გამოთვლა.



ნახ. XIV.6

ჩასატვირთი ხვრელიდან აირების გამოსვლის საშუალო სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით

$$v_{საშ} = \mu \sqrt{\frac{2g \Delta P}{\gamma_{\text{ა}}}} \text{ მ/წმ}, \quad (14.4)$$

სადაც μ აირის ხარჯის კოეფიციენტი და ჩვეულებრივ მიიღება 0,65;

ΔP — ხვრელის კვეთში არსებული საშუალო ჭარბი წნევა, კგ/მ²-ობით;

$\gamma_{\text{ა}}$ — ხვრელიდან გამომავალი აირების მოცულობითი წონა ლუმელის l ტემპერატურის დროს, კგ/მ³-ობით.

ხვრელში საშუალო წნევის განსაზღვრისათვის წინასწარ უნდა დავუშვათ, რომ ლუმელის ქვედზე არსებული P_0 წნევა უდრის სათავისის ჰაერის წნევას (თუ ტექნოლოგიების მიერ ლუმელის შიგა ჭარბი წნევა წინასწარ მოცემული არ არის). ხვრელის ზედა ნაწიბურთან წნევა იქნება

$$P_1 = P_0 + h (\gamma_{\text{სათ}} - \gamma_{\text{ა}}) \text{ კგ/მ}^2, \quad (14.5)$$

სადაც h არის ჩასატვირთი ხვრელის სიმაღლე, მ-ობით;

$\gamma_{\text{სათ}}$ — სათავისის ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ³-ობით;

წნევის საშუალო სიდიდე იქნება

$$\Delta P = \frac{P_1 + P_0}{2} \text{ კგ/მ}^2. \quad (14.6)$$

დავნიშნოთ ქოლგის შემწოვი კვეთის მდებარეობა. ჩვეულებრივ, ქოლგას ჰკიდებენ ჩასატვირთი ხვრელის ზედა ნაწიბურის დონეზე.

ლუმელიდან გამოსული აირის ჭავლი ხასიათდება არქიმედეს პირობითი კრიტერიუმის საშუალებით, რომელიც გამოითვლება შემდეგი ფორმულით

$$Ar = \frac{g d_{\text{კკ}}}{v_{\text{საშ}}^2} \cdot \frac{T_{\text{ა}} - T_{\text{სათ}}}{T_{\text{სათ}}}, \quad (14.7)$$

სადაც $T_{\text{ა}}$ არის ლუმელის აირების აბსოლუტური ტემპერატურა;

$T_{\text{სათ}}$ — სათავისის ჰაერის აბსოლუტური ტემპერატურა;

$d_{\text{კკ}}$ — ჩასატვირთი ხვრელის ეკვივალენტური დიამეტრი და გამოითვლება ფორმულით

$$d_{\text{კკ}} = \sqrt{\frac{4 b h}{\pi}}, \quad (14.8)$$

სადაც b ჩასატვირთი ხვრელის სიგანეა, მ-ობით,

X მანძილი, რომელიც გვიჩვენებს გამრუდებული ჭავლის მიერ ქოლგის შემწოვი კვეთის სიბრტყის გადაკვეთის ადგილს, გამოითვლება ფორმულით

$$X = d_{\text{კვ}} \sqrt[11]{\frac{\left(\frac{y}{d_{\text{კვ}}}\right)^4}{0,18 Ar^4 a^3 \left(\frac{T_{\text{ლ}}}{T_{\text{სათ}}}\right)^2}} \text{ მ}, \quad (14.9)$$

სადაც y არის ხერელიდან გამოშვებული ჭავლის ღერძიდან ქოლგის შემწოვი კვეთის ამალღება, მ-ობით;

a — ჭავლის ტურბულენტური სტრუქტურის კოეფიციენტი და, ჩვეულებრივ, მიიღება 0,1.

ქოლგის შვერი l გამოითვლება ფორმულით

$$l = x + \frac{dx}{2}, \quad (14.10)$$

სადაც dx ჭავლის სიგანეა ჩასატვირთი ხერელიდან X მანძილზე, მ-ობით.

dx სიდიდე გამოითვლება შემდეგი ემპირიული ფორმულებიდან:

ა) თუ ჭავლი გამოედინება მრგვალი ან კვადრატთან მიახლოებული ხერელიდან $\left(0,5 < \frac{h}{b} < 2\right)$,

$$\frac{dx}{d_{\text{კვ}}} = 6,8 \frac{ax}{d_{\text{კვ}}} + 1; \quad (14.11)$$

ბ) თუ ჭავლი გამოედინება წაგრძელებული 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

$$L_{\text{ლ}} = v_{\text{სათ}} h \cdot b \text{ მ}^3/\text{წმ}. \quad (14.13)$$

ქოლგის საშუალებით გაყვანილი ნარევის მოცულობა შედგება ღუმელიდან გამოსული აირებისა $L_{\text{ლ}}$ და სათავსის ჰაერის $L_{\text{ჰ}}$ ნარევისაგან და გამოითვლება შემდეგი ფორმულით

$$L_x = L_{\text{ლ}} + L_{\text{ჰ}} = L_{\text{ლ}} + \left[1,52 \frac{ax}{d_{\text{კვ}}} + 5,28 \left(\frac{ax}{d_{\text{კვ}}}\right)^2\right] \sqrt{\frac{T_{\text{სათ}}}{T_{\text{ლ}}}} L_{\text{ლ}} \text{ მ}^3/\text{წმ}. \quad (14.14)$$

ღუმელიდან გაყვანილი აირების წონითი რაოდენობა

$$G_{\text{ლ}} = L_{\text{ლ}} \gamma_{\text{ლ}} \text{ კგ/წმ}; \quad (14.15)$$

სათავსიდან გაყვანილი ჰაერის წონითი რაოდენობა

$$G_{\text{ჰ}} = (L_x - L_{\text{ლ}}) \gamma_{\text{ჰ}} \text{ კგ/წმ}. \quad (14.16)$$

მაგალითი. გავიანგარიშოთ თერმული ღუმელის ჩასატვირთი ხერელის ქოლგა-წინაფრა შემდეგი მონაცემების საფუძველზე: ჩასატვირთი ხერელის ზომებია — $h=0,4$ მ; $b=0,6$ მ. ტემპერატურა ღუმელში $t_{\text{ლ}}=900^{\circ}\text{C}$ ($\gamma_{\text{ლ}}=0,301$ კგ/მ³), საამქროში $t_{\text{სათ}}=20^{\circ}\text{C}$ ($\gamma_{\text{სათ}}=1,2$ კგ/მ³); ჰარბი წნევა ხერელის ქვედთან $P_{\text{ფ}}=0,1$ კგ/მ².

ამოხსნა. შიგა ჭარბი 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

$$v_{\text{საშ}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 0,28}{0,301}} = 4,25 \text{ მ/წმ.}$$

არქიმედეს პირობითი კრიტერიუმი

$$Ar = 9,81 \cdot \frac{\sqrt{\frac{4 \cdot 0,4 \cdot 0,6}{3,14}}}{4,25^2} \cdot \frac{1173 - 293}{293} = 9,81 \cdot \frac{0,55}{18,0} \cdot \frac{880}{293} = 0,90.$$

გამოვითვალთ X მანძილი

$$X = 0,55 \sqrt[11]{\frac{\left(\frac{0,2}{0,55}\right)^4}{0,18 \cdot 0,9^4 \cdot 0,1^3 \left(\frac{1173}{293}\right)^2}} = 0,60 \text{ მ.}$$

ქავლის სიგანე X მანძილზე

$$d_x = 6,8 \cdot 0,1 \cdot 0,6 + 0,55 = 0,96 \text{ მ.}$$

გამოვითვალთ ქოლგის შვერი

$$l = 0,6 + \frac{0,96}{2} = 1,08 \text{ მ.}$$

ღუმელიდან გამოძავალი აირების მოცულობა

$$L_{\text{ღ}} = 4,25 \cdot 0,4 \cdot 0,6 = 1,02 \text{ მ}^3/\text{წმ.}$$

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

$$L_{\text{სათ}} = 1,14 - 1,02 = 0,12 \text{ მ}^3/\text{წმ.}$$

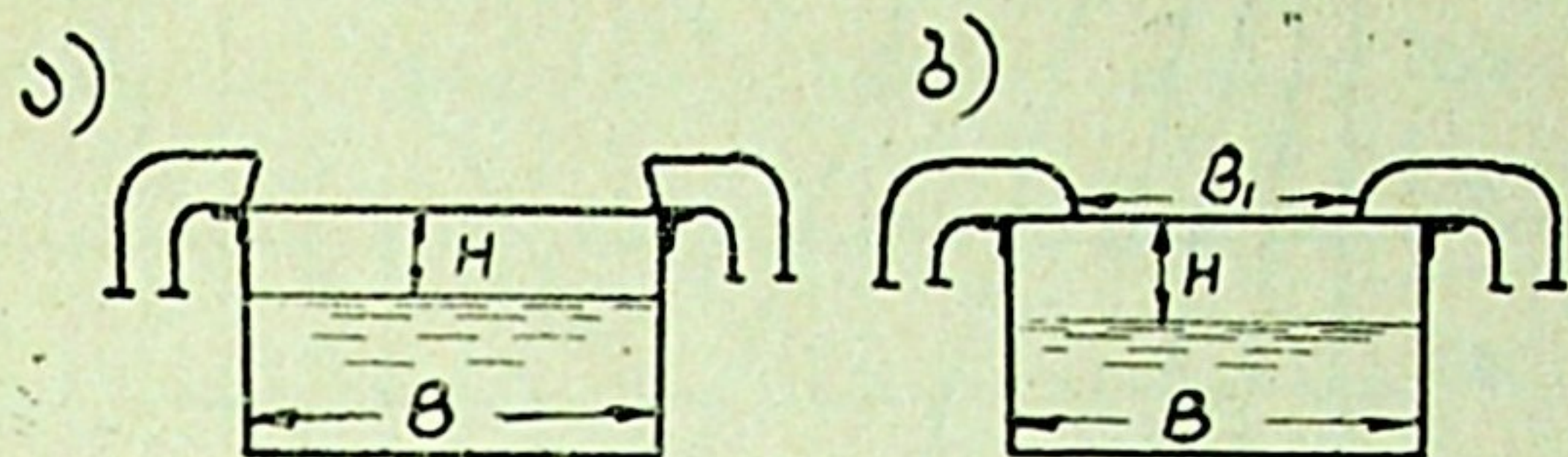
დავუშვათ, რომ ქოლგის სიგანე

$$B = b + 2 \cdot 0,2 = 0,6 + 2 \cdot 0,2 = 1,0 \text{ მ.}$$

ქოლგაში ჰაერის შედინების სიჩქარე შეგვიძლია გამოვითვალთ გამოსახულებიდან

$$v_j = \frac{L_x}{B \cdot l} = \frac{1,14}{1,0 \cdot 1,08} = 1,05 \text{ მ/წმ.}$$

თუ გაღვანური აბაზანებიდან გამოყოფილი აირების გასაყვანად გარსაცმის მოწყობა ტექნოლოგიური მოთხოვნებით შეუძლებელია, მაშინ გამოიყენება ბორტული ამომწოვი. ბორტული ამომწოვი შეიძლება იყოს მარტივი ან გადაყირავებული. მარტივ ბორტულ ამომწოვში შემწოვი ღრეჩოს სიბრტყე ვერტიკალურია (ნახ. XIV.7, ა), ხოლო გადაყირავებულში — ჰორიზონტალური და მიმართულია აბაზანის სარკისაკენ (ნახ. XIV.7, ბ).



ა) აბაზანის კოეფიციენტი K_H

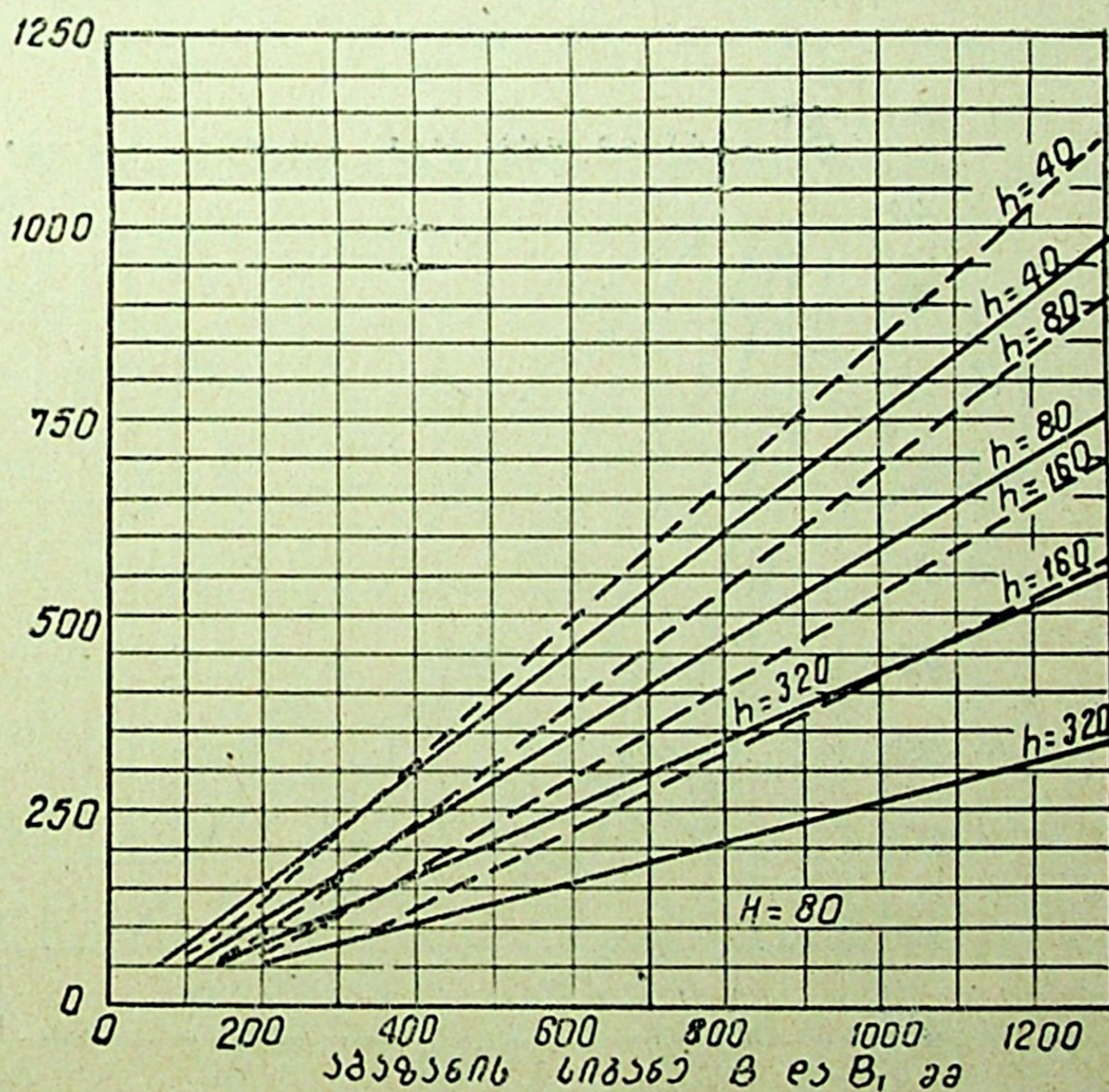
ბ) აბაზანის კოეფიციენტი K_H

B/H	80	120	160	200
500	1.0	1.4	1.9	2.7
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

H	80	120	160	200
K_H	1.0	0.9	0.8	0.7

$$\alpha = \frac{L_0}{\sqrt[3]{\Delta t}}$$

ბ) ორმხრივი ბორტული აბაზანის
საანგარიშო ბრაზი

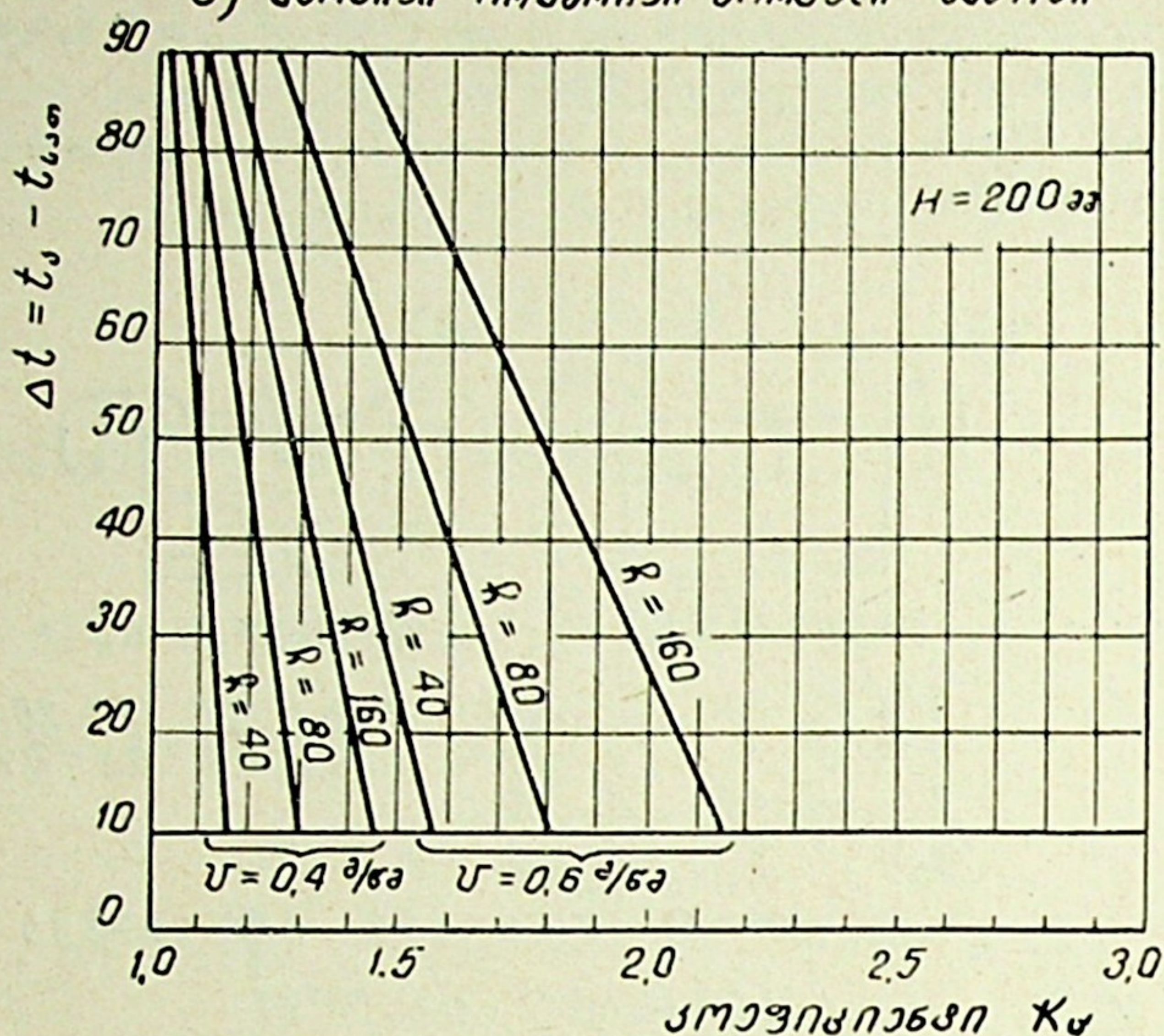


— პარტივი ორმხრივი ბორტული აბაზანი
--- მარტივი ბორტული აბაზანი

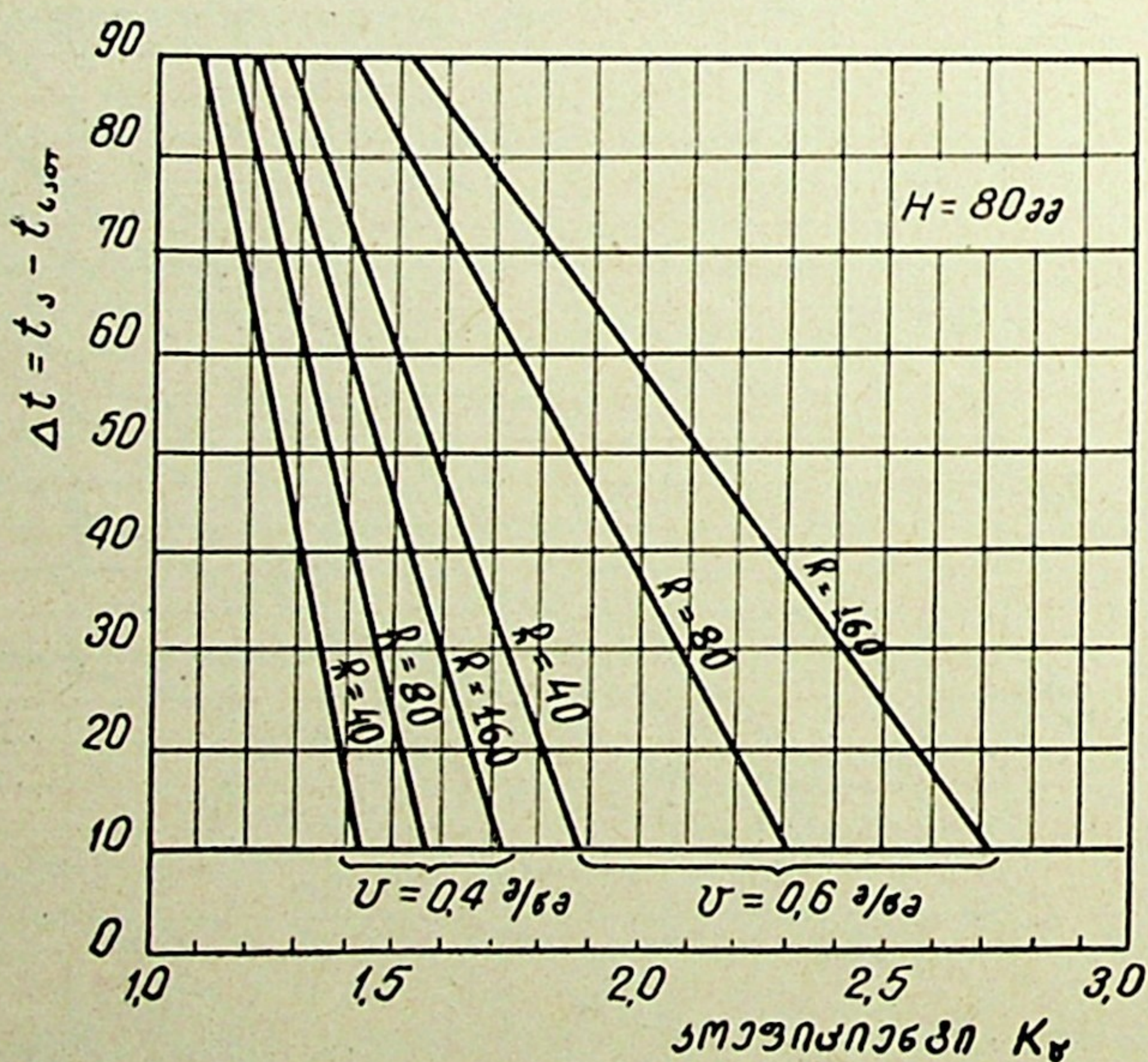
ნახ. XIV.7

მრეწველობის K_v

ა) პარავიზი მრეწველობის ბოლოვანი ადგილი

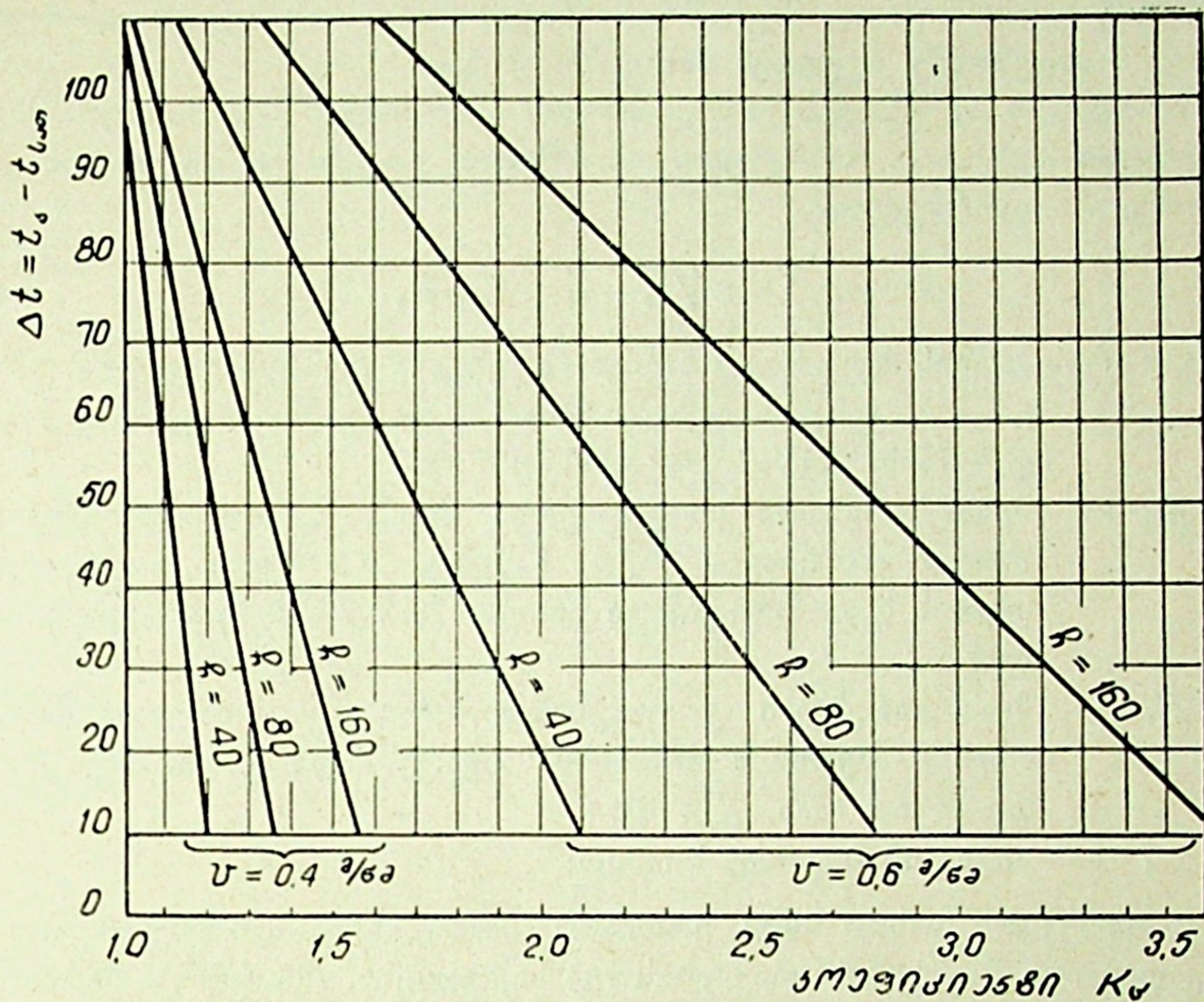


ბ) პარავიზი მრეწველობის ბოლოვანი ადგილი

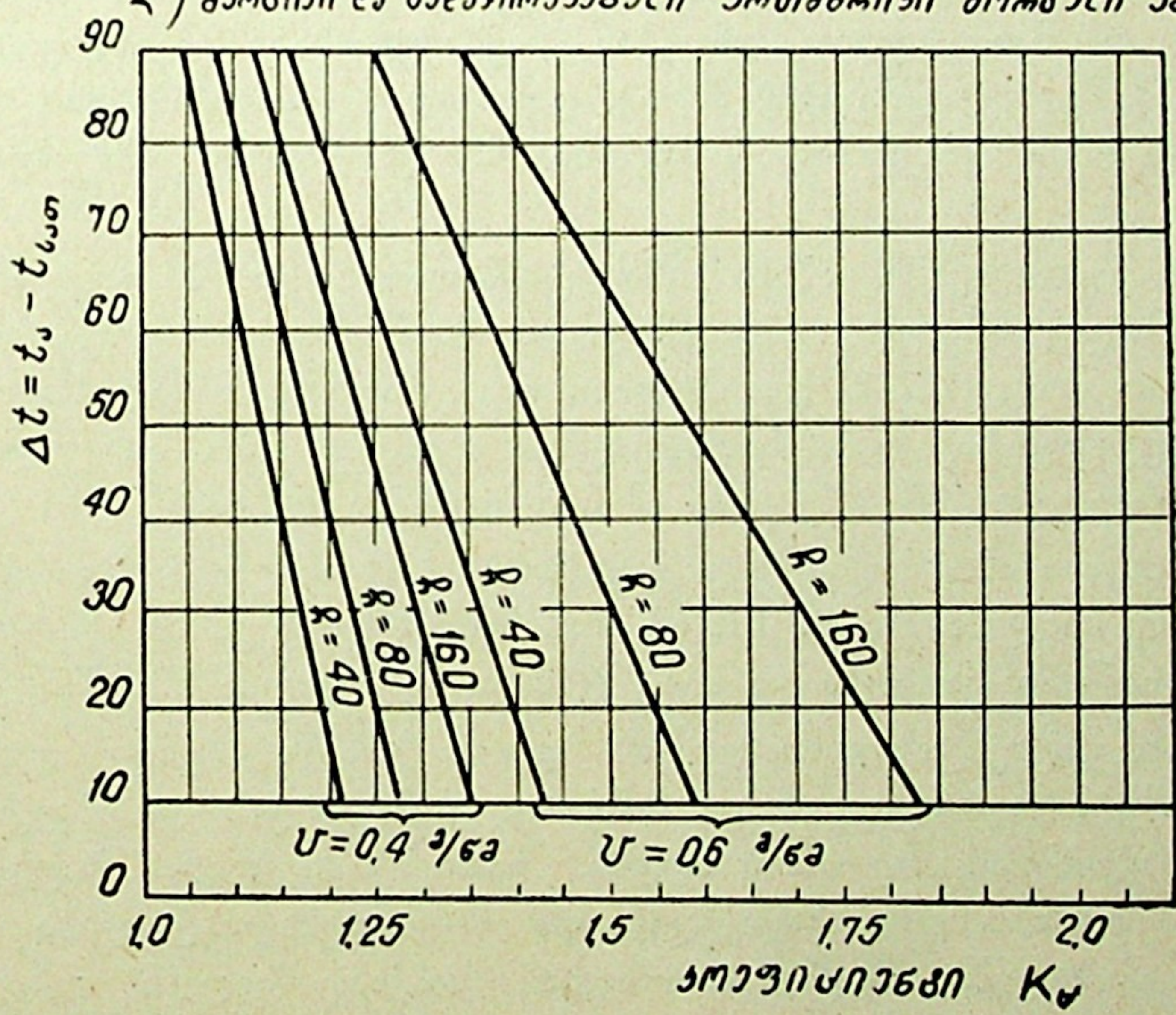


ნახ. XIV.8, ა და ბ

საინჟინერო-გეოლოგიური ინსტიტუტი
ბ) გადაყირაწვებული ორბინიანი მოწყობის აპარატი



გ) აპარატი და გადაყირაწვებული ორბინიანი მოწყობის აპარატი



ნახ. XIV.8, გ და დ

ბორტული ამომწოვი შეიძლება იყოს აგრეთვე ორმხრივი ან ერთმხრივი. ორმხრივი ამომწოვი გასაწოვი ჰაერის რაოდენობის მხრივ უფრო ეკონომიურია, ვიდრე ერთმხრივი. ამიტომ ეს უკანასკნელი გამოიყენება მხოლოდ მცირე სიგანის აბაზანებში. თავის მხრივ გადაყირავებული 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

$$L = \alpha \sqrt{t_a - t_{sat}} K_H \cdot K_r \cdot l \text{ მ}^3, \quad (14.17)$$

სადაც α არის ჰაერის ხვედრითი ხარჯი, აღებული ტემპერატურული სხვაობის $t_a - t_{sat}$ კუბური ფესვის 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);

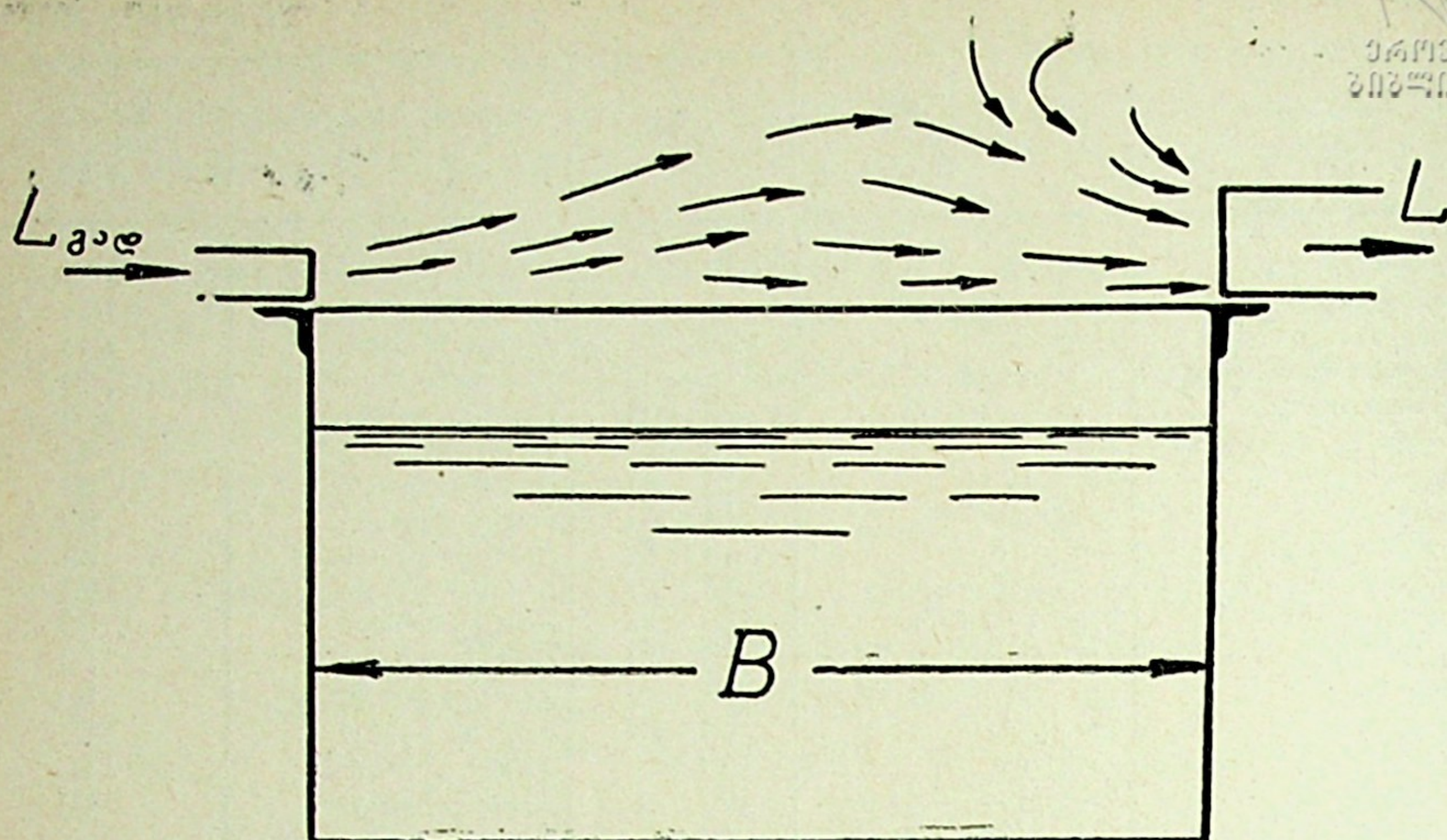
l — აბაზანის სიგრძე, მ-ობით.

α ხვედრითი ხარჯი სხვა ერთნაირ პირობებში მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მავნეობის სპექტრის (h) სიმაღლეზე, რომელიც წარმოადგენს აბაზანის ბორტის ზემოთ არსებული გაბინძურებული ჰაერის ფენის სისქეს. h სიდიდე დამოკიდებულია მავნეობის ტოქსიკურობაზე და გამოყოფის ინტენსიურობაზე, რომელიც, თავის მხრივ, დამოკიდებულია აბაზანის ტემპერატურაზე. მავნეობის სპექტრის სიმაღლის მნიშვნელობები მოცემულია XIV.1 ცხრილში.

ხშირ შემთხვევაში აბაზანებში ტექნოლოგიური პროცესები მიმდინარეობს დაბალ ტემპერატურაზე. ამ დროს მავნეობის გამოყოფა არ წყდება. ამიტომ, როგორც (14.17) ფორმულით, ისე გრაფიკებით სარგებლობის დროს ტემპერატურული სხვაობის სიდიდე უნდა მივიღოთ 10°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 დავუშვათ სათავსში ჰაერის გადაადგილების v სიჩქარე, რომლის გაზრდა იწვევს გასაწოვი ჰაერის რაოდენობის საგრძნობ ზრდას. სათავსებში, სადაც საერთო ვენტილაციის ჰაერი თანაბრად ნაწილდება და მიმწოდებელი ჭავლები უშუალოდ აბაზანებს არ ხვდება, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე მიიღება $v=0,4$ მ/წმ. იმ სათავსებში, სადაც ტექნოლოგიური დანადგარები მჭიდროდაა განლაგებული, გვაქვს დიდი ჰაერცვლა, ან ჰაერის მიწოდება წარმოებს შეყურსულად, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე მიიღება $v=0,6$ მ/წმ.



ნახ. XIV.10

სადაც B არის აბაზანის სიგანე, მ-ობით;

l — აბაზანის სიგრძე, მ-ობით;

K — შემასწორებელი კოეფიციენტი და მიიღება აბაზანაში სითხის ტემპერატურის მიხედვით (იხ. ცხრ. XIV.2).

ცხრილი XIV.2

სითხის ტემპერატურა აბაზანაში გრ-ობით	95—70	60	40	20
კოეფიციენტი K	1,0	0,85	0,75	0,5

გადაბერვის ხერელის სიმაღლე აიღება იმ ვარაუდით, რომ ხერელიდან ჰაერის გამოდინების სიჩქარე იყოს $v_{გაღ} = 6,67 KB$ მ/წმ, მაგრამ არა უმეტეს 10—12 მ/წმ.

ბორტული ამომწოვით გაყვანილი ჰაერის რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$L = 6 \cdot L_{გაღ} \text{ მ}^3/\text{სთ.} \quad (14.19)$$

მაგალითი. გავიანგარიშოთ ბორტული ამომწოვი ქრომირების აბაზანიდან, შემდეგი მონაცემების მიხედვით: აბაზანის ზომებია — $B = 1,0$ მ; $l = 1,2$ მ; $t_a = 60^\circ\text{C}$; $t_{სათ} = 20^\circ\text{C}$; სათავსში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე $v = 0,4$ მ/წმ; მანძილი ბორტული ამომწოვის ქვედა ნაწიბურიდან სითხის ზედაპირამდე $H = 80$ მმ.

ამოხსნა. მივიღოთ ორმხრივი მარტივი ბორტული ამომწოვი. XIV.1 ცხრილიდან ვპოულობთ მავნეობის სპექტრის სიმაღლეს $h = 40$ მმ.

ვსაზღვრავთ ტემპერატურულ სხვაობას

$$\Delta t = t_a - t_{სათ} = 60 - 20 = 40^\circ\text{C}.$$

გრაფიკიდან (ნახ. XIV.7) ვპოულობთ $\alpha = 750$ და $K_H = 1,0$. შემასწორებელ კოეფიციენტს K_v -ს ვპოულობთ გრაფიკიდან (ნახ. XIV.8) $K_v = 1,3$.

გასაწოვი ჰაერის რაოდენობას ვანგარიშობთ 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 ამომწოვის ღრეჩოში შესვლის სიჩქარე

$$v_{\text{ღრ}} = 6 \text{ მ/წმ.}$$

ღრეჩოს სიმაღლე შეგვიძლია გამოვთვალოთ ფორმულით

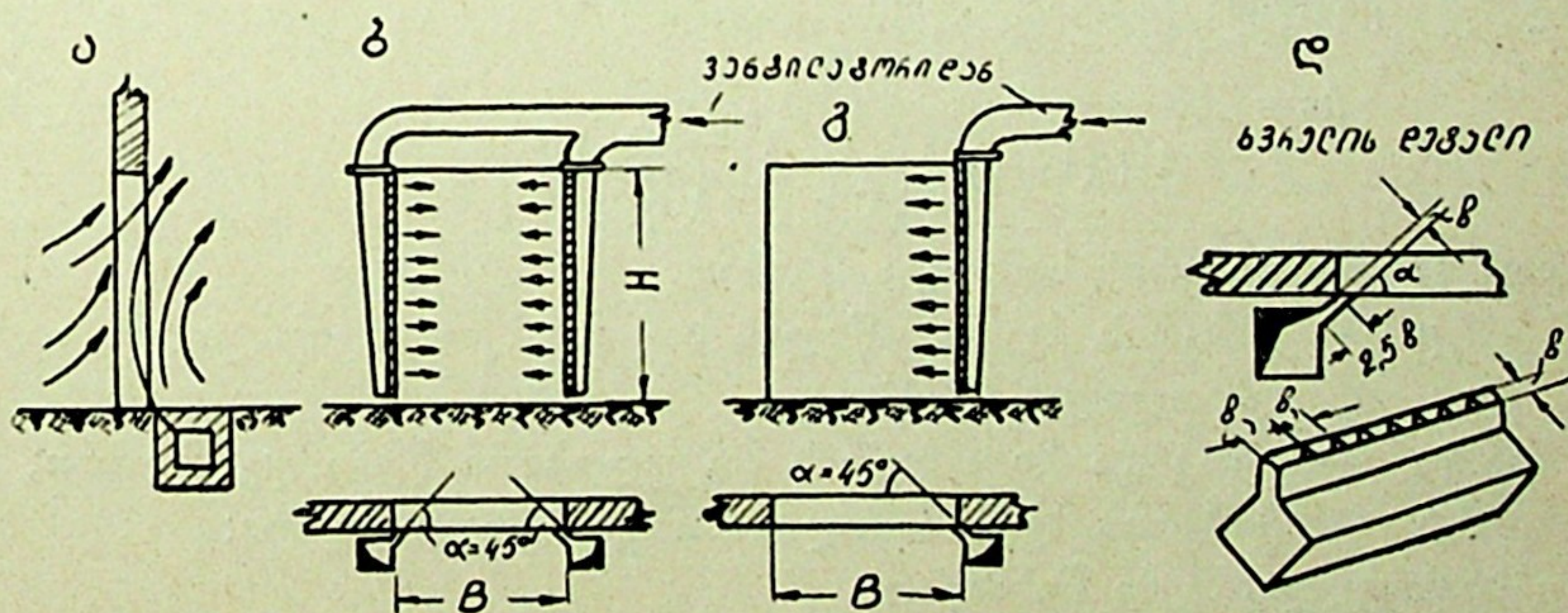
$$h_{\text{ღრ}} = \frac{L'}{3600 \cdot l \cdot v_{\text{ღრ}}} = \frac{2000}{3600 \cdot 1,2 \cdot 6} = 0,077 \text{ მ.}$$

§ 61.

ჰაერის ფარდები

სამრეწველო შენობებს, ჩვეულებრივ, აქვს ჭიშკარი ტრანსპორტის შესასვლელად. ეს ჭიშკარი 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 გამოქოლ 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 შექმნილი ჰაერის ქავლი ხელს უშლის ცივი ჰაერის შესვლას სათავსში.

ჰაერგამოსაშვები ხვრელების კონსტრუქცია მოცემულია XIV.11, დ ნახაზზე. თუ ხვრელში 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 თვალსაზრისით ყველაზე ეფექტურია ქვედა ჰაერის ფარდები, მაგრამ მათი ექსპლოატაცია გართულებულია ხშირი დანაგვიანების გამო.

ჰაერის განაწილება ხდება ფურცლოვანი რკინისაგან დამზადებული მუდმივი სიგანისა და ცვალებადი სიმაღლის ჰაერსანაწილებლის საშუალებით. ქვედა ფარდების კედლები ჩვეულებრივ კეთდება აგურით ან ბეტონით. ხერელიდან ჰაერის გამოშვების კუთხედ (α) ქარისაგან დაცული კარის შემთხვევაში მიიღება 45° , ხოლო ქარისაგან დაუცველი კარისათვის — 30° .

ფარდის საშუალებით მოდინებული ჰაერის რაოდენობა აღვნიშნოთ $G_{ფ}$, ხოლო სათავესში შემოჭრილი ჰაერის რაოდენობა — $G_{გ}$, მაშინ ფარდის მუშაობის დროს ღია კარიდან შემოსული ჰაერის საერთო რაოდენობა $G_{გოლ}$

$$G_{გოლ} = G_{ფ} + G_{გ} \quad (14.20)$$

ჰაერის ფარდის ძირითადი მახასიათებელია ფარდით მოდინებული ჰაერის ხარჯის ფარდობა კარში გამავალი ჰაერის საერთო რაოდენობასთან

$$q = \frac{G_{ფ}}{G_{გოლ}} \quad (14.21)$$

q -ს რაციონალური მნიშვნელობაა 0,6—1.

ჰაერის ფარდის გაანგარიშება მდგომარეობს ჰაერის ხარჯის განსაზღვრაში, რომლის მიხედვითაც ხდება ჰაერსადენების გაანგარიშება და ვენტილატორის შერჩევა. თბური ჰაერის ფარდების შემთხვევაში დამატებით საჭიროა სითბოს ხარჯის განსაზღვრა და კალორიფერის შერჩევა.

ჰაერის ხარჯის გაანგარიშება ხდება აერაციის ცნობილი მეთოდებით (შიგა ჰარბი წნევის განსაზღვრის გზით). თუ შენობაში აერაცია არა გვაქვს და საერთო ვენტილაცია ხორციელდება მექანიკური წესით, მაშინ საჭიროა განისაზღვროს ნეიტრალური ზონის მდებარეობა იატაკის დონიდან (h_5), რომელზედაც გავლენას ახდენს ბუნებრივი ჰაერცვლა, გამოწვეული ფანჯრების და კარების არასიმჭიდროვით. თუ საამქროში განათებას სარკმელი არ არის, შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ მთელი ჰაერცვლა ხდება ჭიშკრიდან. ამ შემთხვევაში ნეიტრალური ზონა გაივლის ჭიშკრის სიბრტყეში, ე. ი. მისი ქვედა ნაწილი იმუშავებს ჰაერის მოდინებაზე, ხოლო ზედა ნაწილი — გაყვანაზე. h_5 სიდიდე შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით

$$h_5 = \frac{H}{1 + (1 - q)^{2/3} \left(\frac{\mu}{0,6} \right)^{2/3} \left(\frac{\gamma_3}{\gamma_3} \right)^{1/3}} \text{ მ}, \quad (14.22)$$

სადაც H არის ჭიშკრის სიმაღლე, მ-ობით;

μ — ჭიშკრის ქვედა ნაწილის ხარჯის კოეფიციენტი და აიღება ცხრილიდან (XIV.3);

γ_3 და γ_3 — გარე და შიგა ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ³-ობით;

0,6 — ჭიშკრის ზედა ნაწილის ხარჯის კოეფიციენტი;

q სიდიდე დაიშვება წინასწარ.

თუ ცნობილია h_5 სიდიდე, მაშინ ჭიშკარში გამავალი ჰაერის საერთო რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$G_{გოლ} = \frac{2}{3} B \mu h_5 \sqrt{2gh_5 (\gamma_3 - \gamma_ფ) \gamma_3} \text{ კგ/წმ}, \quad (14.23)$$

სადაც B ჭიშკრის სიგანეა, მ-ობით.

q	ცალმხრივი ფარდა				ორმხრივი ფარდა			
	$\frac{F_{\text{ხერელის}}^*}{F_{\text{ჭიშკრის}}} = \frac{b^*}{H}$				$\frac{F_{\text{ხერელის}}}{F_{\text{ჭიშკრის}}} = \frac{2b}{B}$			
	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	0,36
0,8	0,2	0,22	0,26	0,3	0,22	0,26	0,3	0,34
0,9	0,18	0,2	0,24	0,27	0,21	0,24	0,29	0,32
1,0	0,17	0,19	0,22	0,25	0,2	0,23	0,27	0,3

* $F_{\text{ხერელის}}$ და b —შესაბამისად ხერელის ფართობი და სიგანეა.

ჰაერის ფარდის ხარჯის გამოთვლა შეიძლება გამოსახულებით

$$G_{\text{ფ}} = q G_{\text{მოდ}} \quad (14.24)$$

თუ საამქროს აქვს შუქის სარკმელი, მაშინ იგულისხმება, რომ ჰაერის გასვლა ხდება სარკმლის საგდულების არასიმჭიდროვეებიდან, ხოლო ჰაერის მოშორება ჰაერის მოდინებაზე. ამ შემთხვევაში ნეიტრალური ზონის ამოღება იატაკიდან გამოითვლება ფორმულით

$$h_{\text{ფ}} = \frac{h}{\left[\frac{F_{\text{ჭ}} \mu}{F_{\text{სარ}}} (1-q) + \frac{F'_{\text{ფანჯ}}}{F'_{\text{სარ}}} \right] \frac{\gamma_{\text{ფ}}}{\gamma_{\text{ფ}}} + 1} \quad \text{მ}, \quad (14.25)$$

სადაც h არის მანძილი ჰაერის შუიდან სარკმლის შუამდე, მ-ობით;

$F_{\text{ჭ}}$ — ჰაერის ფართობი, მ²-ობით;

$F'_{\text{სარ}}$ — სარკმლის არასიმჭიდროვეების საერთო ცოცხალი კვეთის ფართობი, მ²-ობით;

$F'_{\text{ფანჯ}}$ — ფანჯრების და კარების არასიმჭიდროვეების საერთო ცოცხალი კვეთის ფართობი, მ²-ობით.

ერთი გრძივი მეტრი არასიმჭიდროვეების ცოცხალი კვეთის ფართობი სხვადასხვა ტიპის საგდულისათვის ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში მოცემულია მ²-ობით.

ცხრილი XIV.4

ხის ალატები				ლითონის ალატები				და პარები ღ ჩემკარი
ცალმაგი		ორმაგი		ცალმაგი		ორმაგი		
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

ჰაერის ხარჯი ჰაერისათვის გამოითვლება ფორმულით

$$G_{\text{მოდ}} = F_{\text{ჭ}} \mu \sqrt{2gh_{\text{ფ}} (\gamma_{\text{ფ}} - \gamma_{\text{ფ}}) \gamma_{\text{ფ}}} \quad \text{კგ/წმ}. \quad (14.26)$$

თბური ჰაერის ფარდის გაანგარიშებისათვის საჭიროა ფარდისათვის მისაწოდებელი ჰაერის ტემპერატურის ($t_{\text{ფ}}$) გამოთვლა, რომელიც დამოკიდებულია

ლია ფარდის ჭავლის ეფექტური მოქმედების შედეგად მიღებული ჭაერის ნარევის ტემპერატურაზე ($t_{\text{ნარ}}$).

ჭაერის ჭავლების თეორიიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავწეროთ

$$t_{\text{ფ}} = t_{\text{ნარ}} \beta - \frac{t_{\text{გ}} + t_{\text{გ}}}{2}. \quad (14.27)$$

β კოეფიციენტი ბრტყელი ჭავლებისათვის გამოითვლება ფორმულით

$$\beta = 1,69 \sqrt{\frac{aS}{b} + 0,2}, \quad (14.28)$$

სადაც a არის ხვრელიდან გამომავალი ჭავლის ტურბულენტური სტრუქტურის კოეფიციენტი;

b — ხვრელის სიგანე, მ-ობით;

S — ფარდის გამრუდებული ჭავლის სიგრძე მ-ობით, რომელიც ქვედა ფარდისათვის გამოითვლება ფორმულით

$$S = \frac{0,01745 H \alpha}{\sin \alpha} \text{ მ}, \quad (14.29)$$

ხოლო ორმხრივი გვერდითი ფარდისათვის

$$S = \frac{0,00873 B \cdot \alpha}{\sin \alpha} \text{ მ}. \quad (14.30)$$

ნარევის ტემპერატურა ($t_{\text{ნარ}}$) დამოკიდებულია ჭაერის ფარდის ექსპლუატაციის პირობებზე. თუ ტექნოლოგიური ან სანიტარულ-ჰიგიენური მოთხოვნებით სათავეს ტემპერატურის დაწევა დაუშვებელია, მაშინ $t_{\text{ნარ}} = t_{\text{გ}}$ ასეთ შემთხვევებში, როგორც წესი, საჭიროა ჭაერის შეთბობა.

ჭიშკრის მცირე დროით (არა უმეტეს 10 წუთისა) გაღების შემთხვევაში და, ამასთანავე, თუ სამუშაო ადგილები ჭაერის უშუალო შებერვისაგან დაცულია ტიხრებით, დასაშვებია ჭაერის ტემპერატურის დაწევა $14-8^{\circ}$ -მდე, ხოლო თუ საწარმო არ ხასიათდება მუდმივი სამუშაო ადგილებით — 5° -მდე.

მაგალითი. საამქროს აქვს ორმაგი ლითონის ალათებიანი შუქის სარკმელი არასიმჭიდროვეების საერთო სიგრძით 800 მ. ფანჯრები ორმაგი ხისალათებიანია არასიმჭიდროვეთა საერთო სიგრძით 650 მ, ხოლო კარებების არასიმჭიდროვეთა სიგრძეა 80 მ. მანძილი ჭიშკრის ცენტრიდან სარკმლის ცენტრამდე შეადგენს 5,5 მ. გარე ჭაერის ტემპერატურა $t_{\text{გ}} = -20^{\circ}\text{C}$, საამქროს საშუალო ტემპერატურა $t_{\text{გ}} = 17^{\circ}\text{C}$. გავიანგარიშოთ ქვედა ჭაერის ფარდა ქარისაგან დაფარული ჭიშკრისათვის, რომლის ზომებია 3×3 მ.

ამოხსნა. ჭიშკრის ფართობი იქნება $F_{\text{ჭ}} = 9 \text{ მ}^2$, $\alpha = 45^{\circ}$. მივიღოთ: $q = 0,8$; $b = 150$ მმ ვპოულობთ ფარდობას

$$\frac{b}{H} = \frac{0,15}{3} = \frac{1}{20}.$$

ხარჯის კოეფიციენტის სიდიდეს ვიღებთ ცხრილიდან (ცხრ. XIV.3) $\mu = 0,26$.

არასიმჭიდროვეთა ცოცხალი კვეთის 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 ამალღება გამოითვლება ფორმულით

$$h_5 = \frac{5,5}{\left[\frac{9 \cdot 0,26}{2,24} (1 - 0,8) + \frac{2,1}{2,24} \right]^2 \cdot \frac{1,4}{1,22} + 1} = 2,16 \text{ მ.}$$

ჭიშკარში გამავალი ჰაერის ხარჯი

$$G_{\text{მთლ}} = 9 \cdot 0,26 \sqrt{19,62 \cdot 2,16 (1,4 - 1,22) \cdot 1,4} = 7,6 \text{ კგ/წმ.}$$

ჰაერის ფარდის მწარმოებლობა

$$G_{\text{ფ}} = 0,8 \cdot 7,6 = 6,08 \text{ კგ/წმ.}$$

დავუშვათ, რომ სათავსში 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

$$t_{\text{ფ}} = 17 \cdot 2,48 - \frac{-20 + 17}{2} (2,48 - 1) = 40,1^\circ.$$

ამრიგად, ჰაერის ფარდისათვის მისაწოდებელი ჰაერი კალორიფერში უნდა შეთბეს 17-დან $40,1^\circ$ -მდე.

§ 62.

აპაკიური პენსიონატია

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 გავითვალისწინოთ ღიობები ჰაერის შემოსასვლელად მეზობელი სათავსებიდან ან გარედან. ეს ღიობები, ჩვეულებრივ, დახურულია და ავტომატურად უნდა იღებოდეს ავარიული ვენტილაციის ჩართვის დროს. ავარიული ვენტილაციის ჩამრთველი მოწყობილობა მოთავსებული უნდა იყოს სათავსის გარეთ.

როდესაც სათავსის ვენტილაცია ხორციელდება ჰაერის მიწოდებით მუშა ზონაში და ამავე ზონიდან გაწოვით (აღგილობრივი ამომწოვები), მოსალოდნელია სათავსის ზემო ზონაში მავნე 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 ოთხჯერად ჰაერცვლამდე.

აღგებობრივი მომდენი ვენტილაცია ხორციელდება ჰაერის შხაპების საშუალებით. ჰაერის შხაპი ეწოდება ადამიანისაგან მიმართულ ჰაერის ნაკადს.

თუ სათავსის საერთო ვენტილაცია მიზნად ისახავს ჰაერის სანიტარული პირობების გაუმჯობესებას მთელ სათავსში, აღგებობრივი მომდენი ვენტილაცია (ჰაერის შხაპი) ემსახურება სათავსის 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 საქვებები, თბოელექტროცენტრალები და სხვა).

ზოგ შემთხვევაში თუმცა შესაძლებელია საერთო ვენტილაციის განხორციელება, მაგრამ მოითხოვს ფრიად 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 შეგვიძლია 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 სათავსის 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 (სათავსის 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 დამუშავებაც.

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.

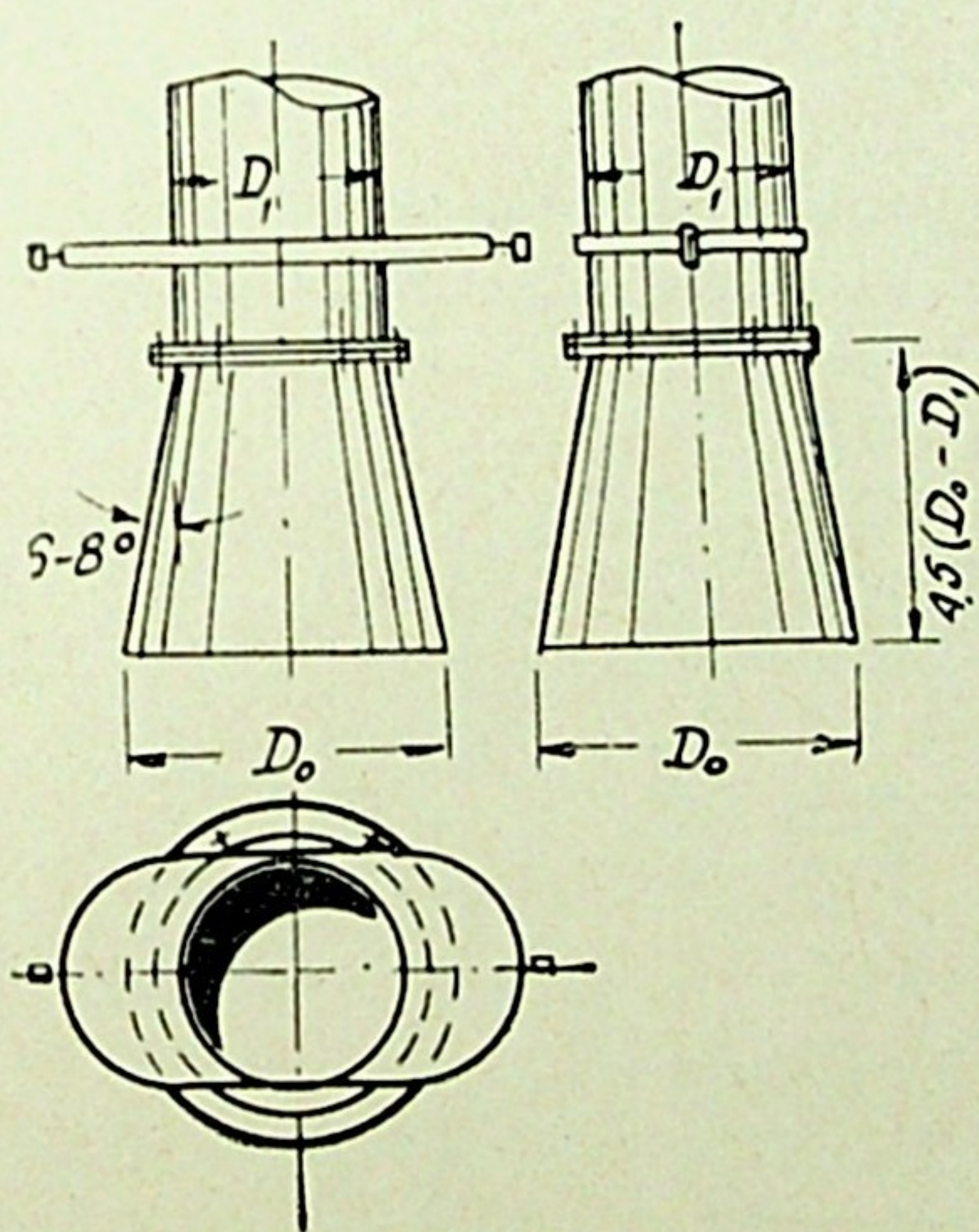
ჰაერის შხაპის გამოყენება აუცილებელია, თუ თბური დასხივების ინტენსივობის სიდიდე აღემატება $q=1$ კკალ/სმ² წთ. თბური დასხივების ინტენსივობა შეიძლება გამოგვესახა კკალ/მ² სთ-ობით, მაგრამ ამ ერთეულის გამოყენება მეტად მოუხერხებელია (1 კკალ/სმ² წთ $= 600$ კკალ/მ² სთ).

ჰაერის საშხაპო დანადგარების საანგარიშო პარამეტრები თბური დასხივების ინტენსივობის სიდიდის მიხედვით მოცემულია XIV.5 ცხრილში.

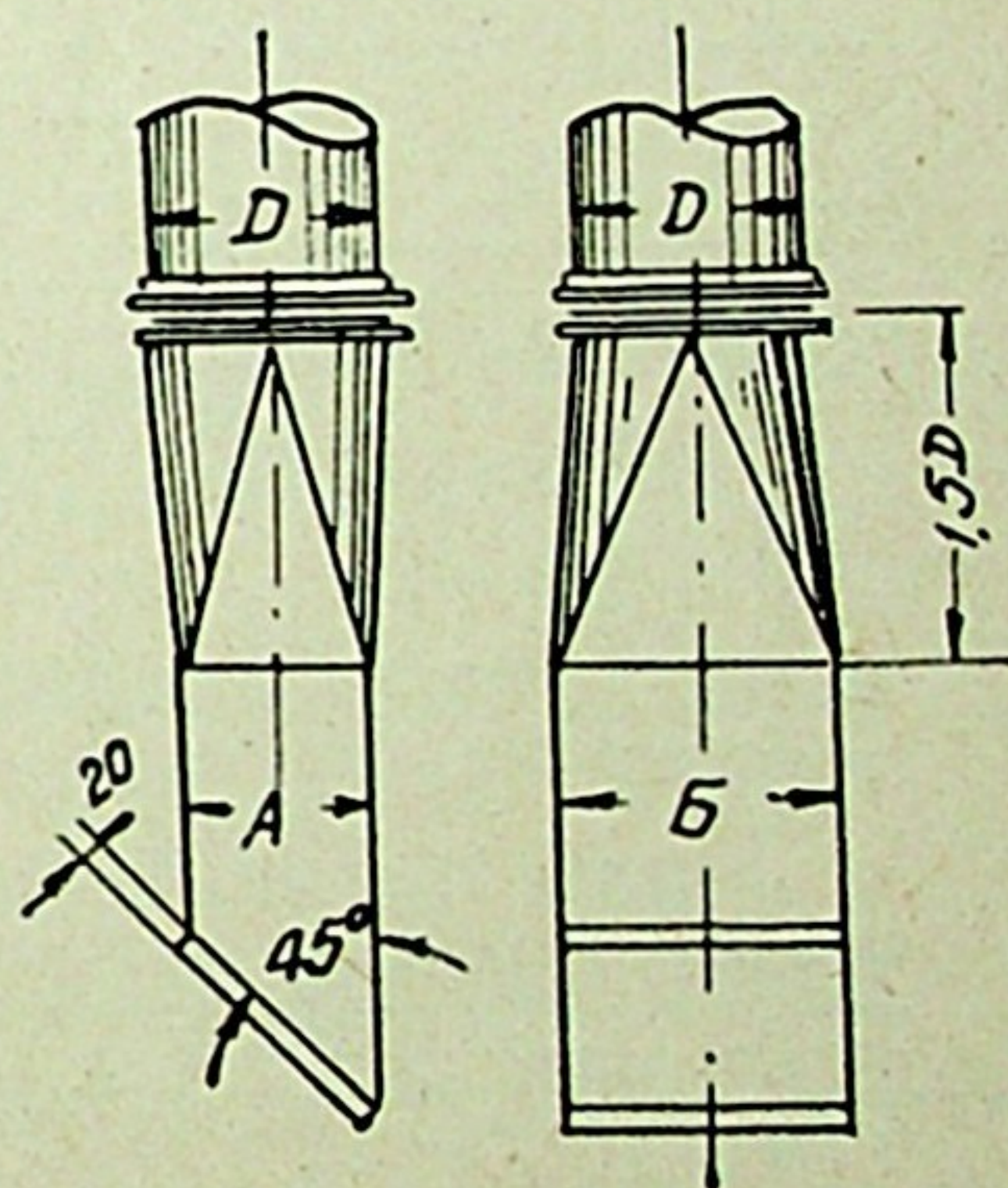
წლის პერიოდი	სამუშაოს კატეგორია	თბური დასხივების ინტენსივობა q კკალ/სმ ² წთ					
		1—2		2—4		4—6	
		ჰაერის ტემპერატურა, °C	ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ	ჰაერის ტემპერატურა, °C	ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ	ჰაერის ტემპერატურა, °C	ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ
თბილი (გარე ჰაერის ტემპერატურა აღემატება 10°C)	მსუბუქი	22—24	0,5—1	21—23	1—2	19—20	2—3
	საშუალო	21—23	1—2	20—22	2—3	19—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	16—18	1—2	16—17	2—3
	მძიმე	16—18	1—2	16—17	2—3	16	3

უმარტივესი ტიპის ნაცმი ჰაერის შხაპისათვის მოცემულია XIV.12 ნახაზზე. იგი წარმოადგენს ჩვეულებრივ ცილინდრულ მილს, რომელიც ბოლოვდება დიფუზორით. დიფუზორის მსახველებს შორის კუთხე შეადგენს 12°.

ასეთი დიფუზორიდან გამოსული ჰაერის ჭავლის ტურბულენტური სტრუქტურის კოეფიციენტი შეადგენს $a=0,09$.



ნახ. XIV.12



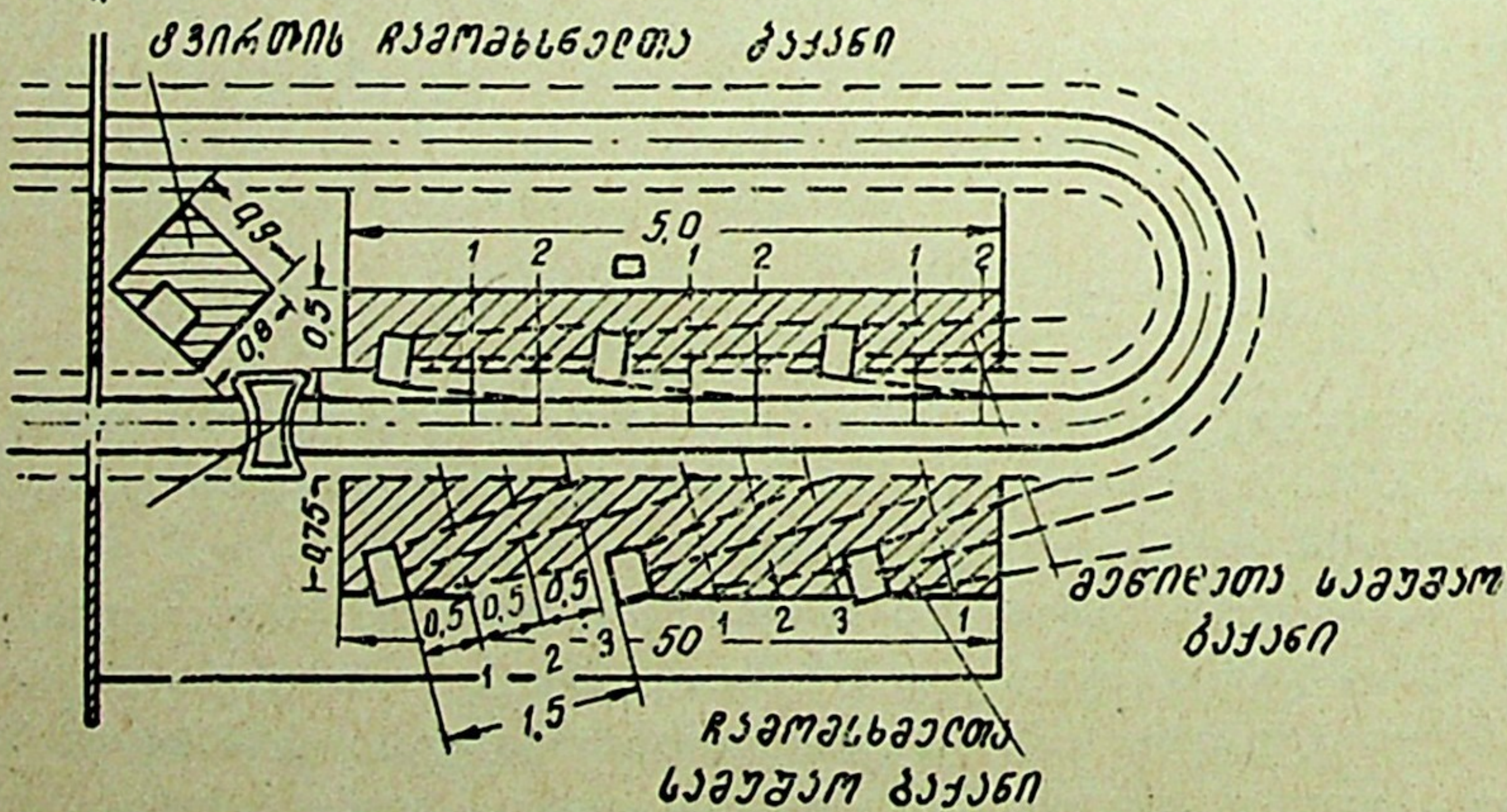
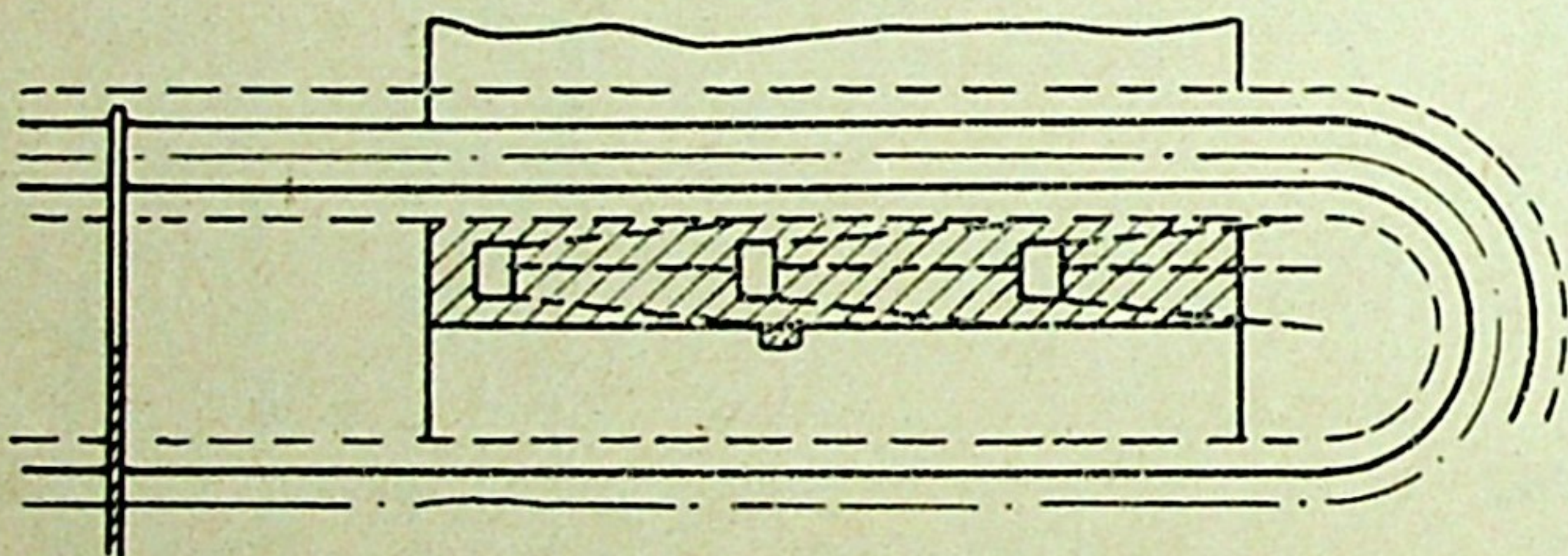
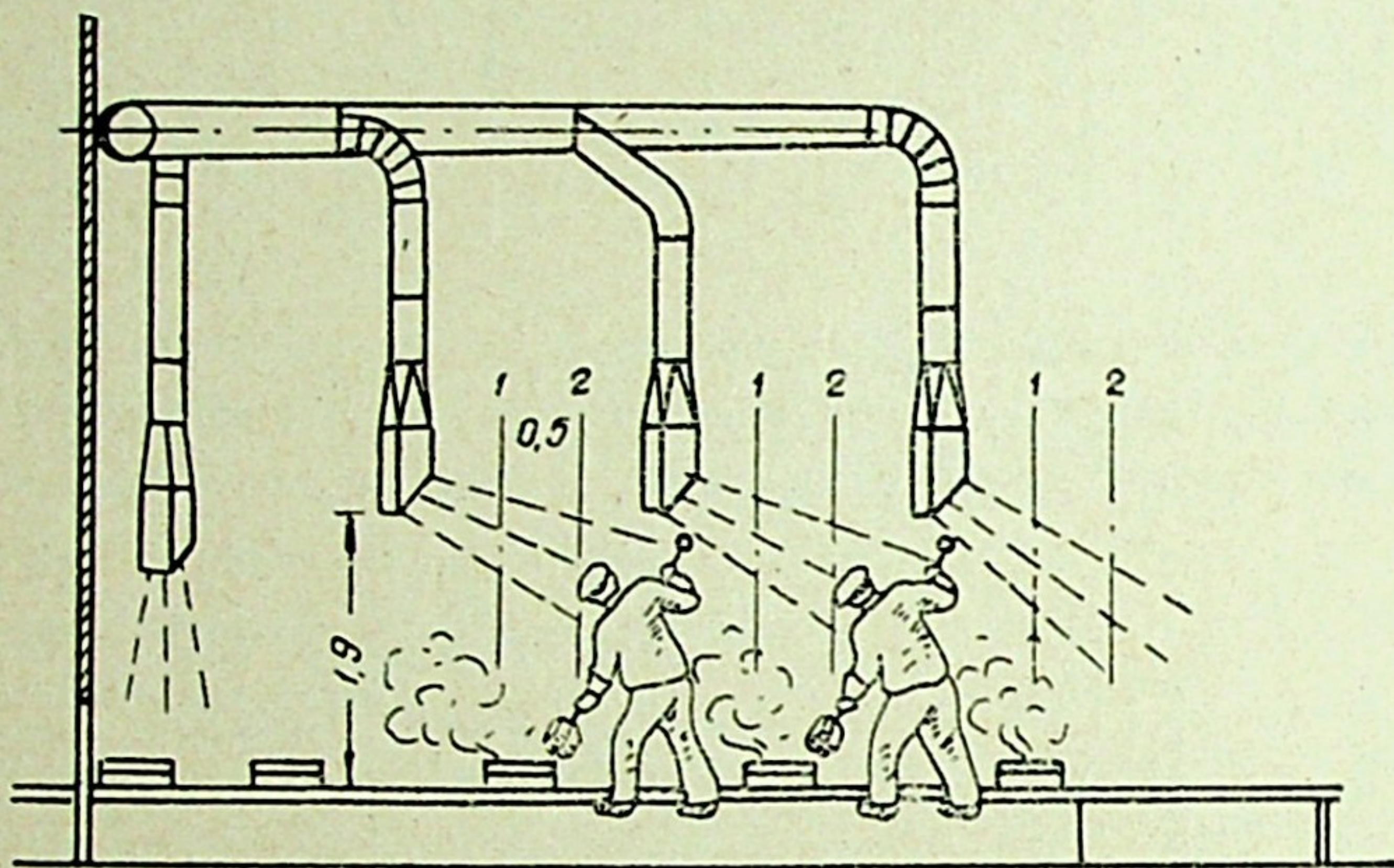
ნახ. XIV.13

ფართო გავრცელება ჰპოვა ვ. ბატურიანის კონსტრუქციის საშხაპო ნაცმი (ნახ. XIV.13), რომელიც ჭავლის მიმართულების შესაცვლელად აღჭურვილია ლითონის მოსაბრუნებელი ფრთებით.

საშხაპო ნაცმის 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 თუჯსამსხმელო საამქროს სამსხმელო ბაქნისათვის.

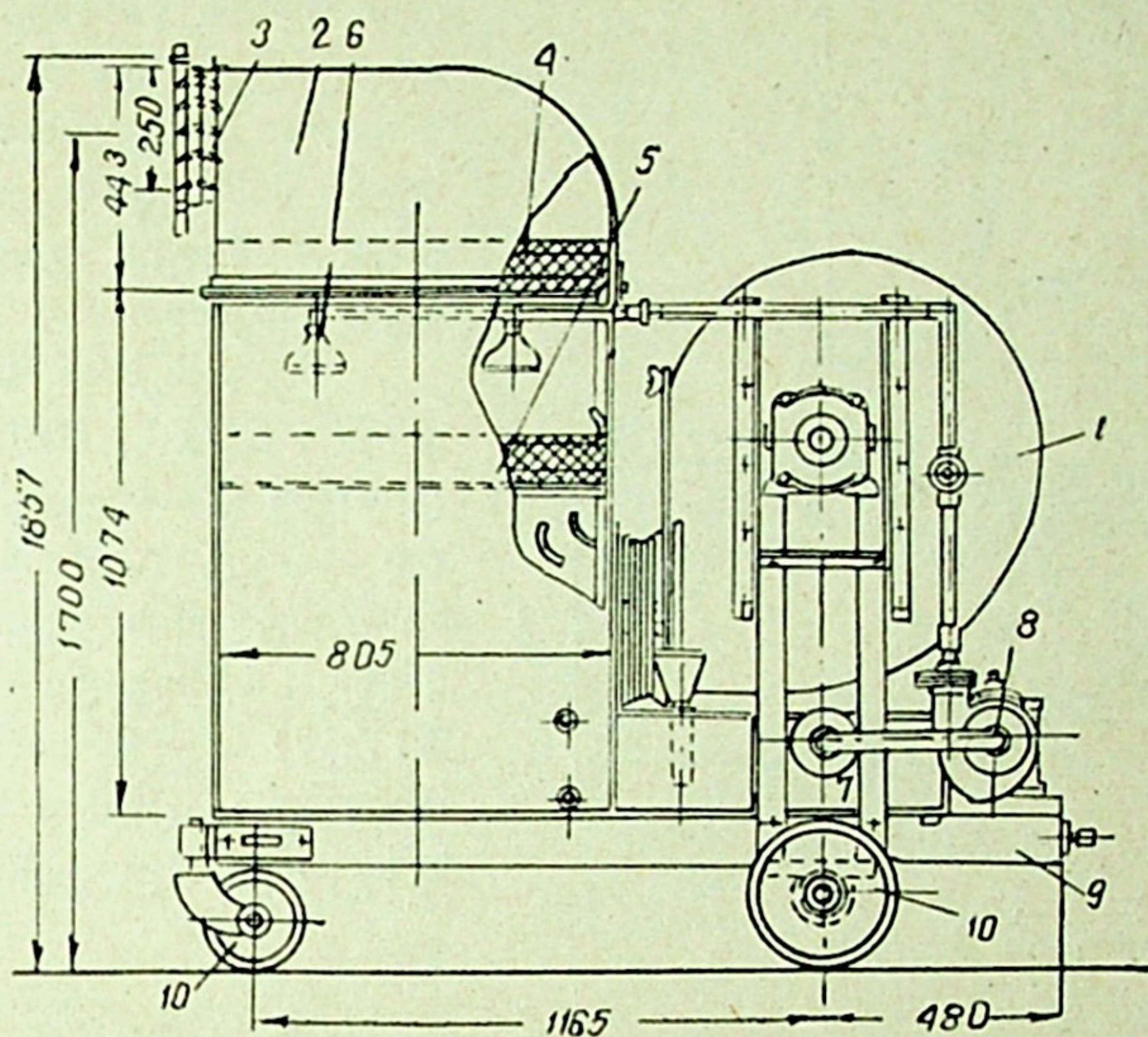
ა მმ-ობით	ბ მმ-ობით	ჰაერსატარის ღია- მეტრი D, მმ-ობით	ფრთის ქორდის სიგრძე, მმ-ობით
260	400	320	100
300	430	375	115
340	525	405	130
380	585	440	145
420	645	495	160
460	710	545	175
500	780	595	190
550	850	660	210
600	925	730	230



606. XIV.14

ვ. ბატურიძის და ი. შეპელევის მიერ დამუშავებულია მოძრავი ჰაერ-საცივარი საშხაპო დანადგარის კონსტრუქციაში (ნახ. XIV.15), ცენტრალური ვენტილატორი 1 შეიწოვს ჰაერს სათავსიდან და ვერტიკალური არხის გავლით აწვდის მილყელში 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 წვეთდამქერის როლს. რგოლების ფენებს შორის დაყენებულია ოთხი შხაპი წყლის გასაფრქვევად. გაშვებული 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.

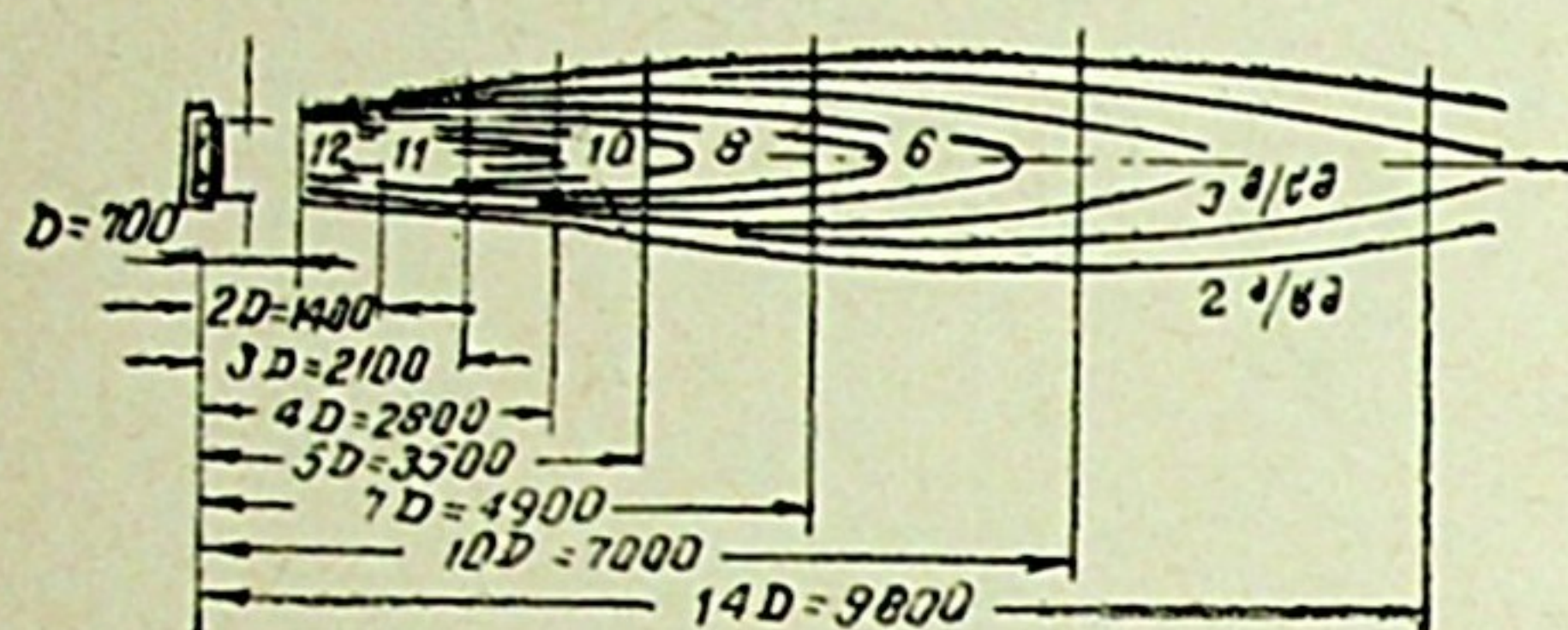
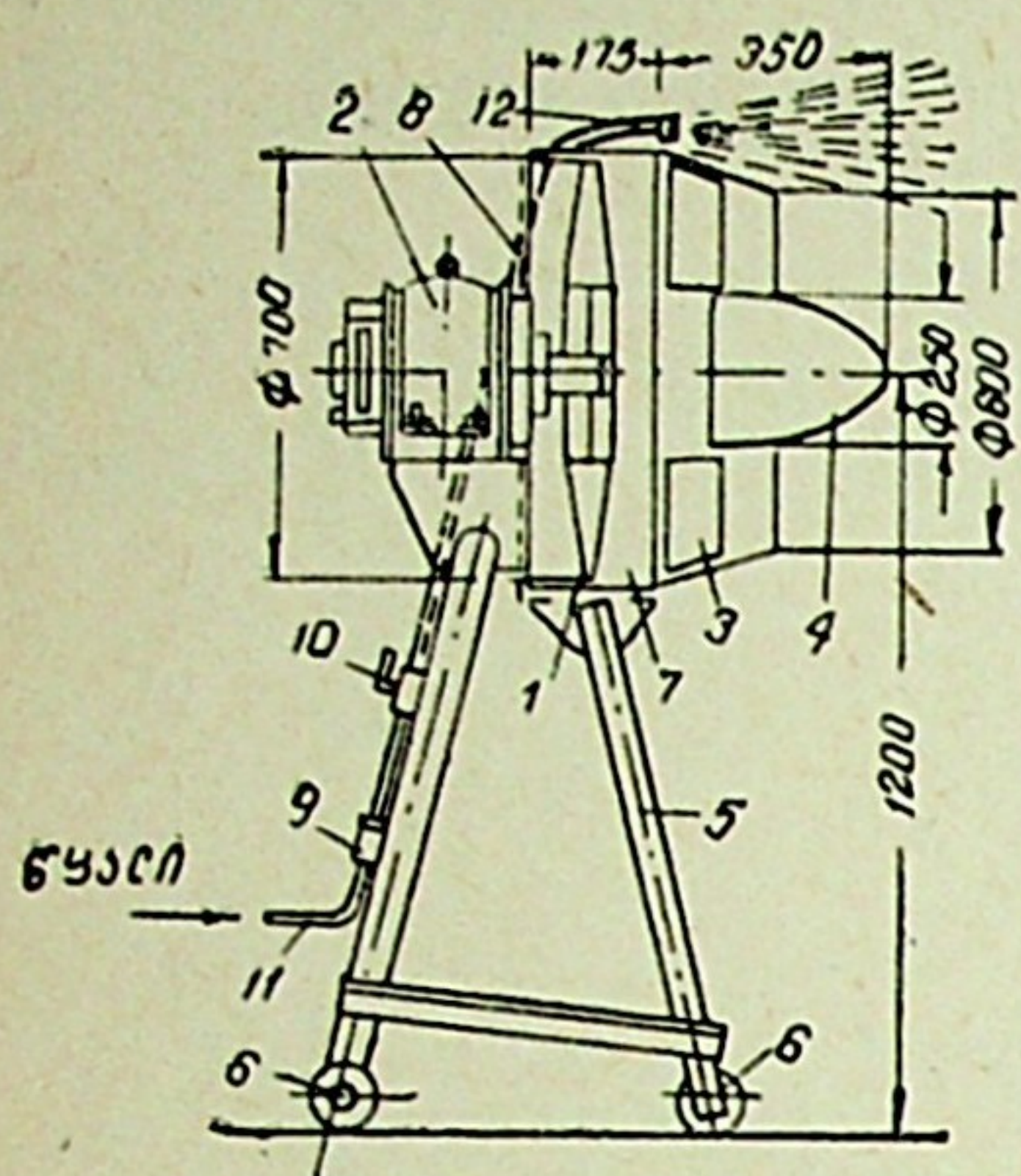
ასეთი დანადგარების გამოყენება მიზანშეწონილია ცხელ საამქროებში, სამანქანო დარბაზებსა და საქვებებში. დანადგარი შეიძლება მოემსახუროს 10 მ საგრძისა და 1,5—2 მ სიგანის სამუშაო მოედანს.

დიდი ზომის სამუშაო მოედნებზე ადგილობრივი მომდენი ვენტილაციის მოწყობისას გამოიყენება მარაოსებრი საშხაპო აგრეგატი, სვერდლოვსკის შრომის დაცვის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში (СНТОТ) დამუშავებულია ასეთი აგრეგატების რამოდენიმე კონსტრუქცია.

ამ აგრეგატების ძირითადი უპირატესობაა კონსტრუქციის სიმარტივე, დიდი რაოდენობის ჰაერის გაცივებისა და ნაწილობრივ მტერისაგან გაწმენდის შესაძლებლობა (წყლის გაფრქვევის საშუალებით).

აგრეგატი СНТОТ-3 (ნახ. XIV.16) გამოიყენება მარტენის, ბრძმედისა და სხვა მეტალურგიული ღუმელების ჩასატვირთ ხვრელებთან მომუშავე პერ-

სონალის ჰაერის შხაპებისათვის. აგრეგატი მოძრავია და შედგება ვენტილატორისაგან 1, რომელიც ერთ ღერძზეა მიერთებული ელექტროძრავიდან 2.



ნახ. XIV.16

ფრთებს 3 აქვს გარსმდენი 4. აგრეგატი დამონტაჟებულია ჩარჩოზე 5, რომელსაც აქვს საგორავები 6. ვენტილატორი ჩასმულია რგოლში 7, რომელიც ბოლოვდება დამცველი ბადით 8. გასაფრქვევი წყალი წინასწარ იწმინდება ფილტრში 9 და მილით 11 მიეწოდება ფრქვევანას 12, სადაც ხდება მისი გაშხეფება 2—3 ატ წნევით. წყლის გადაკეტვა შეიძლება ონკანით 10.

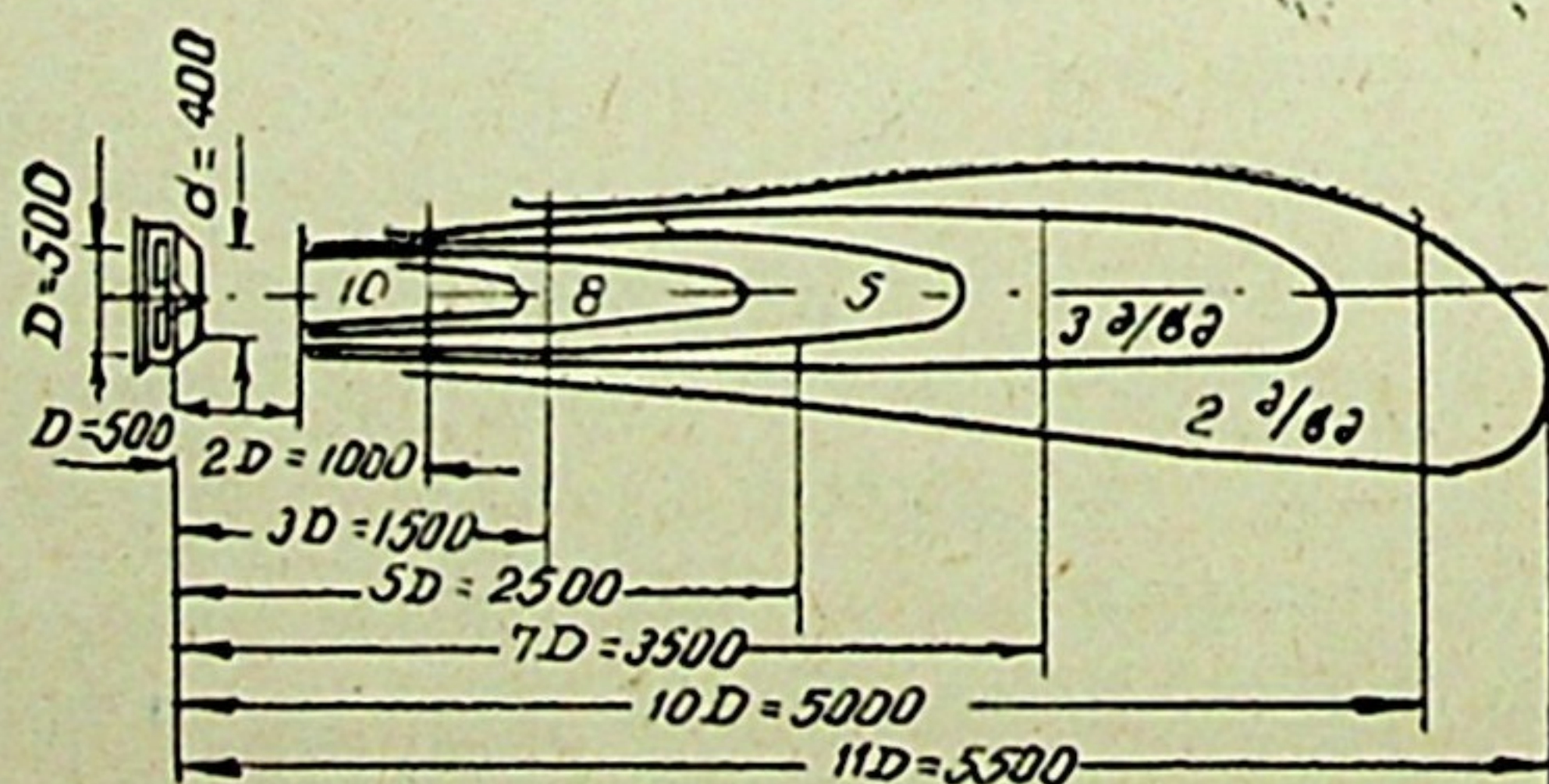
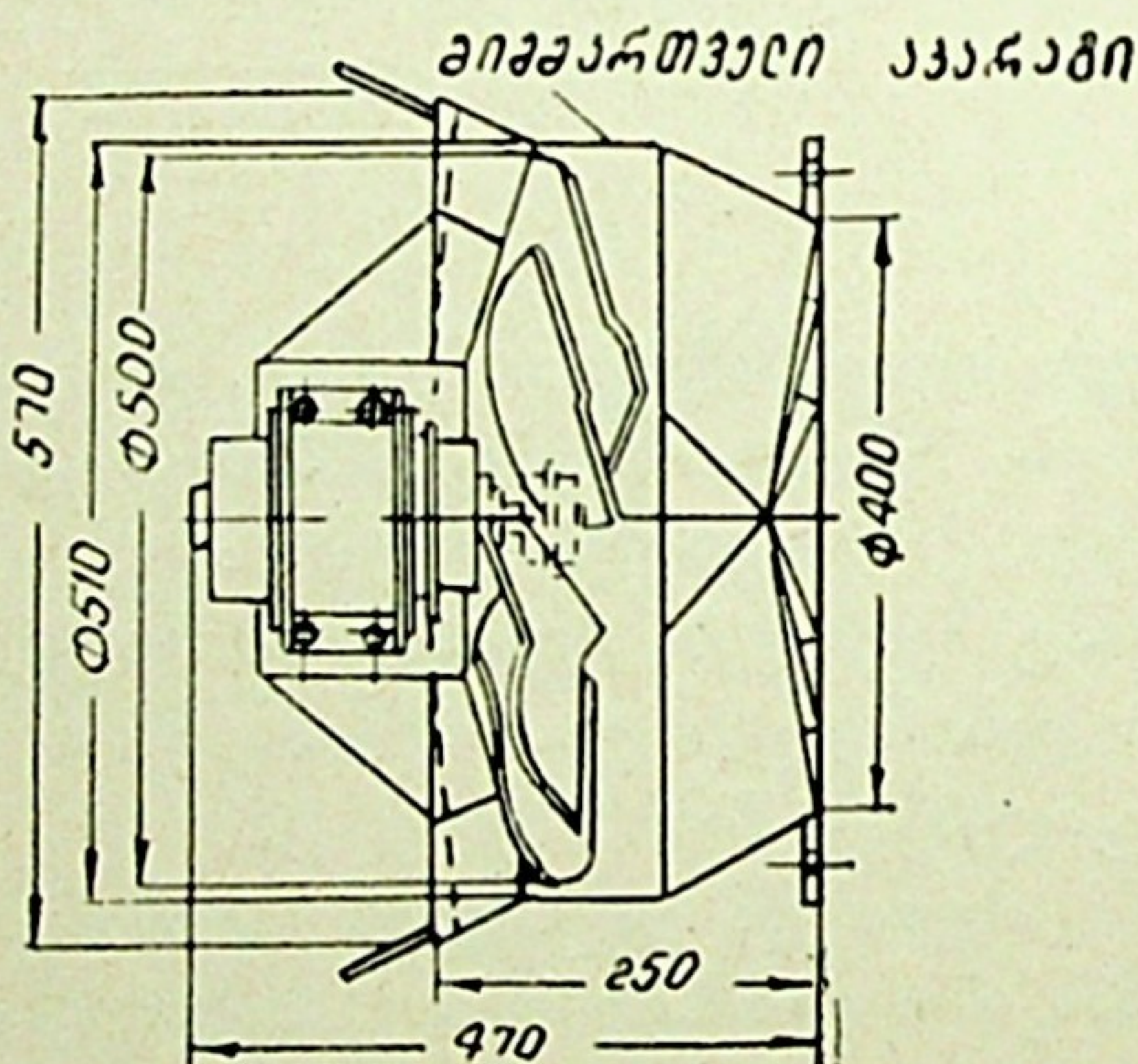
მარაოსებრი საშხაპე აგრეგატი СИОТ-5, СИОТ-3 აგრეგატისაგან განსხვავდება მიმართველი აპარატით, რომელიც ჰაერის მიმართულების ცვლის საშუალებას იძლევა. აგრეგატი СИОТ-5 (ნახ. XIV.17) სტაციონარულია და გამოიყენება ცხელი საამქროების სამართავი პულტებისა და სხვა

სამუშაო ადგილების ჰაერის შხაპებისათვის.

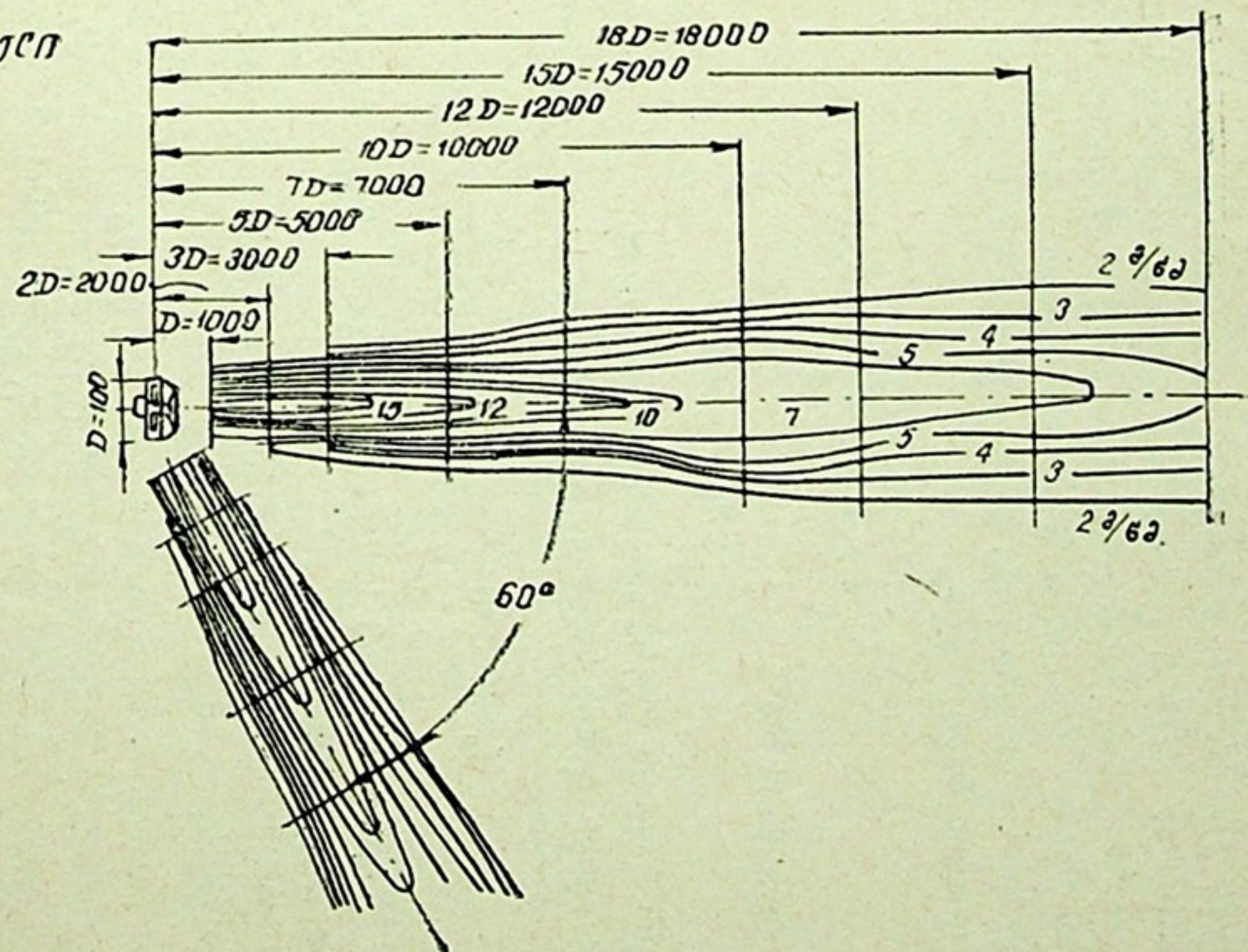
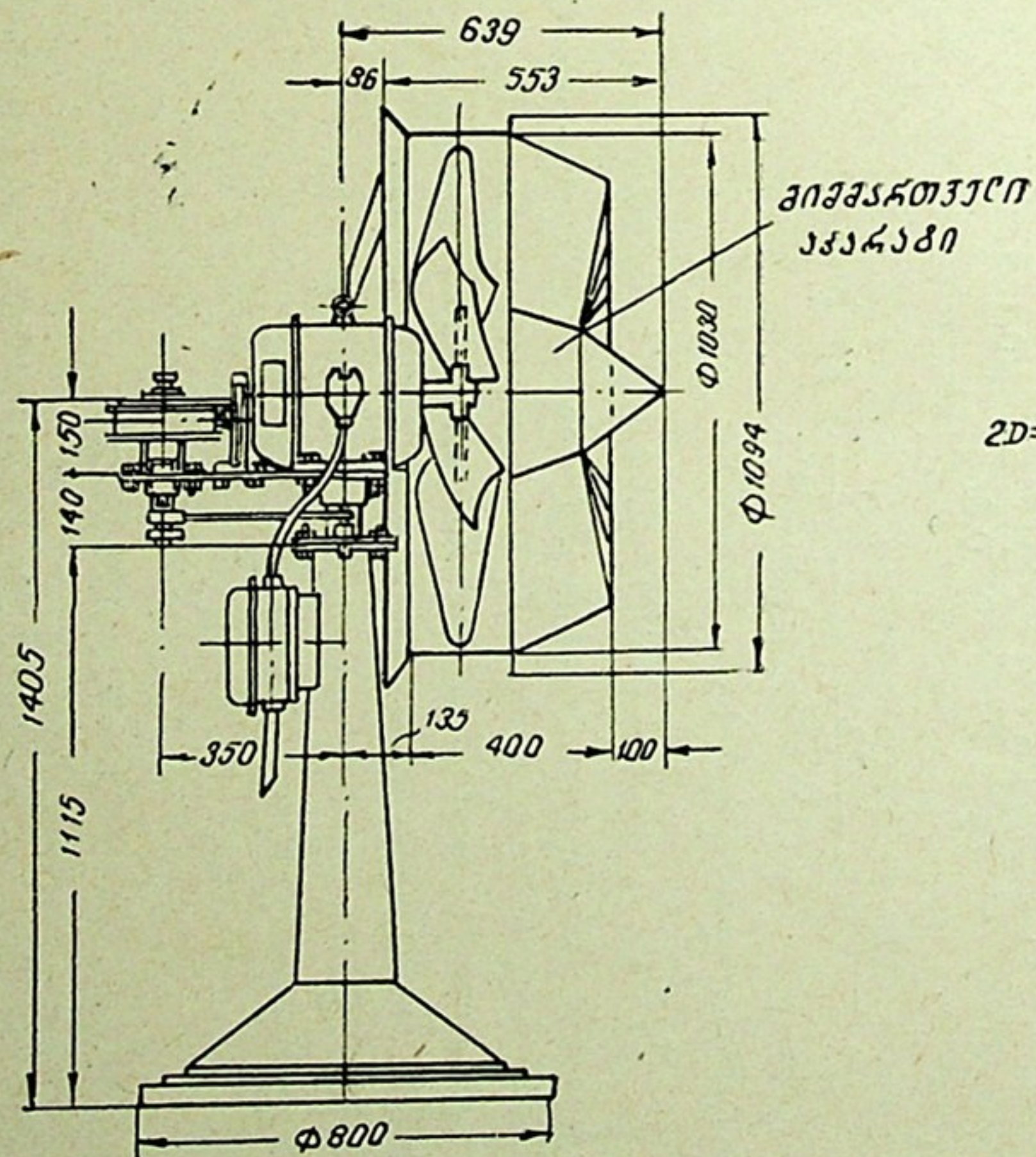
აგრეგატი СИОТ-6 (ნახ. XIV.18) გაცილებით უფრო დიდი მწარმოებლობისაა (≈ 30000 მ³/სთ), ვიდრე ზემოაღწერილი დანადგარები და გამოიყენება დიდი სამუშაო ბაქნების შხაპებისათვის მეტალურგიულ და მანქანათმშენებელ ქარხნებში.

XIV.16, XIV.17 და XIV.18 ნახაზებზე მოცემულია მარაოსებრი საშხაპე აგრეგატებიდან გამომავალი ჰაერის ჰაერების თანაბარი სიჩქარეების გრაფიკები, რომელთა საშუალებითაც ხდება აგრეგატის შერჩევა.

მაგალითი. გავიანგარიშოთ ჰაერის შხაპი ლუმელთან მომუშაებისათვის



ნახ. XIV.17



ԵՖԵ. X|V.18

შემდეგი მონაცემების საფუძველზე: თბური დასხივების ინტენსივობა $q = 2$ კკალ/სმ² წთ; მანძილი საშხაპე ნაცმიდან მომუშავემდე $l = 2,5$ მ; გარე ჰაერის პარამეტრებია — $t_1 = 26^\circ\text{C}$, $\varphi_1 = 50\%$, $P_{\text{ბარ}} = 745$ მმ ვერცხ. წყ. სვ.; მუშა ზონაში ჰაერის პარამეტრებია — $t_{\text{ა.ზ}} = 30^\circ\text{C}$, $\varphi_{\text{ა.ზ}} = 45\%$.

ამოხსნა. XIV.5 ცხრილში ეპოულობთ ჰაერის საჭირო მოძრაობის სიჩქარეს დაშხაპების ადგილზე $v_3 = 2$ მ/წმ. მივიღოთ ე. 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 ჭავლის ტურბულენტური სტრუქტურის კოეფიციენტი შეადგენს $a = 0,12$. საწყისი უბნის სიგრძეს გამოვითვლით ფორმულით

$$l_0 = 0,335 \frac{d_1}{a} = 0,335 \frac{0,364}{0,12} = 1,02 \text{ მ.}$$

ვინაიდან $l > l_0$ -ზე, ამიტომ სამუშაო ადგილი მდებარეობს თავისუფალი ჭავლის ძირითად უბანში.

ნაცმიდან ჰაერის გამოდინების v_1 სიჩქარე შეგვიძლია გამოვთვალოთ შემდეგი გამოსახულებიდან

$$\frac{v_3}{v_1} = \frac{0,226}{\frac{al}{d_1} + 0,145} = \frac{0,226}{\frac{0,12 \cdot 2,5}{0,364} + 0,145} = 0,234,$$

საიდანაც

$$v_1 = \frac{v_3}{0,234} = \frac{2,0}{0,234} = 8,6 \text{ მ/წმ.}$$

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 ღუმელთან მომუშავისათვის მოწყობილი ჰაერის შხაპის ჭავლის დიამეტრი სამუშაო ადგილთან უნდა იყოს 1,2 მ. შევამოწმოთ ეს პირობა. ამ მიზნით ჰაერის დიამეტრი d_3 გამოვთვალოთ იმ ნაწილში, სადაც მომუშავეა, ე. ი. ნაცმიდან 2,5 მ მანძილზე. ვისარგებლოთ შემდეგი ფორმულით

$$\frac{d_3}{d_1} = 6,8 \left(\frac{al}{d_1} + 0,145 \right) = 6,6,$$

საიდანაც

$$d_3 = 6,6 \cdot 0,364 = 2,4 \text{ მ.}$$

ვინაიდან $d_3 = 2,4 \text{ მ} > 1,2 \text{ მ}$, შეგვიძლია გაანგარიშება დამთავრებულად ჩავთვალოთ, ე. ი. ე. ბატურიანის ნაცმის შერჩეული ზომები აკმაყოფილებს ამოცანის პირობას.

ა ე რ ა ტ ი ა

§ 64.

სამკანველო დანიშნულების შენობების აეკასია

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 მექანიკურ ვენტილაციას, აწყობენ სათავსში ნორმალური მეტეოროლოგიური პირობების შესაქმნელად. მექანიკური საერთო ვენტილაციისაგან განსხვავებით, სადაც ჰაერის მიწოდება შესაძლოა ნებისმიერ ადგილას, აერაციის დროს ჰაერის მიწოდება შეიძლება მხოლოდ გარე გადამლობავ კონსტრუქციებში დატანებული ხვრელებიდან.

აერაცია საშუალებას გვაძლევს განვახორციელოთ დიდი ჰაერცვლა მექანიკური 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.

მრავალმალთან საამქროებში ჰაერის მიწოდება მხოლოდ გარე კედლების ფრამუგებიდან საკმარისი არ არის და გარე კედლებიდან დაშორებულ საშუალო ადგილებზე ჰაერის მიღებას აწარმოებენ შენობის ჭერიდან. ამასთან დაკავშირებით საჭიროა საამქროში ცივი და ცხელი მალეების მონაცვლეობა. ცივი მალეები ასრულებენ ჰაერმიმღებების როლს. გარე ჰაერი შემოდის ცივი მალეების სარკმლებიდან და ნაწილდება მეზობელ ცხელ მალეებში.

ზამთრის პერიოდში აერაციის გამოყენებისათვის აუცილებელია, რომ საამქროში არსებული ჭარბი 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 საკმაო ტემპერატურამდე შეთბობა.

აერაციის გამოყენება მიზანშეწონილია უპირველესად ისეთ საამქროებში, რომლებშიც ადგილი აქვს ჰარბი სითბოს დიდი რაოდენობით გამოყოფას. ასეთებია: ბრძმედის, მარტენის, საგლინავი და სხვა მეტალურგიული საამქროები, აგრეთვე სამჭედლო, სამსხმელო, თერმული, ქიმიური და სხვა საამქროები.

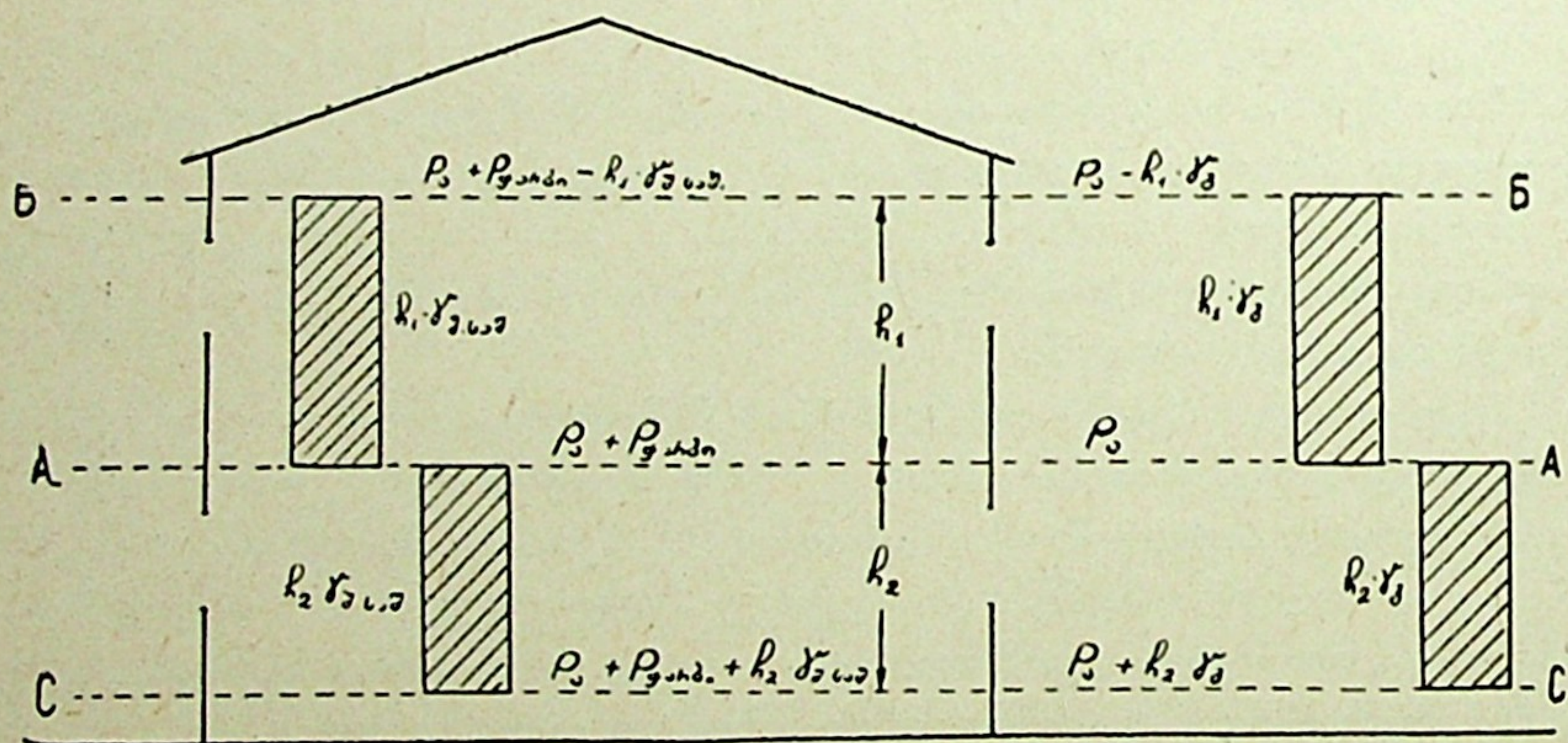
ბუნებრივი ჰაერცვლის ეფექტურობა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული, რომლებიც უნდა გავითვალისწინოთ როგორც შენობის დაპროექტების, ისე ექსპლოატაციის დროს. ბუნებრივი ჰაერცვლის ორგანიზაციის ძირითადი ღონისძიებებია სითბოს გამომყოფი სამრეწველო დანადგარების სწორი განლაგება, შენობის სათანადო სამშენებლო გაფორმება (მალების რაოდენობა, სახურავის ფორმა და პროფილი) და ფრამუგების სწორი განლაგება კედლებსა და შუქსარკმლებში.

ხშირად აერაციასთან ერთად მექანიკური ვენტილაციაც გამოიყენება მავნე ნივთიერებების გაყვანის მიზნით. ზოგჯერ საჭიროა აგრეთვე მექანიკური წესით სუფთა ჰაერის მიწოდება უშუალოდ მუშების თავმოყრის ადგილებზე (ჰაერის შხაპები, ოაზისები). აერაცია და მექანიკური ვენტილაცია ავსებს ერთმანეთს და ერთობლივი მოქმედებით აუმჯობესებს სათავსში შრომის პირობებს, ხელს უწყობს შრომის ნაყოფიერების ზრდას.

§ 65.

შიგა ჰაბი ნაჲა და ნეიზაღური ზონა

აერაციის გაანგარიშებისათვის წინათ სარგებლობდნენ ნეიტრალური ზონის თეორიით. ანუამად მიღებულია უფრო უნივერსალური შიგა ჰარბი წნევის ცნება. მისი არსის გამოკვლევის მიზნით განვიხილოთ სამრეწველო 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/მ². თუ გავზომავთ წნევას იმავე დონეზე

მხოლოდ საამქროს შიგნით, ზოგად შემთხვევაში იგი გარე წნევისაგან განსხვავებული აღმოჩნდება რაღაც გარკვეული P_3 კგ/მ² სიდიდით.

წნევათა სხვაობას საამქროს შიგნით და გარეთ ერთსა და იმავე დონეზე (სიმაღლეზე) შიგა ჭარბი წნევა ეწოდება. შიგა ჭარბი წნევა შეიძლება იყოს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი. მისი ცვლილების ხასიათის გამოსაკვლევად BB სიბრტყე გავატაროთ h_1 მეტრით მაღლა AA სიბრტყიდან და სათავსის შიგნით და გარეთ გამოვყოთ ჰაერის ორი სვეტი 1 მ² კვეთის ფართობით. გარეთა სვეტის წონა იქნება $h_1 \gamma_3$, ხოლო სათავსის ჰაერის სვეტის წონა — $h_1 \gamma_{ა.საშ}$, სადაც $\gamma_{ა.საშ}$ არის სათავსის ჰაერის მოცულობითი წონა აღებული საშუალო ტემპერატურისათვის — $t_{ა.საშ}$, რომელიც გამოითვლება შემდეგი გამოსახულებიდან

$$t_{ა.საშ} = \frac{t_{ა.ზ} + t_{გაყ}}{2}, \quad (15.1)$$

სადაც $t_{ა.ზ}$ არის ჰაერის ტემპერატურა მუშა ზონაში;

$t_{გაყ}$ — სათავსიდან გაყვანილი ჰაერის ტემპერატურა.

თუ ჰაერის წნევას საამქროს გარეთ გავზომავთ BB დონეზე, დავინახავთ, რომ აქ იგი ნაკლებია, ვიდრე AA დონეზე და შეადგენს

$$P_0 - h_1 \gamma_3.$$

ანალოგიურად, იმავე BB დონეზე საამქროს შიგნით წნევის სიდიდე

$$P_0 + P_3 - h_1 \gamma_{ა.საშ}.$$

იმისათვის, რომ შიგა ჭარბი წნევის სიდიდე გამოვთვალოთ BB დონეზე, შიგა წნევის სიდიდეს გამოვაკლოთ გარე წნევის მნიშვნელობა

$$(P_0 + P_3 - h_1 \gamma_{ა.საშ}) - (P_0 - h_1 \gamma_3) = P_3 + h_1 (\gamma_3 - \gamma_{ა.საშ}). \quad (15.2)$$

მიღებული მნიშვნელობა გვიჩვენებს, რომ, თუ რომელიმე დონეზე გვაქვს ჭარბი წნევის P_3 სიდიდე, მაშინ ამ ზონიდან ნებისმიერ h_1 მეტრის სიმაღლეზე მდებარე დონეზე ჭარბი წნევა იზრდება სიდიდით

$$h_1 (\gamma_3 - \gamma_{ა.საშ}).$$

თუ ამჯერად CC სიბრტყეს AA დონიდან გავატარებთ h_2 მეტრით ქვემოთ და გავზომავთ წნევას ამ დონეზე სათავსის გარეთ, მივიღებთ

$$h_0 + h_2 \cdot \gamma_3,$$

ხოლო სათავსში ამავე დონეზე წნევის სიდიდე

$$P_0 + P_3 + h_2 \gamma_{ა.საშ}.$$

შიგა ჭარბი წნევის სიდიდე CC დონეზე იქნება

$$(P_0 + P_3 + h_2 \gamma_{ა.საშ}) - (P_0 + h_2 \gamma_3) = P_3 - h_2 (\gamma_3 - \gamma_{ა.საშ}), \quad (15.3)$$

ე. ი. ქვემოთ მდებარე სიბრტყეში შიგა ჭარბი წნევა მცირდება სიდიდით

$$h_2 (\gamma_3 - \gamma_{ა.საშ}).$$

ზემოაღნიშნულიდან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ შიგა ჭარბი წნევა ნებისმიერი სიბრტყიდან ზემოთ იზრდება, ხოლო ქვემოთ მცირდება $h(\gamma_3 - \gamma_{ა.საშ})$ სიდიდით, სადაც h ვერტიკალური მანძილია მოცემული სიბრტყიდან.

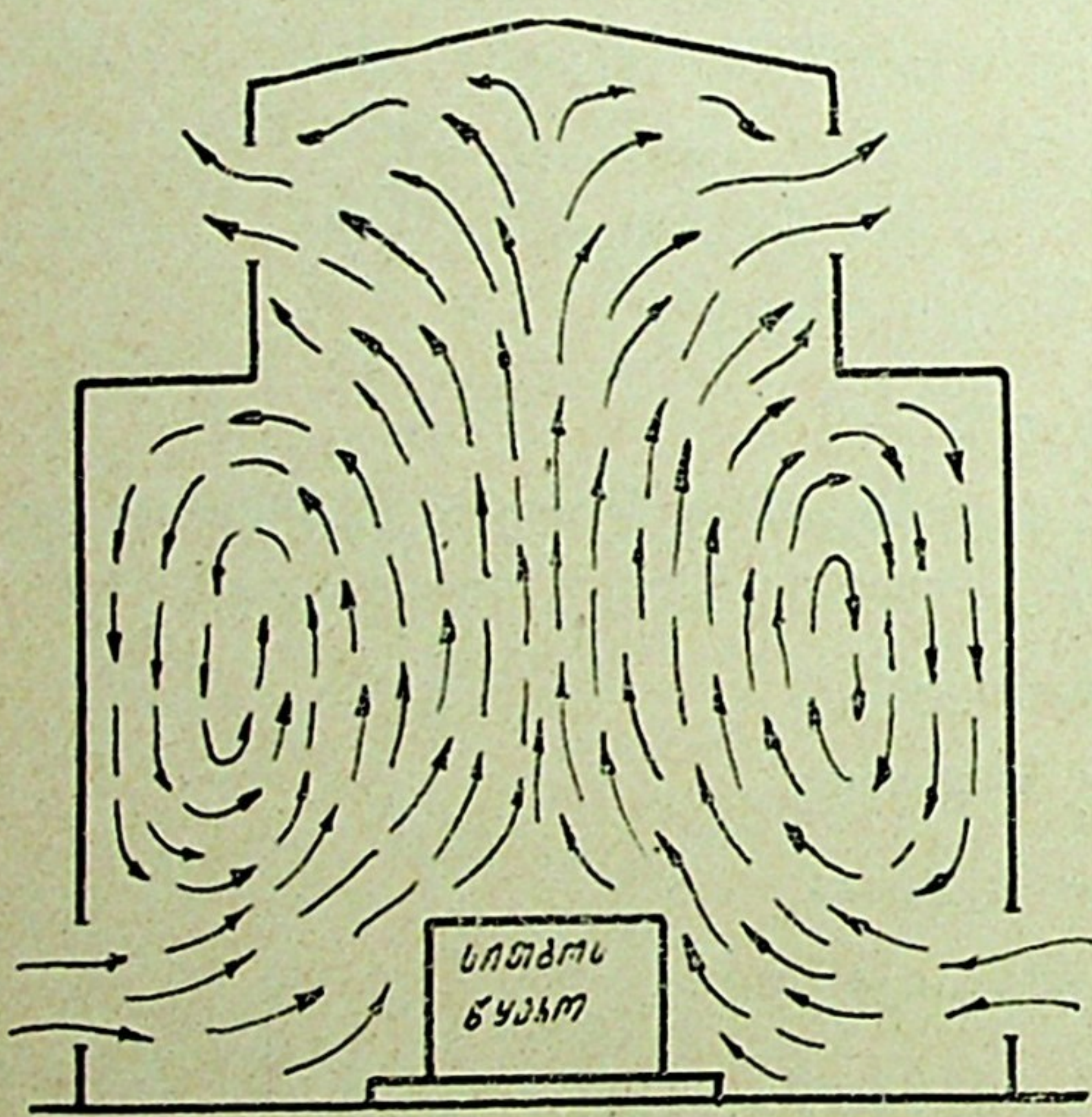
თუ ავიღებთ სიბრტყეს, სადაც ჭარბი წნევა დადებითია, და ამ დონეზე კედელში გამოვჭრით ხვრელს, მასში ჰაერი გავა სათავსიდან გარეთ (ჭარბი მოქმედებას მხედველობაში არ ვიღებთ). თუ ჭარბი წნევა უარყოფითია, ჰაერი გარედან შემოვა სათავსში, ხოლო თუ ჭარბი წნევა ნულის ტოლია, ჰაერის მოძრაობა შეწყდება.

სიბრტყეს, რომლისთვისაც ჭარბი წნევა ნულის ტოლია, ნეიტრალური ზონა ეწოდება. როგორც ვხედავთ, შიგა ჭარბი წნევის ცნება უფრო ზოგადია, ვიდრე ნეიტრალური ზონისა, რომლის საშუალებითაც შეიძლება მხოლოდ ჭარბი სითბოს შედგენად გამოწვეული აერაციის გაანგარიშება, მაშინ როდესაც შიგა ჭარბი წნევის სიდიდის გამოყენებით შეგვიძლია ჭარბი შემოქმედების გათვალისწინებაც.

თუ ცნობილია შიგა ჭარბი წნევის სიდიდე მოცემული ფრამუგის ლერძის დონეზე, ცხადია, იგი ტოლი იქნება ფრამუგაში გამავალი ჰაერის დინამიკური წნევისა $\frac{v^2}{2g}$ $\gamma_{\text{ჰაერ}}$ (დანაკარგებს ჯერჯერობით მხედველობაში არ ვიღებთ). ამრიგად, შიგა ჭარბი წნევის სიდიდის მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს ფრამუგაში გამავალი ჰაერის სიჩქარე.

§ 66. სითბოს წყაროსაგან ნაკმოქმნილი ნაკადები დახუკულ სათავსში

როგორც ვიცით, სითბოს ყოველგვარი წყარო წარმოქმნის თბურ ჭავლს, რაც იმაში გამოიხატება, რომ სითბოს წყაროსთან ახლო მდებარე ჰაერის ნაწილაკები თბება და მიემართება ზემოთ, ხოლო მათ ადგილს ახალი ნაწილაკები იკავებს. შემოფარგლულ სა-



ნახ. XV.2

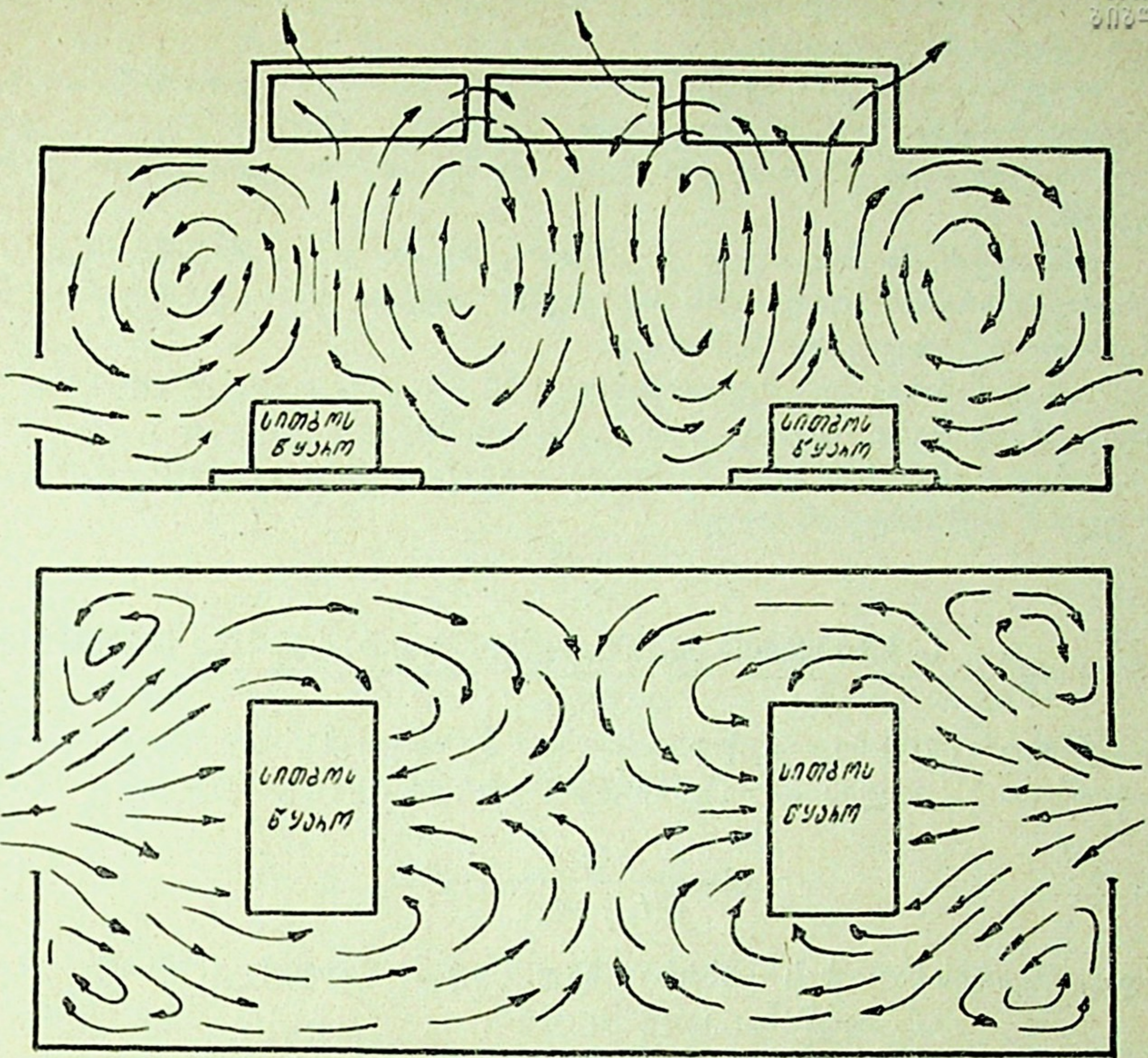
თავსში სითბოს წყაროსთან წარმოქმნილი ნაკადი, აღწევს რა სათავსის გადახურვას, იშლება და ბრუნდება ქვემოთ, რაც გამოწვეულია როგორც ჭავლის მიერ შექმნილი გაიშვიათებით, ისე ჰაერის გაცივებით.

თუ შენობაში გვაქვს ღია ხვრელები, ჭავლის ჰაერის ნაწილი გაიყვანება გარეთ, ხოლო დანარჩენი ბრუნდება ქვემოთ და შეერევა გარედან შემოსულ ნაკადებს (ნახ. XV.2).

სითბოს წყარო ვენტილატორის მსგავსად შეიწოვს ჰაერს და ჭავლის სახით გზავნის ზემოთ. ამასთანავე, ჰაერის რაოდენობა

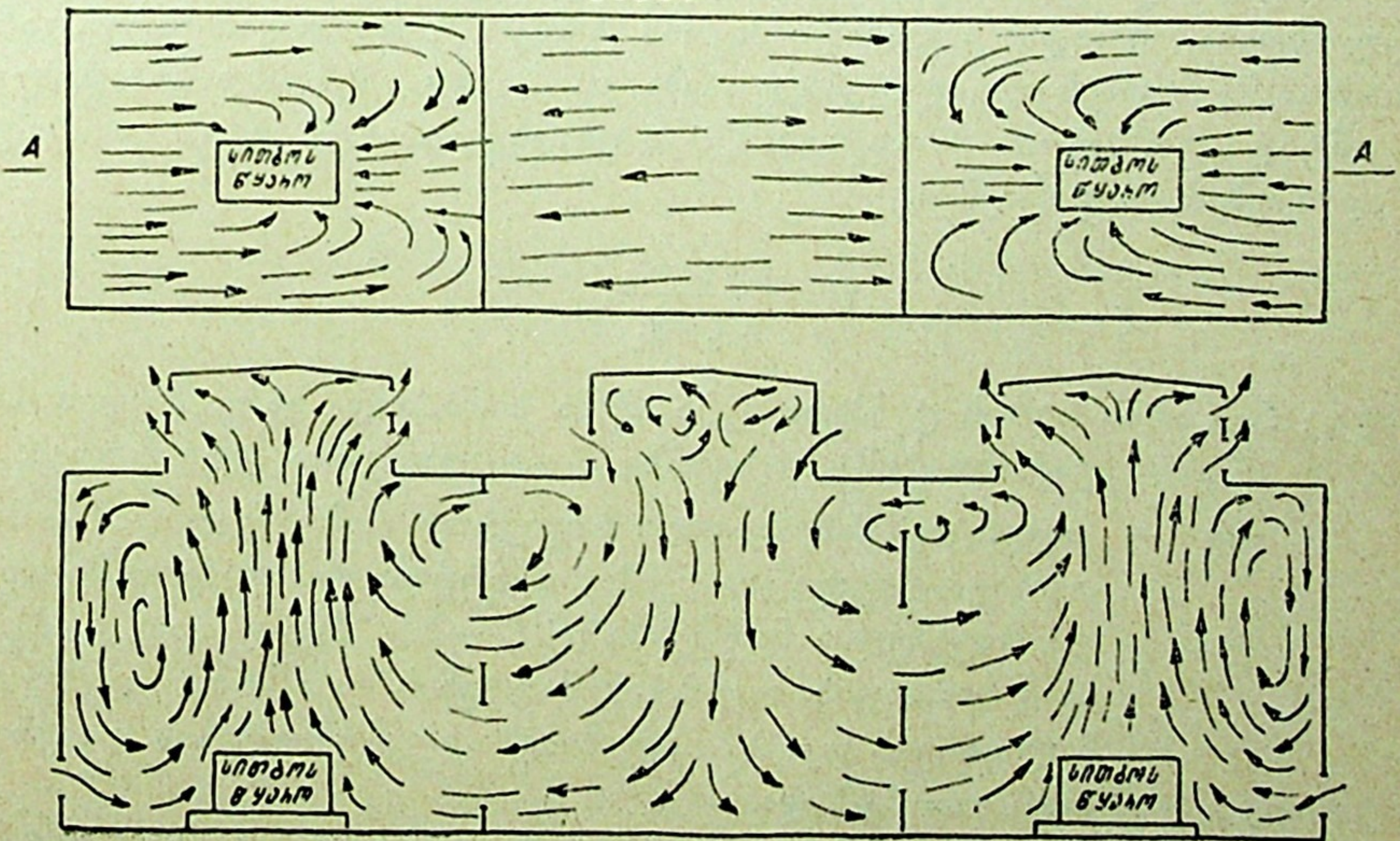
ჭავლში იმდენად დიდია, რომ, ჩვეულებრივ, გარედან შემოსული ჰაერი მისთვის საკმარისი არ არის და მოითხოვს ზედა ზონიდან ჰაერის ნაწილის დაბრუნებას იმ შემთხვევაშიც, როცა შენობას სრულიად არა აქვს სახურავი.

ზემოაღწერილის ნათელი ილუსტრაციაა XV.2 ნახაზზე მოცემული ჭავ-



ნახ. XV.3

ბარიერი



სიბრტყის ბარიერი A-A

ნახ. XV.4

ლების სქემა, რომელიც შედგენილია ვ. ბატურიანის მიერ მოდელზე ჩატარებული ცდების საფუძველზე.

როდესაც სათავსში გვაქვს ორი ლუმელი (სითბოს წყარო), მაშინ ზედა და ქვედა ზონებს შორის ძლიერდება ჰაერცვლა (ნახ. XV.3), რაც გამოწვეულია ლუმელებს შორის არსებულ არეში ჰაერის დამატებითი ცირკულაციით.

იმისათვის, რომ ნათლად დავინახოთ, თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰაერცვლის ორგანიზაციისათვის სათავსებში სითბოს წყაროების განლაგებას, განვიხილოთ კიდევ ერთი შემთხვევა.

XV.4. ნახაზზე მოცემულია სამმალიანი საამქრო, რომლის სითბოს გამოყოფი დანადგარები მოთავსებულია განაპირა მალეებში. როგორც ნახაზიდან ჩანს, თბური ჭავლების მიერ შექმნილი გაიშვიათების ზეგავლენით შუა მალი ასრულებს ჰაერმიმდების როლს.

§ 67. სავენტილაციო ჰაერის რაოდენობის განსაზღვრა პეჩისათვის

როგორც ცნობილია, ჰაერში სითბოს შემთხვევაში სავენტილაციო ჰაერის რაოდენობა ზაფხულის პირობებისათვის გამოითვლება ფორმულით.

$$G = \frac{Q_{\Sigma}}{C(t_{\text{ვ.ა.ზ.}} - t_{\text{გ}})}, \text{ კგ/სთ,} \quad (15.4)$$

სადაც Q_{Σ} არის სათავსის თბური ბალანსიდან მიღებული ჰაერში სითბოს რაოდენობა, კკალ/სთ-ით;

$t_{\text{ვ.ა.ზ.}}$ — სათავსიდან გაყვანილი ჰაერის ტემპერატურა;

$t_{\text{გ}}$ — გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურა;

$C=0,24$ — ჰაერის კუთრი სითბოტევადობა, კკალ/კგ. გრ.-ით.

მაგრამ აერაციის შემთხვევაში (15.4) ფორმულით სარგებლობა შეუძლებელი ხდება, ვინაიდან გაყვანილი ჰაერის ტემპერატურა, თავის მხრივ, გარდა სითბოს წყაროების ადგილმდებარეობისა და სიმძლავრისა, დამოკიდებულია სავენტილაციო ჰაერის რაოდენობაზე. ამ უხერხულობის თავიდან ასაცილებლად იღებენ კოეფიციენტს

$$m = \frac{t_{\text{პ.ა.ზ.}} - t_{\text{გ}}}{t_{\text{ვ.ა.ზ.}} - t_{\text{გ}}}, \quad (15.5)$$

სადაც $t_{\text{პ.ა.ზ.}}$ არის ჰაერის ტემპერატურა მუშა ზონაში და გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურაზე 3—5 გრადუსით მეტი მიიღება.

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 ცხრი-

ლიდან, სადაც m სიდიდე მოცემულია ცხელი ზედაპირების მიერ დაკავებული f ფართობის საამქროს მთლიან 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

$$G = \frac{m Q_{\text{ჰ}}}{C (t_{\text{ჰ.გ.ზ}} - t_{\text{გ}})} \text{ კგ/სთ.} \quad (15.6)$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც უშუალოდ საამქროს მუშა ზონიდან გაიყვანება $G_{\text{ა.გ}}$ კგ/სთ რაოდენობის ჰაერი ადგილობრივი გაწოვების საშუალებით და ღუმელებით (წვის პროცესისათვის), სავენტილაციო ჰაერის რაოდენობა შეიძლება გამოითვალოს შემდეგი ფორმულით

$$G = \frac{m Q_{\text{ჰ}}}{C (t_{\text{ჰ.გ.ზ}} - t_{\text{გ}})} + (1 - m) G_{\text{ა.გ}} \text{ კგ/სთ.} \quad (15.7)$$

სათაესიდან გაყვანილი ჰაერის ტემპერატურა ადვილად განისაზღვრება (15.8) ფორმულით

$$t_{\text{გაყ}} = \frac{t_{\text{ჰ.გ.ზ}} - (1 - m) t_{\text{გ}}}{m}. \quad (15.8)$$

ზამთრისა და გარდამავალ პერიოდებში სათაესში მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$G = \frac{1}{1 + m \frac{t_1 - t_{\text{გ}}}{t_{\text{ჰ.გ.ზ}} - t_1}} \left[\frac{m Q_{\text{ჰ}}}{C (t_{\text{ჰ.გ.ზ}} - t_1)} + (1 - m) G_{\text{ა.გ}} \right], \quad (15.9)$$

სადაც t_1 არის მუშა ზონაში შემოსული გარე ჰაერის ტემპერატურა, რომლის გამოთვლა შეიძლება შემდეგი გამოსახულებიდან

$$t_1 = t_{\text{ჰ.გ.ზ}} - \Delta t.$$

ტემპერატურული ვარდნილი Δt გარდამავალ პერიოდში მიიღება $5-8^\circ$, ხოლო ზამთრის პერიოდში 8° .

m კოეფიციენტს ამ შემთხვევაში აქვს შემდეგი სახე

$$m = \frac{t_{\text{ჰ.გ.ზ}} - t_1}{t_{\text{გაყ}} - t_1}. \quad (15.10)$$

ვინაიდან ამ კოეფიციენტის მნიშვნელობა არ არის დამოკიდებული წლის საანგარიშო პერიოდზე, ამიტომ მისი სიდიდე მიიღება იგივე, რაც ზაფხულის პერიოდისათვის.

სათავსიდან გაყვანილი ჰაერის ტემპერატურა ზამთრის და გარდამავალი პერიოდებისათვის გამოითვლება (15.11) ფორმულით და აქვს შემდეგი სახე.

$$t_{\text{გაყ}} = \frac{t_{\text{კ.გ.ზ}} - (1 - m)t}{m}, \quad (15.11)$$

§ 68.

ქარის ზემოქმედება შენობაზე

ქარი წარმოადგენს ატმოსფერული ჰაერის ტურბულენტურ მოძრაობას დედამიწის 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 იკავებს შედარებით ცივი ჰაერის ნაკადი. 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 ადგენენ ქარის მიმართულებისა და სიჩქარის ცვალებადობის კანონზომიერებას, რომლის მიხედვითაც განსაზღვრულია გაბატონებული ქარის მიმართულება და სიჩქარე სხვადასხვა რაიონისათვის და მოცემულია ნორმებში (СНП).

ქარის ზემოქმედება სამრეწველო შენობაზე იმაში გამოიხატება, რომ ქარისაკენ მიმართულ მხარეს წარმოიშობა ქარბი წნევა (შენობიდან დაშორებით გაზომილ ატმოსფერულ წნევასთან შედარებით), ხოლო საწინააღმდეგო მხარეს იქმნება გაიშვიათება (უარყოფითი წნევა).

შენობაზე ქარის წნევის განსაზღვრის მიზნით ამზადებენ შენობის გეომეტრიულად მსგავს მოდელს, რომელსაც ცდიან აეროდინამიკურ მილში და გამოითვლიან აეროდინამიკურ კოეფიციენტებს.

აეროდინამიკური კოეფიციენტი (k) ეწოდება შენობის მოცემულ წერტილში ქარის მიერ გამოწვეული ქარბი წნევის ან გაიშვიათების (ΔP) ფარდობას ქარის ჩქარულ წნევასთან (დინამიკური წნევა— P_d).

ვინაიდან შენობას წიბოები მახვილი აქვს და ჭავლის მოწყვეტა ხდება უშუალოდ ამ წიბოებზე, აეროდინამიკურ მილში მოდელის გამოცდის დროს საჭირო არ არის რეინოლდსის 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

$$\Delta P = k P_d = k \frac{v^2}{2g} \gamma, \quad (15.12)$$

სადაც γ არის გარე ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ³-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 ცვალეზადობის მრუდები. განხილულია ქარის მიმართულების სამი შემთხვევა. შენობის შიგნით გარკვეული მასშტაბით გადაზომილი მონაკვეთები შეესაბამება აეროდინამიკური კოეფიციენტის დადებით მნიშვნელობებს, ხოლო გარეთ გადაზომილი მონაკვეთები — უარყოფით მნიშვნელობებს.

ამ მონაკვეთების ბოლო წერტილების შეერთებით მივიღებთ მრუდს, რომელსაც წნევის სპექტრი ეწოდება. თუ ხერელს კედელში გავაკეთებთ 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.

მაგალითი. გამოვითვალოთ ქარით გამოწვეული ჰაერცვლა ერთმალთან საამქროში (ნახ. XV.6). თუ ცნობილია, რომ სათავსში სითბოს გამოყოფას ადგილი არა აქვს, გარე ჰაერის და საამქროს ჰაერის ტემპერატურები ერთნაირია $t_a = t_b = +15^\circ\text{C}$. ქარის სიჩქარე $v_3 = 3,2$ მ/წმ; ფრამუგების ფართობი შესაბამისად ტოლია $f_1 = 25$ მ²; $f_2 = 40$ მ²; $f_3 = 36$ მ²; $f_4 = 35$ მ², 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

$$P_e = \frac{v_3^2}{2g} \cdot \gamma_a = \frac{3,2^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 1,226 = 0,64 \text{ კგ/მ}^2.$$

გამოვითვალოთ ქარისაგან გამოწვეული ქარბი წნევები და გაიშვიათებები ფრამუგების სიბრტყეში:

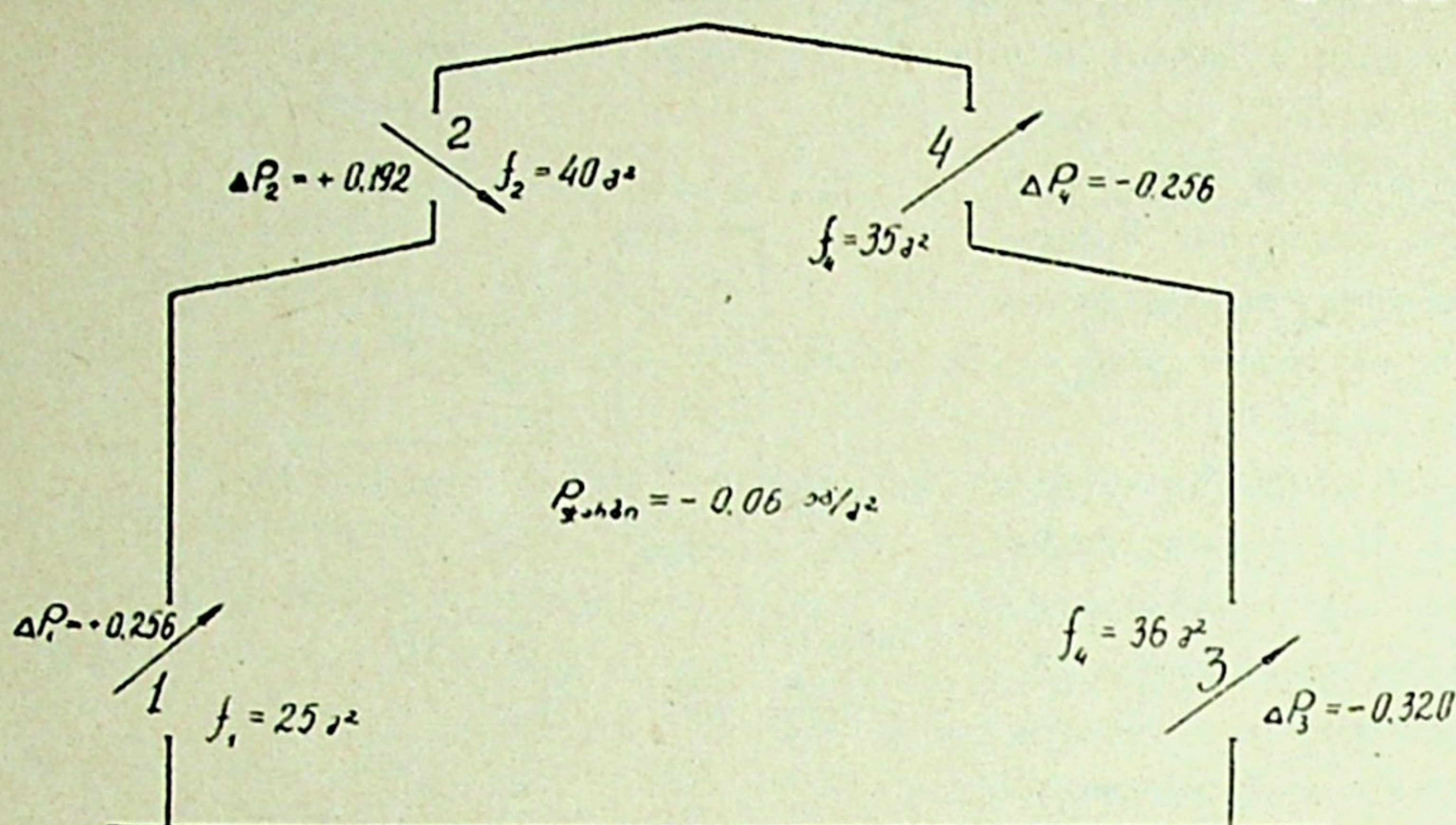
$$\Delta P_1 = k_1 \cdot P_e = +0,4 \cdot 0,64 = +0,256 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$\Delta P_2 = k_2 \cdot P_e = +0,3 \cdot 0,64 = +0,192 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$\Delta P_3 = k_3 \cdot P_{\text{ლ}} = -0,5 \cdot 0,64 = -0,320 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$\Delta P_4 = k_4 \cdot P_{\text{ლ}} = -0,4 \cdot 0,64 = -0,25 \text{ კგ/მ}^2.$$

თუ დავკეტავთ ყველა ფრამუგას და მხოლოდ პირველს გავაღებთ, საამქროში შეიქმნება შიგა ჭარბი წნევა $P_3 = +0,256 \text{ კგ/მ}^2$. თუ დავტოვებთ



ნახ. XV.6

ლიად მხოლოდ მესამე ფრამუგას, საამქროში გვექნება ჭარბი წნევა $P_3 = -0,320 \text{ კგ/მ}^2$, ხოლო თუ გავაღებთ ყველა ფრამუგას, საამქროში დამყარდება რაღაც შუალედური სიდიდის შიგა ჭარბი წნევა.

ჩვენს შემთხვევაში $t_3 = t_8$ და $\gamma_3 = \gamma_8$, ამიტომ სათავის მთელ სიმაღლეზე შიგა ჭარბი წნევა უცვლელი იქნება. თუ დავუშვებთ, რომ შიგა ჭარბი წნევა უახლოვდება ნულს, მაშინ პირველი და მეორე ფრამუგები იმუშავენ ჰაერის მიწოდებაზე, ხოლო მესამე და მეოთხე ფრამუგები — გაწოვაზე.

ფრამუგის დონეზე ჭარბი წნევასა და შიგა ჭარბ წნევას შორის სხვაობა ტოლია ამ ფრამუგაში გამავალი ჰაერის დინამიკური წნევისა. ამიტომ პირველი ფრამუგისათვის შეგვიძლია დავწეროთ

$$k_1 P_{\text{ლ}} - P_3 = \frac{v_1^2}{2g} \cdot \gamma_3.$$

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 მესამე 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.

დავუშვათ, რომ შიგა ჰარბი წნევის სიდიდე $P_3 = -0,08$ კგ/მ², 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, დავინახავთ, რომ მოდინებული ჰაერის რაოდენობა აღემატება სათავსიდან გაყვანილი ჰაერის რაოდენობას

$$92,6 > 84,3,$$

ე. ი. ჰარბი წნევა აგვილია შემცირებულად.

ამჯერად მივიღოთ $P_3 = -0,06$ კგ/მ² და კვლავ გამოვთვალოთ ფრამუგებში გამავალი ჰაერის ხარჯები:

$$L_1 = 0,65 \cdot 4 \cdot 25 \sqrt{0,256 + 0,06} = 36,6 \text{ მ}^3/\text{წმ};$$

$$L_2 = 0,65 \cdot 4 \cdot 40 \sqrt{0,192 + 0,06} = 52,3 \text{ მ}^3/\text{წმ};$$

$$L_3 = 0,65 \cdot 4 \cdot 36 \sqrt{-0,06 + 0,320} = 47,7 \text{ მ}^3/\text{წმ};$$

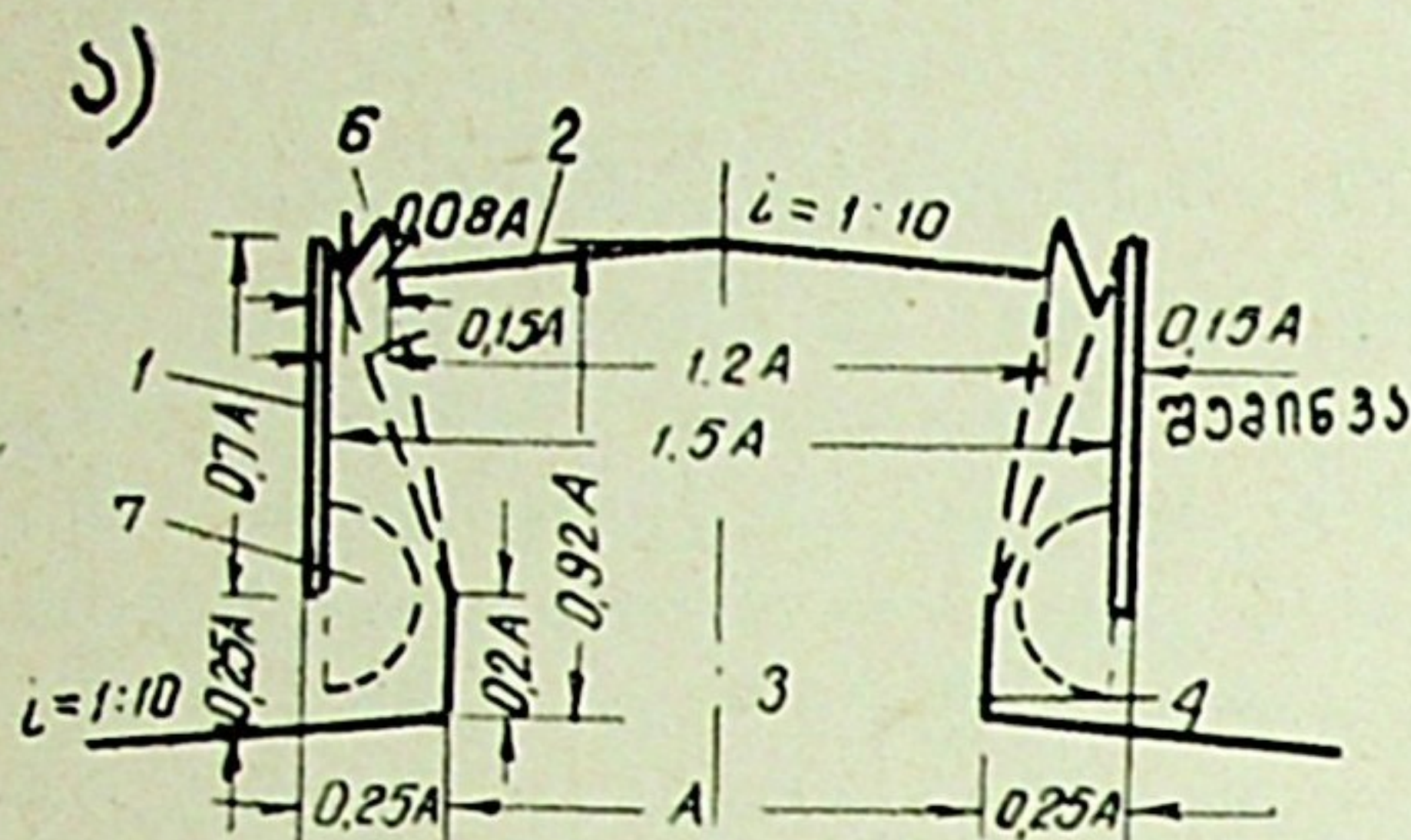
$$L_4 = 0,65 \cdot 4 \cdot 35 \sqrt{-0,06 + 0,256} = 40,4 \text{ მ}^3/\text{წმ}.$$

ხარჯის ბალანსის შემოწმება გვიჩვენებს, რომ მოდინებული და გაყვანილი ჰაერის ხარჯები საკმარისი სიზუსტით უახლოვდებიან ერთმანეთს ($88,9 \approx 88,2$), ამიტომ შეგვიძლია გაანგარიშება დამთავრებულად ჩავთვალოთ.

§ 69. შემოუბრაპვი საკმდეპი და სხვა სააეაასიო მოწყობილობები

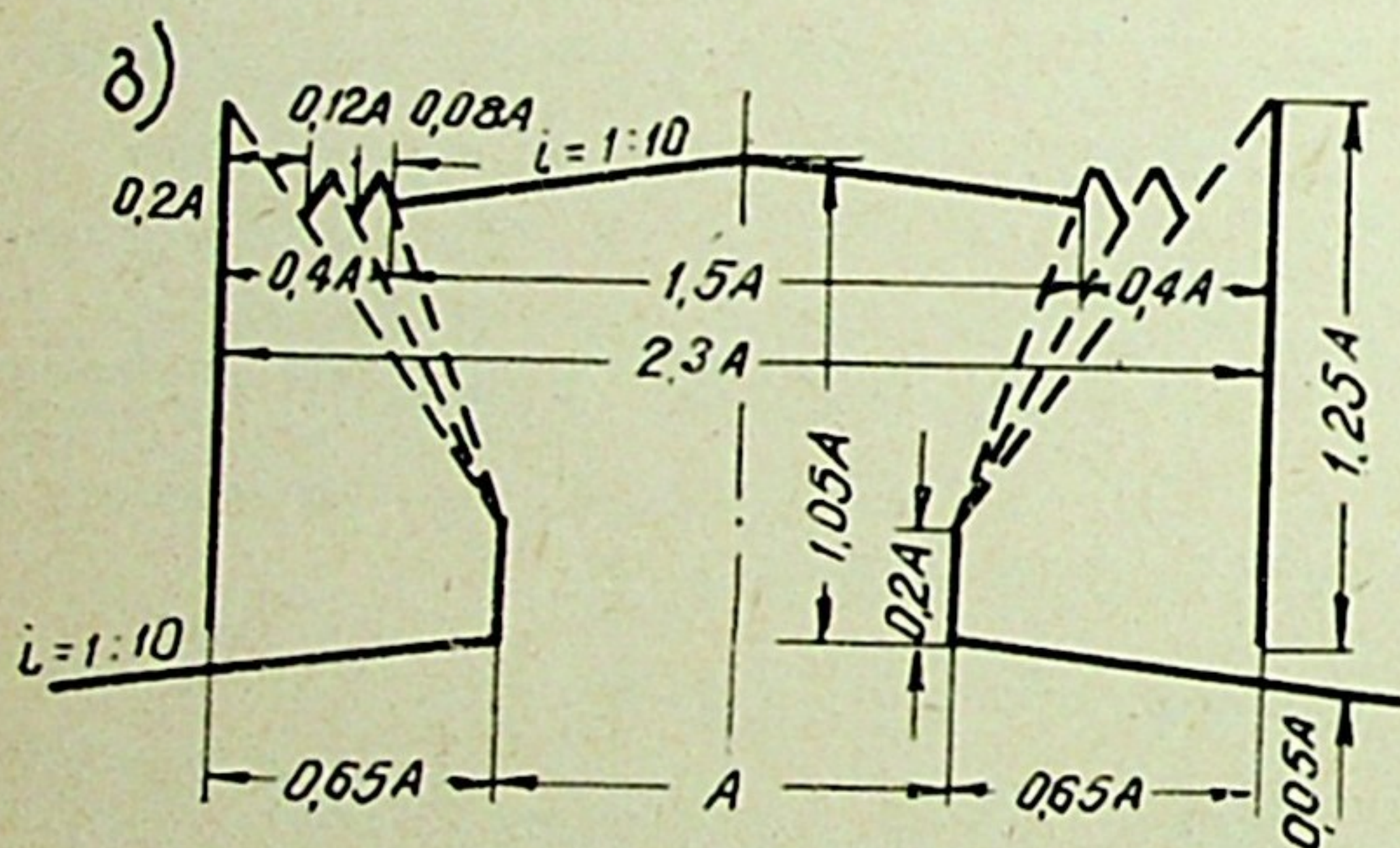
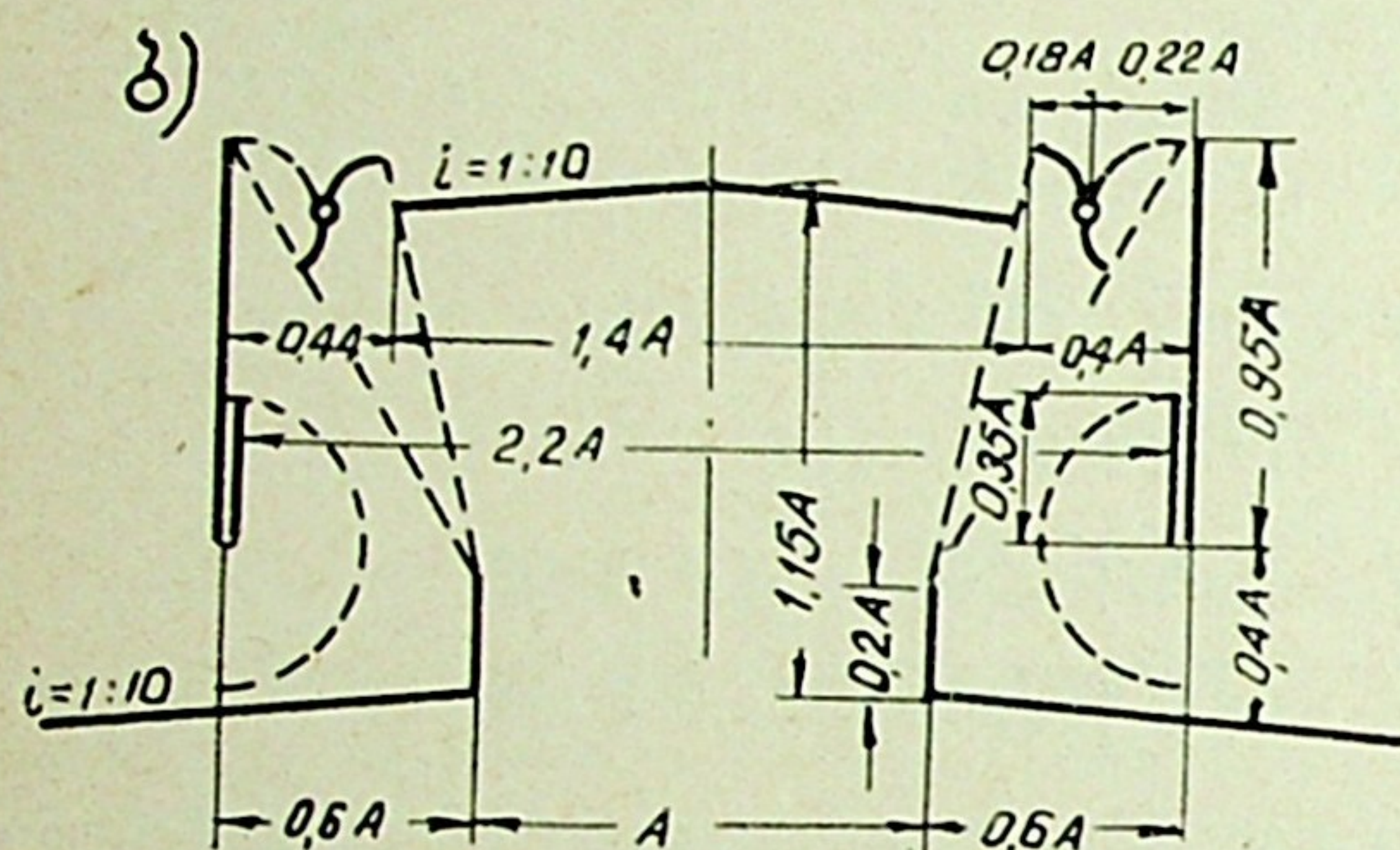
საამქროს ზედა ფრამუგებიდან ჰარის შემობერვის შემთხვევაში გარედან შემოსული ცივი ჰაერი ერევა საამქროს ზედა ნაწილში ამოსულ გაბინძურე-

ბულ ჰაერს და აბრუნებს მას მუშა ზონაში, რითაც საგრძნობლად უარესდება საამქროს სანიტარულ-ჰიგიენური პირობები. ფრამუგებიდან ჰაერის შემობერვის თავიდან აცილების მიზნით იყენებენ შემოუბერავ სარკმლებს, რომლებიც ჩვეულებრივ ქარის მხრიდან აღჭურვილი არიან დამცველი ფარით. ფარის მახვილ წიბოზე ჭავლის მოწყვეტის გამო ფარის უკან იქმნება გაიშვიათება და ამიტომ შემოუბერავი სარკმლები ყოველთვის მუშაობენ ჰაერის გაწოვაზე.



განვიხილოთ შემოუბერავი სარკმლების რამდენიმე ფართოდ გავრცელებული კონსტრუქცია.

МИОТ-ის ტიპის სარკმლები. დამუშავებულია სამი სახის შემოუბერავი სარკმელი: МИОТ № 1 (ნახ. XV.7, ა), რომელიც გამოიყენება ისეთ საამქროებში, რომლებშიც მტვერი არ გამოიყოფა, არის დიდი რაოდენობის ჭარბი სითბო და საამქროს განათება ხდება ამ სარკმლიდან. იგი შედგება ქარსაფარი ფარებისაგან 1, სახურავის 2, ყელისა 3, რომელიც შემოსაზღვრულია ვერტიკალური კედლებით 4, და ფარებისაგან 5, რომლებიც საამქროს ატმოსფერული ნალექების მოხვედრისაგან იცავენ. სარკმლიდან ჰაერის გამოსასვლელად ზედა სიბრტყეში დატოვებულია ხვრელები 6 და გვერდით სიბრტყეებში ხვრელები 7.



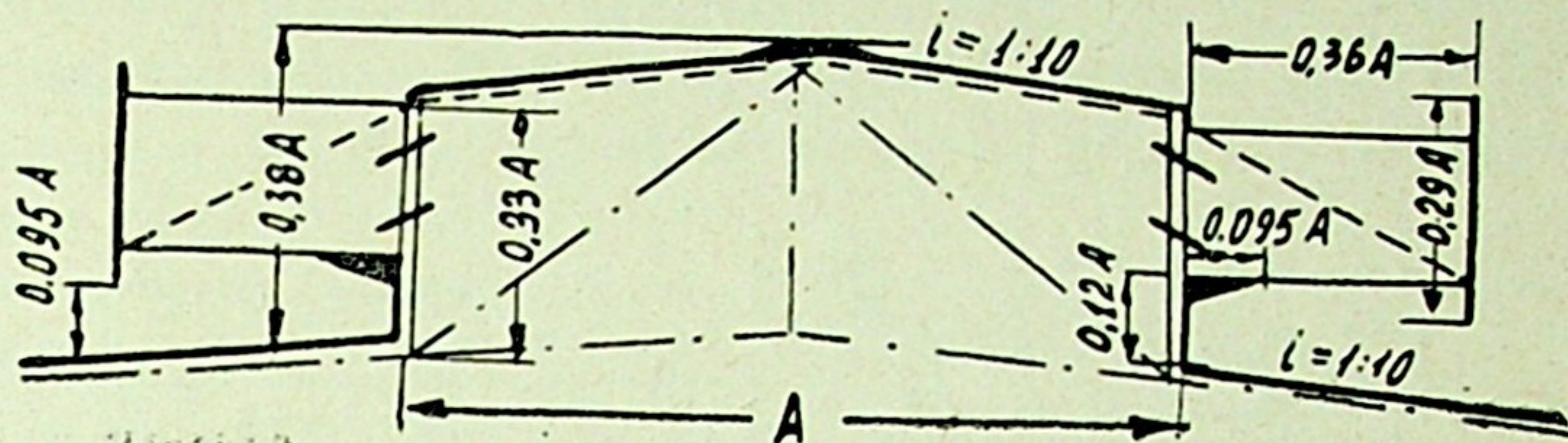
ნახ. XV.7

ქარსაფარი დამზადებულია შემინული ალათის სახით, საიდანაც საამქროში შემოდის დღის სინათლე. სარკმლის ნორმალური მუშაობისათვის ყელის სიბრტყეში უნდა გვექონდეს საკმაოდ მაღალი შიგა ჭარბი წნევა (დაახლოებით $1,5 \text{ კგ/მ}^2$).

შემოუბერავი სარკმელი МИОТ № 2 (ნახ. XV.7, ბ) გამოიყენება იმ შემთხვევებში, როდესაც სათავსში გამოიყოფა ჭარბი სითბო და სააერაციო სარკმელი განათების მიზანს არ ემსახურება. მასში МИОТ № 1-თან შედარებით გადიდებულია სახურავის სიგანე და ჰაერის გასასვლელი ხვრელების კვეთი, რაც ზრდის მის მწარმოებლობას. ასეთი სარკმლები თუმცა დამაკმაყოფილებ-

ლად მუშაობს ქარის ნებისმიერი მიმართულების დროს, მაგრამ მაინც სასურველია, რომ გაბატონებული ქარის მიმართულება იყოს სარკმლის ღერძის გასწვრივ.

სარკმელი МИОТ № 3 (ნახ. XV.7, გ) გამოიყენება მეტად მცირე შიგა ქარბი წნევის შემთხვევაში. ამომწოვი მოწყობილობა გაკეთებული აქვს მხოლოდ ზედა ნაწილში. სასურველია სარკმელი მართობულად იყოს დაყენებული ქა-



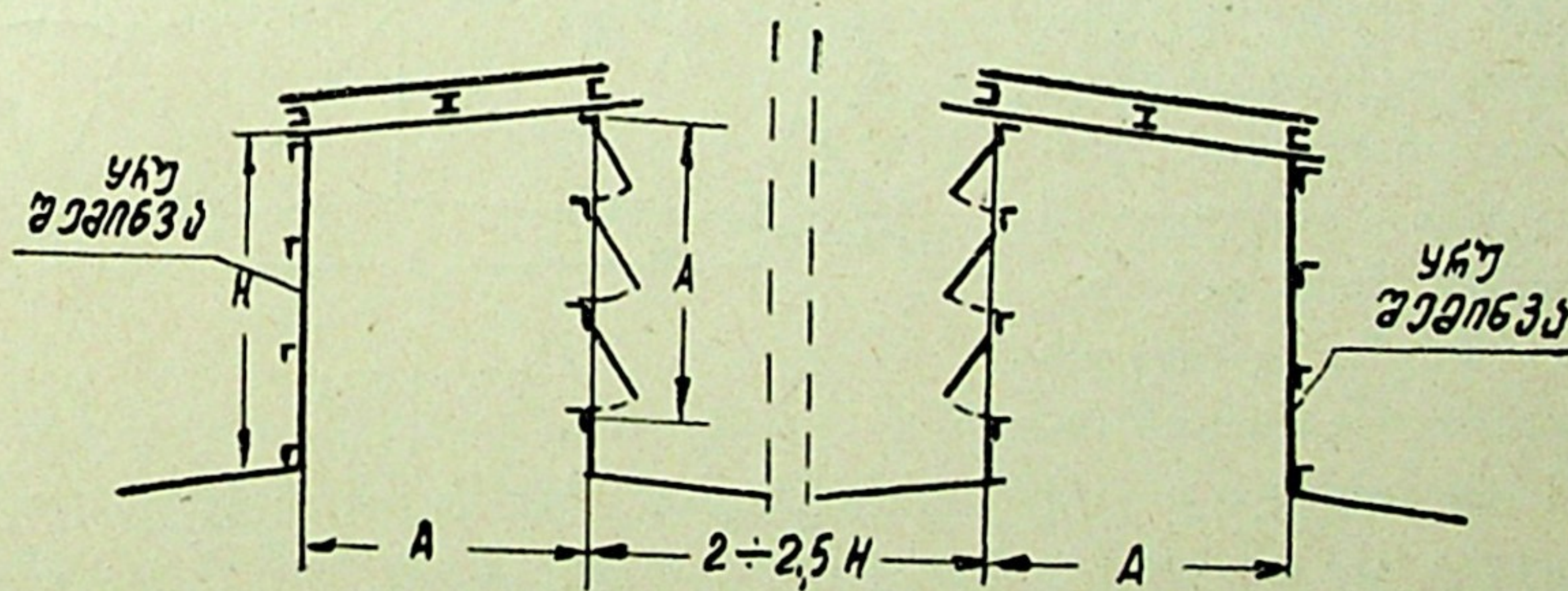
ნახ. XV.8

რის მიმართულების მიმართ, რადგან ამ შემთხვევაში სარკმლიდან ჰაერის გაყვანა ძლიერდება.

შემოუბერავი სარკმლების ფრამუგების გაღება ხდება წელიწადში ერთხელ, გარდამავალი რეჟიმის დამყარებისას (ტემპერატურა აღემატება $+10^{\circ}$ -ს) და იხურება ზამთრის რეჟიმზე გადასვლისას.

МИОТ-ის ტიპის სარკმლებში ჰაერის გამშვები ხერხელის ფართობის სარეგულირებელი მოწყობილობა გაკეთებულია ზემოკიდული საგდულების (გვერდით ხერხელბთან) და მისაბრუნებელი ფარების (სარკმლის ზედა ნაწილში) სახით.

ЛенПСП-ის ტიპის სარკმელი (ნახ. XV.8) ხასიათდება მაღლა აწეული ქარსაფარებით, რაც გამორიცხავს სარკმლის გვერდითა გამოსასვლელი ხერხელის თოვლით დაფარვას. საამქროს ატმოსფერული ნალექებისაგან დასაცავად დაყენებული აქვს მოძრავი ჟალუზები. გარდა ვერტიკალური ფარებისა,



ნახ. XV.9

სარკმლის ყელს აკრავს ჰორიზონტალური ფარები, რომლებიც გამოსასვლელ ხერხელს იცავს ქარის შემოებრვისაგან.

გ. ბატურიანის სისტემის სარკმელი (ნახ. XV.9) ერთდროულად ემსახურება საამქროს 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 აღჭურვილია საგდულებით
ან გასაწევი ჟალუზებით. იმისათვის, რომ ქარის ირიბი მიმართულების დროს
აღგილი არ ჰქონდეს სარკმელში შებერვას, მისი ტორსები უნდა იყოს აფა-
რებული. 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 ხვრელიდან. ჰაე-

ЕТНС-ის კონსტრუქციის სარკმელი (ნახ. XV.11) განკუთვნილია მხოლოდ აერაციის მიზნებისათვის. მისი ქარსათარი ფარები გაკეთებულია მოსაბრუნებელი პანელების სახით. პანელების მობრუნების საშუალებით შესაძლებელია ჰაერის რაოდენობის რეგულირება.

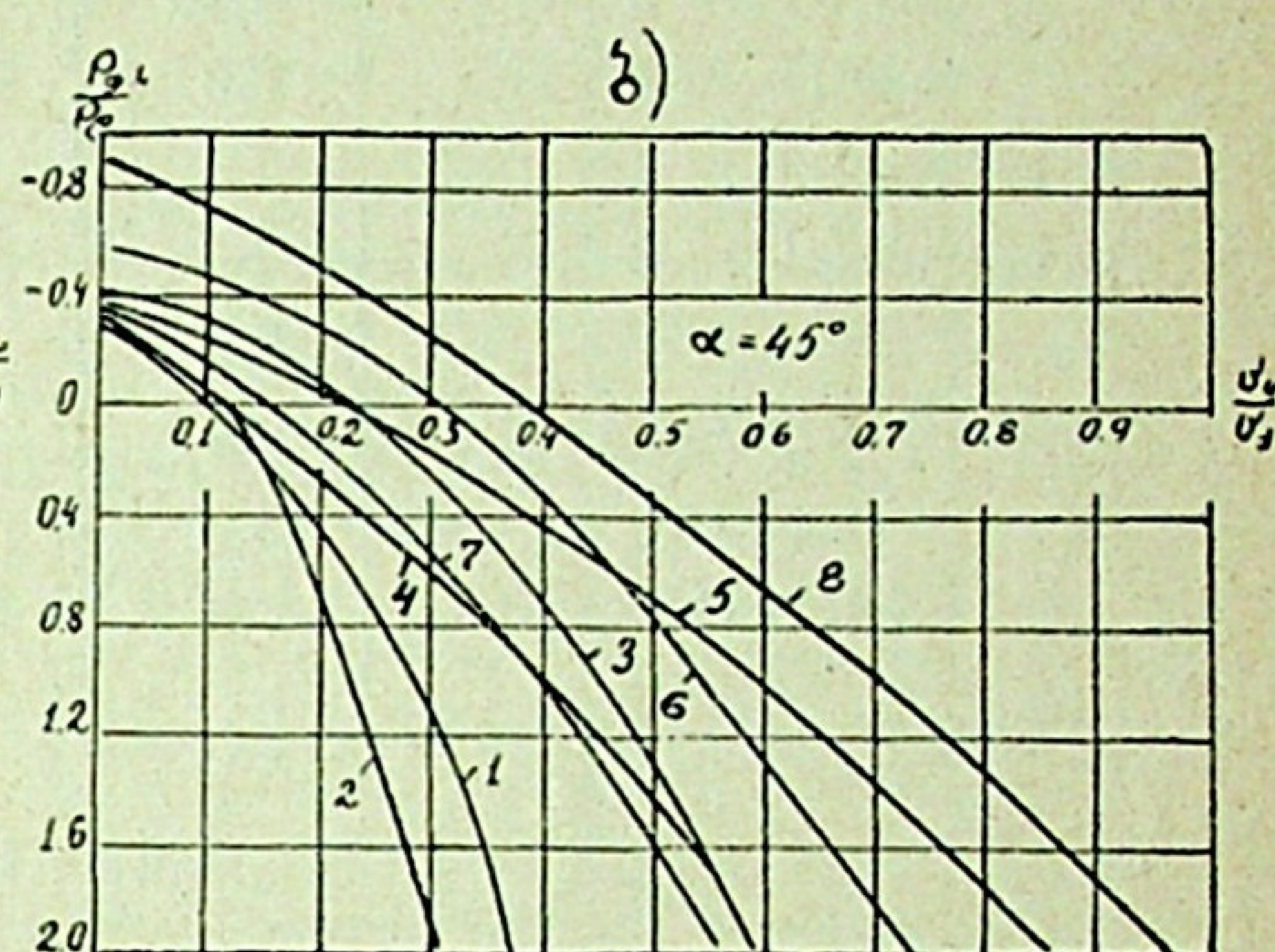
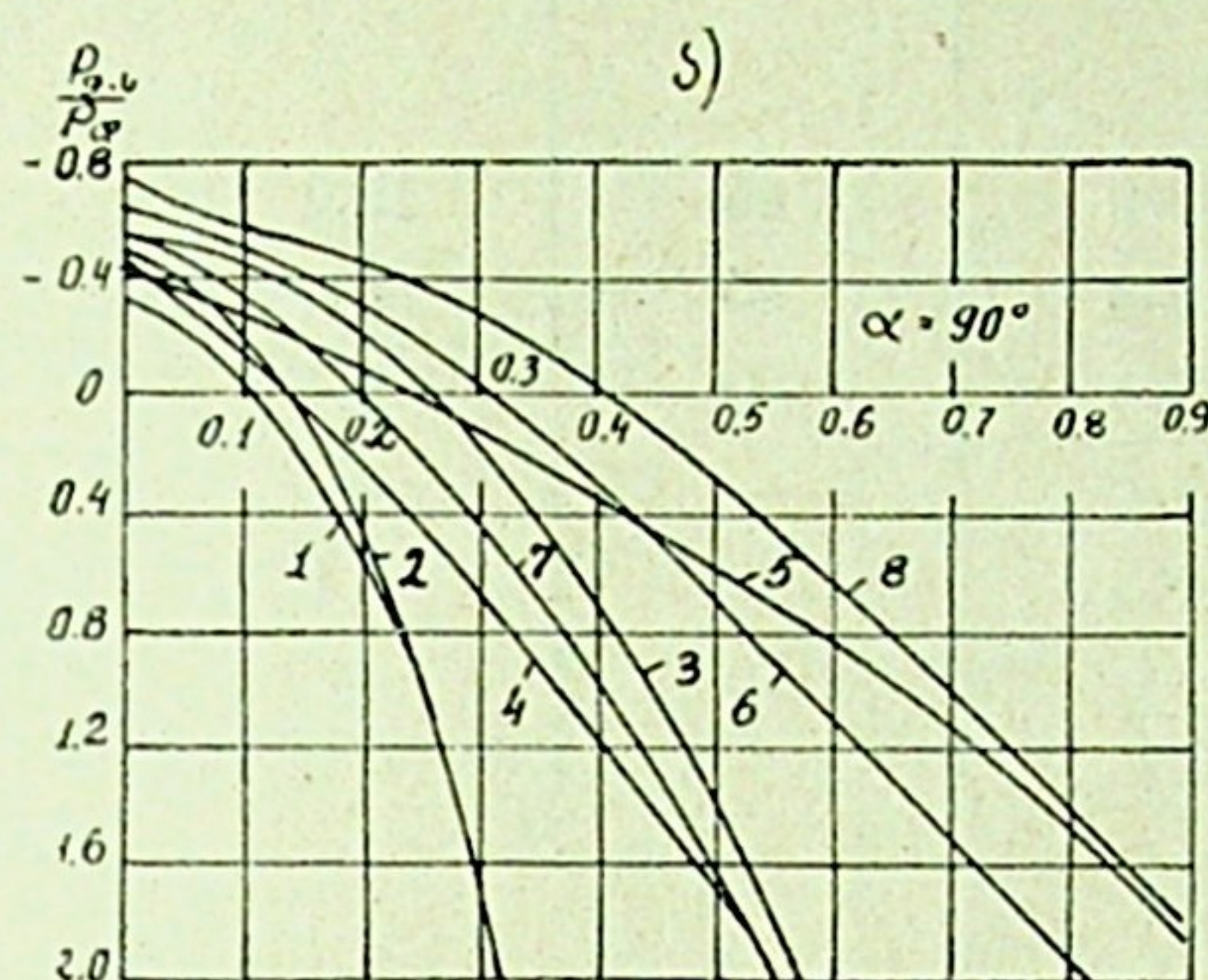
506. XV.10

შემოუბერავი სარკმლების აეროდინამიკური მახასიათებლების გამოკვლევას აწარმოებენ მათი აეროდინამიკურ მილში გამოცდის საშუალებით. აეროდინამი-

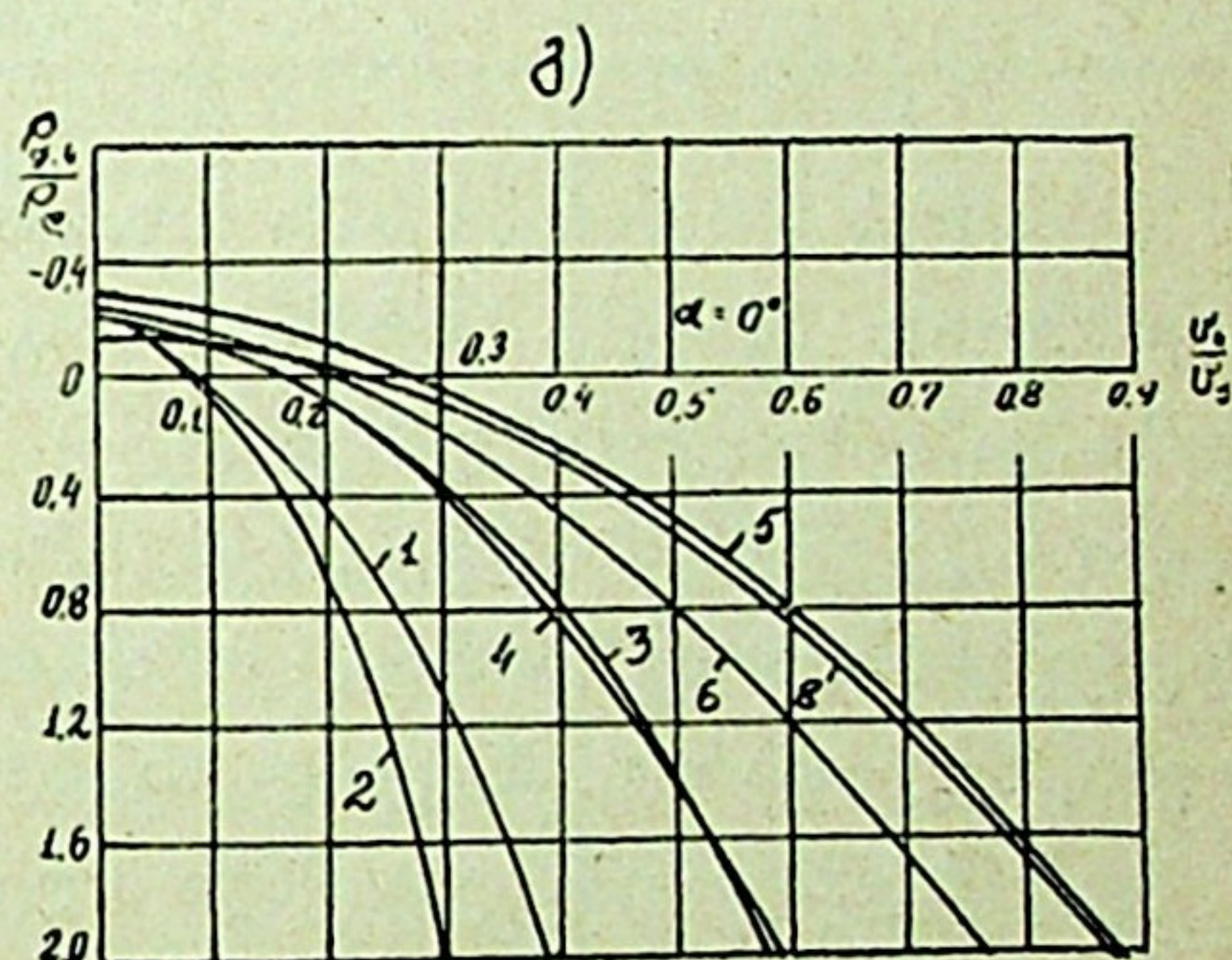
606. XV.11

ვასთან, ხოლო აბსცისთა ღერძზე — ფარდობითი სიჩქარე $\left(\frac{v_s}{v_\Phi}\right)$ — სარკმლის დამახასიათებელ კვეთში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის ფარდობა ქარის სიჩ.

ქარესთან. დამახასიათებელ კვეთად, ჩვეულებრივ, სარკმლის ყელის განივ-
კვეთს (F_y) გულისხმობენ. აეროდინამიკურ მახასიათებლებს აგებენ სამი შემ-
თხვევისათვის: როდესაც ქარის მიმართულება სარკმლის გრძივ ღერძთან აღ-
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 $\frac{P_z}{P_\infty}$ და $\frac{v_s}{v_\infty}$ უტოლ-
დება უსასრულობას და ამდენად მათი გრაფიკულად გამოსახვა შეუძლებელია.



- 1 - მუხრანის ტიპის სარკმელი
2 - 3 კატეგორიის სიბრტყის სარკმელი №1
3 - 3 კატეგორიის სიბრტყის სარკმელი №2
4 - სარკმელი МИОТ №1
5 - სარკმელი МИОТ №2
6 - სარკმელი МИОТ №3
7 - КТИС-ის ტიპის სარკმელი
8 - ГИПРОМЕЗ-ის ტიპის სარკმელი



ნახ. XV.12

უქარობის შემთხვევაში სარკმლის მუშაობას ახასიათებს მასში ჰაერის
გასვლის ადგილობრივი წინააღობის კოეფიციენტი. XV.2 ცხრილში მოცემუ-
ლია ადგილობრივი წინააღობის კოეფიციენტი, განსაზღვრული სარკმლის ფუ-
ძესთან ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის მიმართ და ξ_1 ფრამუგების კვეთში გა-
მავალი ჰაერის სიჩქარის მიმართ საგდულის სხვადასხვა კუთხით დაყენების
შემთხვევაში (შესაბამისად იცვლება საგდულების ცოცხალი კვეთის ფართო-
ბის $F_{საგდ}$ ფარდობა სარკმლის ყელის განივკვეთთან F_y).

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	ξ_0	$\frac{F_{\text{საგდ}}}{F_y}$	საგდულის დაყენების კუთხე, გრ-ობით	ξ_1
МИОТ № 1	6,6			
МИОТ № 2	2,75			
МИОТ № 3	3,6			
ვ. ბატურიანის № 1	7,3	1,49	45	16,2
ვ. ბატურიანის № 2	22	0,63	45	8,8
	5,9	0,63	80	2,4
ГИПРОМЕЗ	2,8	—	—	—
Лен ПСП	15	0,45	80	3,1
КТИС	7,8	—	70	—

§ 70.

აეროსტატის გამოყენებული ზრამები

აეროსტატის ფრამუგები სამი სახისაა: 1) შუა ღერძის გარშემო მბრუნავი (შუაკიდული); 2) ზემო ღერძზე დამაგრებული (ზემოკიდული) და 3) ქვემო ღერძზე დამაგრებული (ქვემოკიდული). ამათგან ყველაზე მოხერხებულია შუაკიდული საგდულების მქონე ფრამუგები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს საგდული ვაბრუნოთ 90° -მდე, მაშინ როდესაც ქვემო ან ზემოკიდული საგდულები, ჩვეულებრივ, მხოლოდ 45° -მდე იღება.

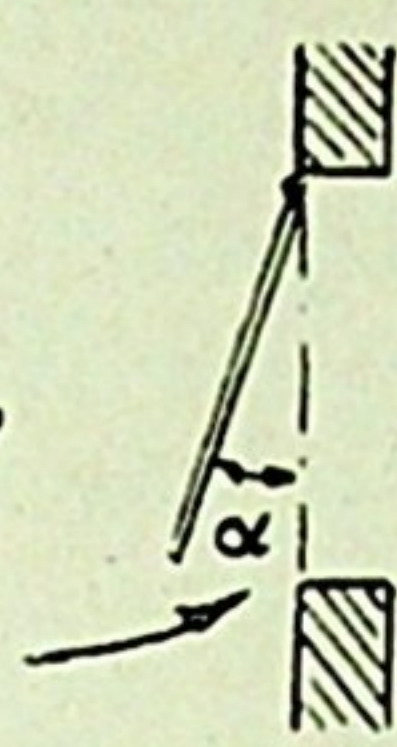
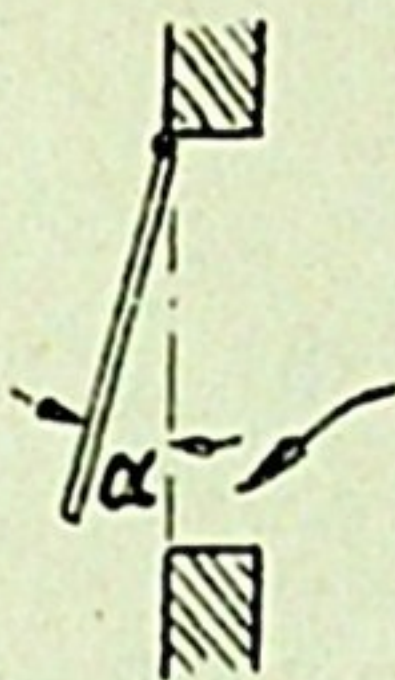

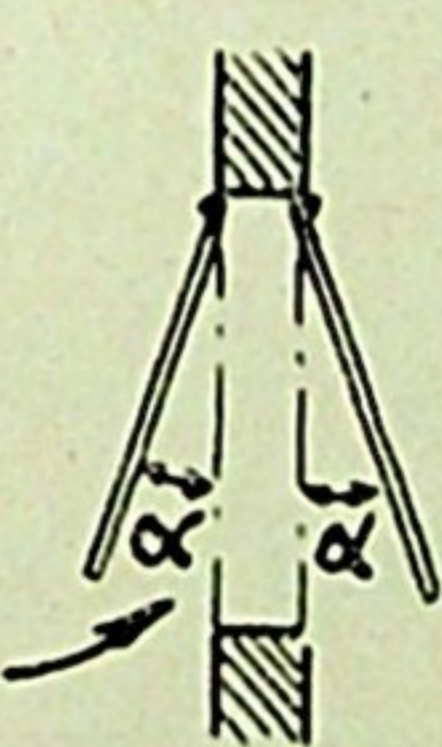

ქვემოკიდული ფრამუგა უნდა იღებოდეს საამქროს შიგნით, ხოლო ზემოკიდული — საამქროს გარეთ. ასე გაღებული ფრამუგები კარგად იფარავს საამქროს ატმოსფერული ნალექებისაგან.

მოსკოვის შრომის დაცვის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში ჩატარებული იყო ცდები სხვადასხვა ტიპის ფრამუგების გაღებისას ხარჯის კოეფიციენტების (μ) გამოსავლინებლად. ხარჯის კოეფიციენტის გამოთვლა ადგილობრივი წინააღობის კოეფიციენტის (5) საშუალებით ხდებოდა შემდეგი გამოსახულებიდან

$$\mu = \sqrt{\frac{1}{1 + \xi}}. \quad (15.13)$$

ცდების შედეგები შეტანილია მ. ბრომლის მიერ დამუშავებულ XV.3 ცხრილში, სადაც μ და ξ მნიშვნელობები მოცემულია საგდულის სიგანის (b) სიგრძესთან (l) ფარდობის მიხედვით.

ცხრილი 3

საბეჭდო ნიშნები	კუთხე α°	$B/p = 1:1$		$B/p = 1:2$		$B/p = 1:\infty$	
		ζ	μ	ζ	μ	ζ	μ
<p>საბეჭდო ნიშნები</p> 	15°	16.0	0.25	20.6	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>საბეჭდო ნიშნები</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>საბეჭდო ნიშნები</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>საბეჭდო ნიშნები</p> 	15°	14.8	0.26	30.8	0.18	-	-
	30°	4.9	0.45	9.75	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>საბეჭდო ნიშნები, სადა p და B არის საბეჭდო ნიშნები</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 განვითარება დაფუძნებულია ერთეულ დროში საამქროში შემოსული ($G_{\text{მოს}}$) და გასული ($G_{\text{გას}}$) ჰაერის წონითი რაოდენობების ტოლობის პრინციპზე: $\Sigma G_{\text{მოს}} = \Sigma G_{\text{გას}}$. 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 ჭარბი სითბოს ჯამის ტოლია.

ადვილად შეიძლება დასაბუთდეს, რომ შიგა ჭარბი წნევის სიდიდე განისაზღვრება ღია ხვრელების ფართობის (F) კვადრატების თანაფარდობით და ამ ხვრელებში მოქმედი ჭარბი წნევის (P) სიდიდით. კერძოდ, თუ შენობაში გვაქვს ორი ხვრელი (შემომყვანი და გამყვანი), მაშინ შიგა ჭარბი წნევა გამოითვლება ფორმულით

$$P_3 = \frac{F_1^2 P_1 + F_2^2 P_2}{F_1^2 + F_2^2}. \quad (15.14)$$

როგორც (15.14) გამოსახულებიდან ჩანს, შიგა ჭარბი 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 ჭარბი წნევის ცვალებადობა, როდესაც საამქროზე მოქმედებს ქარიც და თბური სიჭარბეც (ნახ. XV.13). ათვლის სიბრტყედ მივიღოთ ქვედა ხვრელების (1, 3) შუა დონე და ჩავთვალოთ, რომ ამ დონეზე შიგა ჭარბი წნევა შეადგენს P_x .

განვიხილოთ ხვრელი 2. ამ დონეზე შიგა წნევა იქნება $P_x - h \cdot \gamma_2$; გარე წნევა $P_2 - h \cdot \gamma_1$; ხვრელში 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

$$P_x - [-h(\gamma_1 - \gamma_2) + P_2]. \quad (15.16)$$

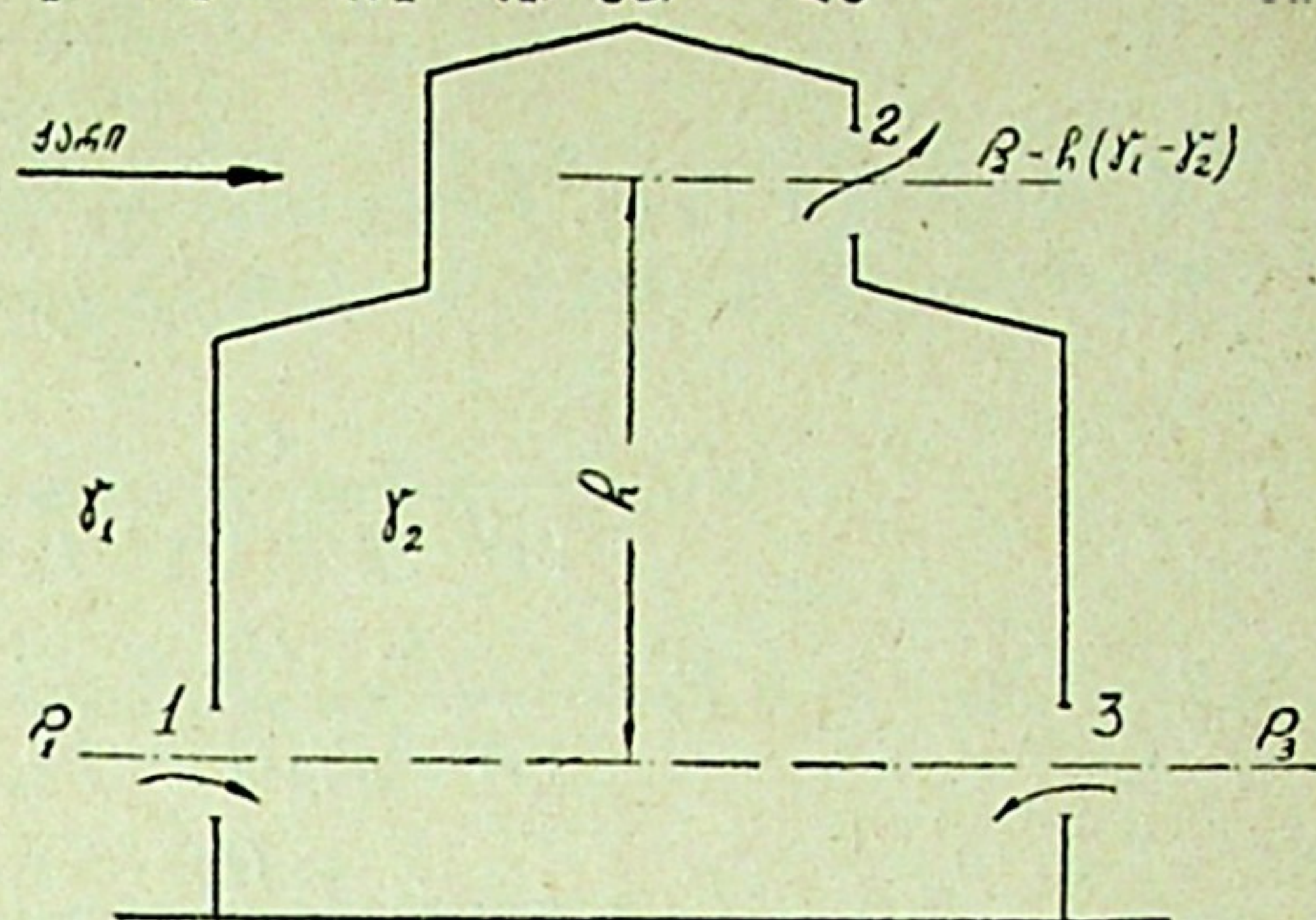
თუ პირობით ჩავთვლით, რომ ხვრელის 2 დონეზე შიგა ჭარბი წნევა შეადგენს P_x , მაშინ კვადრატულ ფრჩხილებში მოქცეული გამოსახულება შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც ქარის წნევა (თბური სიჭარბის გარეშე), რომელიც ხვრელში გაატარებდა იმავე რაოდენობის ჰაერს, რამდენიც მასში გაივლიდა ქარისა და თბური სიჭარბის ერთდროული მოქმედების დროს. ამიტომ $(P_2 - h(\gamma_1 - \gamma_2))$ გამოსახულებას უწოდებენ ქარის ფიქტიურ წნევას (P_3).

ქარის ფიქტიური წნევის ცნების შემოტანა, როგორც ქვემოთ დავინახავთ, საგრძნობლად ამარტივებს აერაციის განვითარებას, რადგან საშუალებას გვაძლევს უგულებელვყოთ სათავსის სითბოს წყაროები და ამოცანა დავიყვანოთ უკვე განხილულ შემთხვევაში, როდესაც აერაციაზე გავლენას ახდენს მხოლოდ ქარის მიერ შექმნილი წნევა.

ამრიგად, მოცემულ საამქროში (ნახ. XV.13) შიგა ჭარბი წნევის სიდიდე შეიძლება იცვლებოდეს P_1 -დან $P^2_2 = P_2 - h(\gamma_1 - \gamma_2)$ კგ/მ²-მდე.

ხვრელების ფართობების რეგულირების საშუალებით შეგვიძლია მივიღოთ ისეთი შიგა ჭარბი წნევა (P_x), რომ ხვრელებში გვექონდეს ნაკადების სასურველი მიმართულება (მაგალითად, 1 და 3 ხვრელებში გვექონდეს ჰაერის მოდინება, ხოლო 2 ხვრელში — გაწოვა).

ასეთ შემთხვევაში ჰაერ-ცვლის ბალანსის განტოლებას ექნება სახე



ნახ. XV.13

$$G_1 + G_3 = G_2,$$

ხოლო შიგა ჭარბი წნევა ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ ის მეტი იყოს F^2_2 -ზე და ნაკლები P_3 -ზე, მაშინ ხვრელებში მოქმედი წნევები შესაბამისად იქნება: $P_1 - P_x$; $P_3 - P_x$ და $P_x - P^2_2$.

მიღებულ წნევათა და ხარჯთა მიხედვით შეგვიძლია განვსაზღვროთ ხვრელების საჭირო ფართობები.

ამრიგად, ერთმალისანი საამქროს აერაციის გაანგარიშება შეგვიძლია ჩამოვაყალიბოთ შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. თბური ბალანსის საფუძველზე (15.6) ფორმულით ვსაზღვრავთ სავენტაციო ჰაერის რაოდენობას. ჩვენს შემთხვევაში ეს იქნება ხვრელში 2 გომავალი ჰაერის (G_2) რაოდენობის ტოლი.

2. G_1 და G_3 ხარჯებს შორის ვუშვებთ შემდეგ თანათარდობას:

$$\frac{G_1}{G_3} = 1; \quad G_1 = G_3 = \frac{G_2}{2}.$$

3. ჭარბის ფიქტიურ წნევას ხვრელთან 2 ვპოულობთ ფორმულით

$$P^2_2 = P_2 - h(\gamma_1 - \gamma_2) \text{ კგ/მ}^2.$$

4. შიგა ჭარბი წნევის (P_x) სიდიდეს ვირჩევთ ისე, რომ ხვრელში 3 გვექონდეს ჰაერის მოდინება. თუ მივიღებთ თანათარდობებს $\frac{G_2}{G_3} = \alpha$ და

$\frac{F_2}{F_3} = \beta$ (განისაზღვრება მალში ხვრელების განლაგების შესაძლებლობებით),

აღვილად შეგვიძლია გამოვიყენოთ საჭირო შიგა ჭარბი წნევის გამოსათვლელი ფორმულა. ამ მიზნით შეგვიძლია დავწეროთ გამოსახულება

$$\frac{G_2}{G_3} = \frac{\mu_2 \cdot F_2 \sqrt{2g\gamma_2(P_x - P^2_2)}}{\mu_3 \cdot F_3 \sqrt{2g\gamma_1(P_3 - P_x)}}. \quad (15.17)$$

თუ აღვნიშნავთ $\eta = \frac{\mu_2}{\mu_3}$ და გავითვალისწინებთ, რომ $\sqrt{2g\gamma_2} \approx \sqrt{2g\gamma_1}$, მაშინ (15.17) გამოსახულება მიიღებს შემდეგ სახეს

$$\alpha = \eta \cdot \beta \frac{\sqrt{P_x - P^2_2}}{\sqrt{P_3 - P_x}}. \quad (15.18)$$

$$P_{\Sigma 2} = P_2 - h(\gamma_1 - \gamma_2) = -0,38 - 12(1,192 - 1,177) = -0,56 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_{\Sigma 3} = -0,63 - 0,18 = -0,81 \text{ კგ/მ}^2.$$

4. შიგა ქარბი წნევის სიდიდეს ვირჩევთ შემდეგი დაშვების საფუძველზე

$$\beta = \frac{F_3}{F_4} = 0,5,$$

ხოლო რაკი $\alpha = \frac{G_3}{G_4} = 1$ და $\eta = \frac{\mu_3}{\mu_4} = 1$, ამიტომ გვექნება

$$P_x = \frac{\alpha^2 \cdot P_4 + \beta^2 \cdot \eta^2 \cdot P_{\Sigma 3}}{\alpha^2 + \beta^2 \cdot \eta^2} = \frac{1 \cdot (-0,25) + 0,25 \cdot (-0,81)}{1 + 0,25} = -0,36 \text{ კგ/მ}^2.$$

5. ვსაზღვრავთ ხვრელებში მოქმედ წნევებს:

$$P_1 - P_x = 0,38 - (-0,36) = 0,74 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_x - P_{\Sigma 2} = -0,36 - (-0,56) = 0,20 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_x - P_{\Sigma 3} = -0,36 - (-0,81) = 0,47 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_4 - P_x = -0,25 - (-0,36) = 0,11 \text{ კგ/მ}^2.$$

6. ვსაზღვრავთ ხვრელების ფართობს:

$$F_1 = \frac{G_1}{\mu \sqrt{2g \cdot \gamma_1} \sqrt{P_1 - P_x}} = \frac{208}{0,6 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,19} \cdot \sqrt{0,74}} =$$

$$= \frac{208}{2,85 \sqrt{0,74}} = 84,8 \text{ მ}^2;$$

$$F_2 = \frac{208}{2,85 \sqrt{0,20}} = 163 \text{ მ}^2;$$

$$F_3 = \frac{208}{2,85 \sqrt{0,47}} = 107 \text{ მ}^2;$$

$$F_4 = \frac{208}{2,85 \sqrt{0,11}} = 220 \text{ მ}^2.$$

§ 72.

მრავალმაღიანი საამქროს აეკუსიის გაანგარიშება

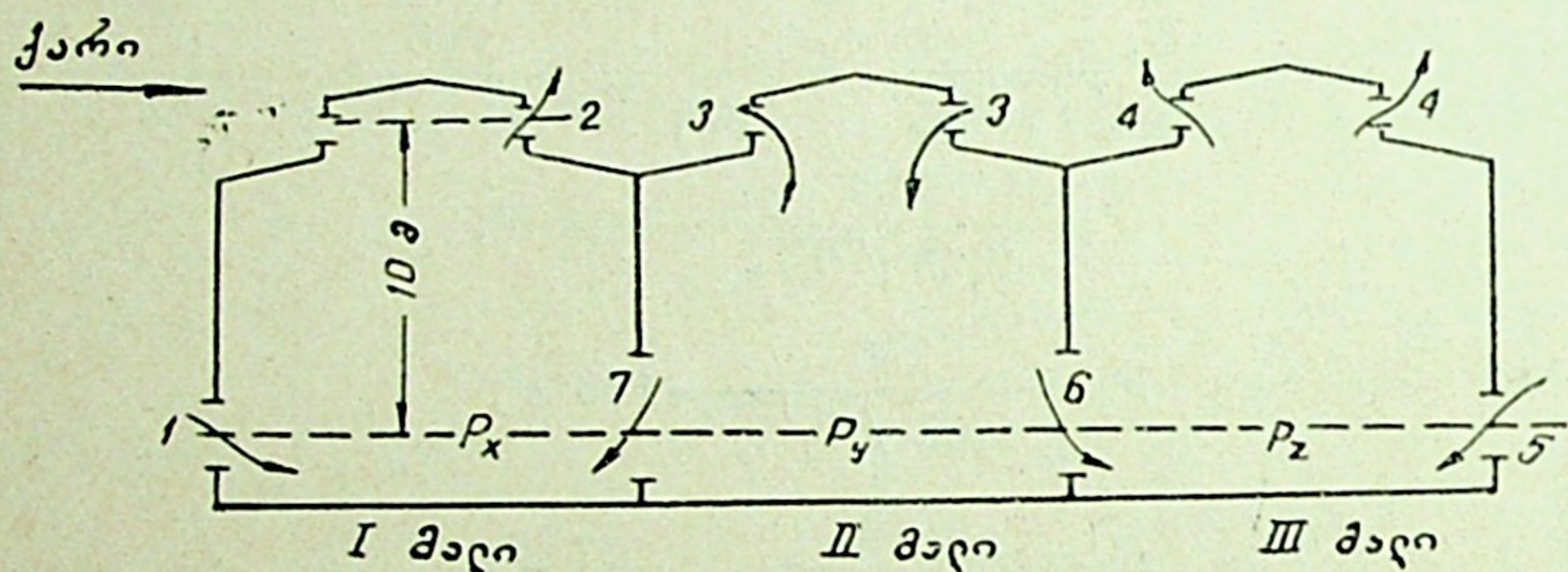
მრავალმაღიან საამქროებს ბევრი უპირატესობა აქვთ ერთმაღიან საამქროებთან შედარებით როგორც სამშენებლო, ისე თბოტექნიკის თვალსაზრისით, მაგრამ მათში აერაციის ნორმალური განხორციელება საგრძნობლად გართულებულია.

როგორც აღვნიშნეთ, გარე კედლებიდან დაშორებულ მალეში ჰაერი მიიღება სარკმლებიდან. საჭიროა ეს ჰაერი არ გაჭუჭყიანდეს 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 ჰაერების გრიგალური 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 შეუძლებელია, 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 მიწისფერი, რათა საშუალება გვქონდეს 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_g) მიიღება ყველაზე ცხელი თვის 13 საათის საშუალო ტემპერატურა. I მალეში ჭარბი სითბო აღენიშნოთ Q_1 -ით, II-ში — $Q_2=0$ და III-ში — Q_3 . გაანგარიშება მდგომარეობს ჰაერის საჭირო რაოდენობის პოვნაში და 1-ელ, მე-2, მე-3, მე-4 და მე-5 ხვრელების კვეთების გამოთვლაში.

თუ ქვედა ხვრელების დონეზე მალეებში შიგა ჭარბ წნევას აღვნიშნავთ P_x , P_y და P_z -ით და შევარჩევთ ნაკადების გადაძინების 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 მეთოდი ეწოდება.

მაგალითად, თუ განვიხილავთ I მალს, მასზე დანარჩენი მალეების მოქმედება გამოისახება მე-7 ხვრელში მოქმედი P_y წნევით. გაანგარიშება ხდება შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. ცნობილი ჭარბი სითბოს მიხედვით გამოითვლება ცხელი მალეების აერაციისათვის საჭირო ჰაერის რაოდენობა, ე. ი. G_2 და G_4 ;
2. G_2 ხარჯს ვანაწილებთ 1-ელ და მე-7 ხვრელებს შორის, ხოლო G_4 ხარჯს — მე-5 და მე-6 ხვრელებს შორის (თანაბრად ან სხვა თანაფარდობით, სამუშაო ადგილების მდებარეობის მიხედვით);
3. ვიცით რა G_6 და G_7 , მე-7 ხვრელისათვის ვპოულობთ წნევას სხვაობას $P_y - P_x$ და მე-6 ხვრელისათვის $P_y - P_z$. მაგალითად,

$$P_y - P_x = \frac{G_7^2}{\mu_7^2 F_7^2 \cdot 2g \cdot \gamma} \text{ კგ/მ}^2. \quad (15.21)$$

4. ვსაზღვრავთ ფიქტიური წნევების სიდიდეს მე-2, მე-3 და მე-4 ხვრელებთან:

$$P_{\text{ფ}_2} = P_2 - h(\gamma_0 - \gamma_1) \text{ კგ/მ}^2; \quad (15.22)$$

$$P_{\text{ფ}_3} = P_3 - h(\gamma_0 - \gamma_2) \text{ კგ/მ}^2; \quad (15.23)$$

$$P_{\text{ფ}_4} = P_4 - h(\gamma_0 - \gamma_3) \text{ კგ/მ}^2. \quad (15.24)$$

5. ვირჩევთ ისეთ P_y , რომელიც უზრუნველყოფს ნაკადების საჭირო მიმართულებით გადადინებას და ვსაზღვრავთ P_x და P_z უკვე ცნობილი სხვაობების ($P_x - P_y$ და $P_z - P_y$) მიხედვით;

6. ამის შემდეგ ხვრელების საჭირო კვეთის გამოთვლა სიძნელეს აღარ წარმოადგენს და სრულდება უკვე განხილული მეთოდის მიხედვით.

მაგალითი. გავიანგარიშოთ სამშალიანი საამქროს აერაცია (ნახ. XV.15). მოცემულია, რომ I მალში ჯარბი სითბო $Q_I = 1100$ კკალ/წმ, III-ში — $Q_{III} = 800$ კკალ/წმ, II მალში სითბოს წყარო არ არის. I და II მალებს შორის ღიობი $F_7 = 220$ მ², II და III მალებს შორის $F_6 = 120$ მ². გარე ჰაერის ტემპერატურა $t_1 = 20^\circ\text{C}$. ქარის სიჩქარე $v = 3,5$ მ/წმ. აეროდინამიკური კოეფიციენტებია: $k_1 = 0,5$; $k_2 = -0,4$; $k_3 = -0,2$; $k_4 = -0,6$; $k_5 = -0,1$.

მივიღოთ გასაყვანი ჰაერის ტემპერატურა $t_{\text{გაყ}} = 30^\circ\text{C}$ და საჭირო ჰაერის რაოდენობა განვსაზღვროთ I და III მალეებისათვის:

$$G_I = \frac{Q_I}{0,24(t_{\text{გაყ}} - t_1)} = \frac{1100}{0,24(30 - 20)} = 458 \text{ კგ/წმ};$$

$$G_{III} = \frac{800}{0,24(30 - 20)} = 334 \text{ კგ/წმ}.$$

ეს ხარჯები გავანაწილოთ შემდეგნაირად: I მალში 1-ლი ხვრელიდან შემოდის $G_1 = 250$ კგ/წმ, ხოლო II მალიდან მე-7 ხვრელით — $G_7 = 208$ კგ/წმ; III მალში მე-5 ხვრელიდან შემოდის $G_5 = 150$ კგ/წმ, ხოლო II მალიდან მე-6 ხვრელით $G_6 = 184$ კგ/წმ.

ვსაზღვრავთ წნევათა სხვაობებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ II მალიდან მეზობელ მალეებში საჭირო რაოდენობის ჰაერის გადადინებას:

$$P_y - P_x = \frac{G_7^2}{\mu^2 \cdot F_7 \cdot 2g \gamma} = \frac{208^2}{0,8^2 \cdot 220^2 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 1,2} = 0,059 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_y - P_z = \frac{G_6^2}{\mu^2 \cdot F_6^2 \cdot 2g \gamma} = \frac{184^2}{0,8^2 \cdot 120^2 \cdot 19,6 \cdot 1,2} = 0,156 \text{ კგ/მ}^2.$$

ქარის დინამიკური წნევა იქნება

$$P_j = \frac{v_j^2 \cdot \gamma}{2g} = \frac{3,5^2 \cdot 1,2}{2 \cdot 9,8} = 0,75 \text{ კგ/მ}^2.$$

განვსაზღვროთ გარე წნევები ყველა ხვრელისათვის:

$$P_1 = k_1 \cdot P_j = 0,5 \cdot 0,75 = 0,375 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_2 = k_2 \cdot P_j = -0,4 \cdot 0,75 = -0,3 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_3 = k_3 \cdot P_j = -0,2 \cdot 0,75 = -0,15 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_4 = k_4 \cdot P_j = -0,6 \cdot 0,75 = -0,45 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_5 = k_5 \cdot P_3 = -0,1 \cdot 0,75 = -0,075 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_{\Sigma_2} = P_2 - h(\gamma_{20} - \gamma_{30}) = -0,3 - 10(1,205 - 1,165) =$$

$$= -0,3 - 0,4 = -0,7 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_{\Sigma_3} = -0,15 - 0,4 = -0,55 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$P_{\Sigma_4} = -0,45 - 0,4 = -0,85 \text{ კგ/მ}^2;$$

მივიღოთ შიგა ჭარბი წნევა II მალში $P_y = -0,6$, მაშინ

$$P_x = -0,6 - 0,059 = -0,659 \text{ კგ/მ}^2 \text{ და}$$

$$P_z = -0,6 - 0,156 = -0,756 \text{ კგ/მ}^2.$$

ხვრელებში მოქმედი წნევები შესაბამისად იქნება:

$$1. P_1 - P_x = 0,375 - 0,659 = 1,034 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$2. P_x - P_{\Sigma_2} = -0,659 - 0,7 = 0,041 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$3. P_{\Sigma_3} - P_y = -0,55 - 0,6 = 0,05 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$4. P_z - P_{\Sigma_4} = -0,756 - 0,85 = 0,094 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$5. P_5 - P_z = -0,075 - 0,756 = 0,681 \text{ კგ/მ}^2.$$

მიღებული წნევებისა და ადრე შერჩეული ხარჯების მიხედვით გამოვითვლით თითოეული ხვრელის 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 ხვრელის საგდულებში მიღებულია $\mu = 0,6$.

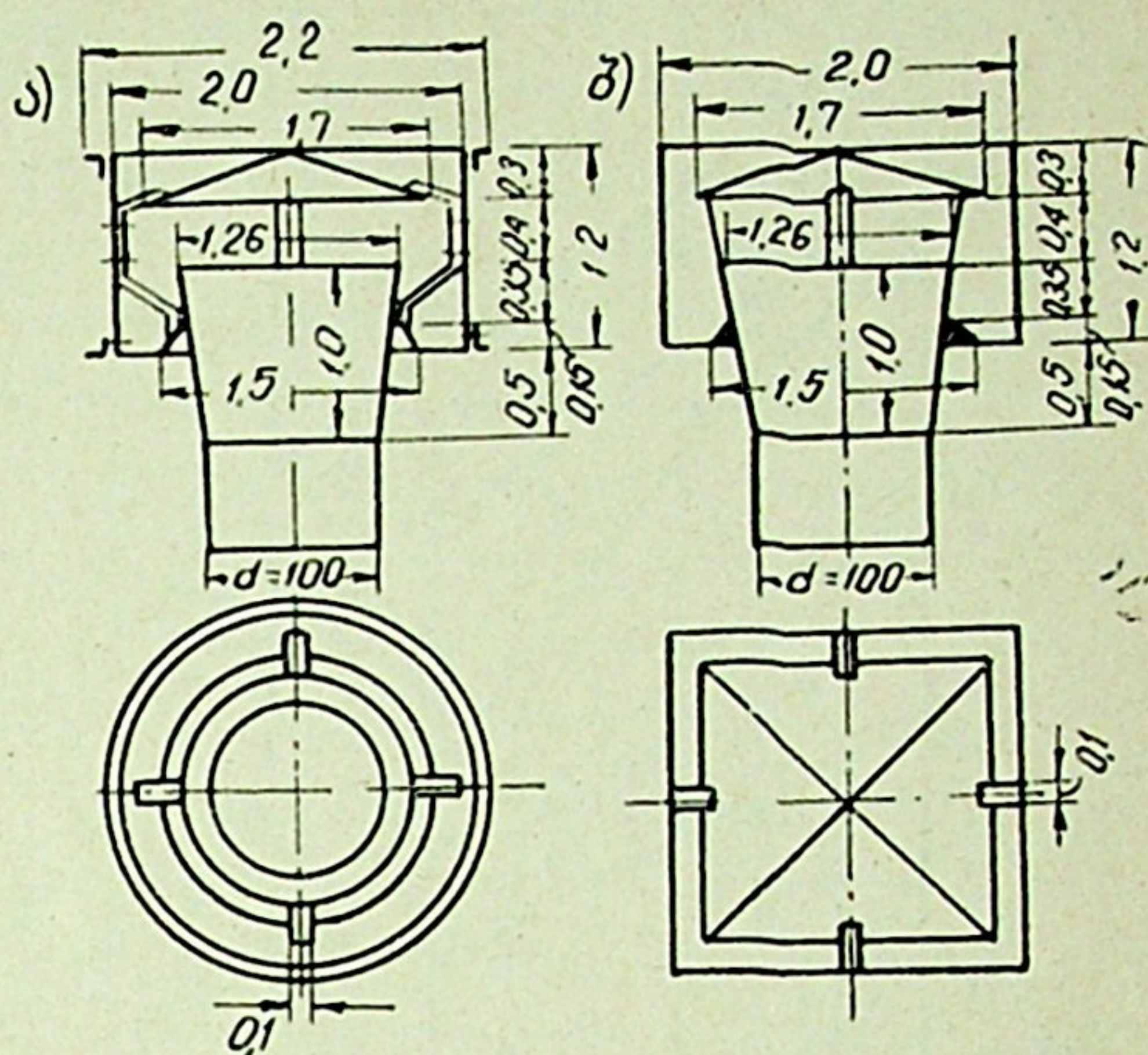
§ 73.

საპეჩასიო დუღაქოკები და შახვაბი

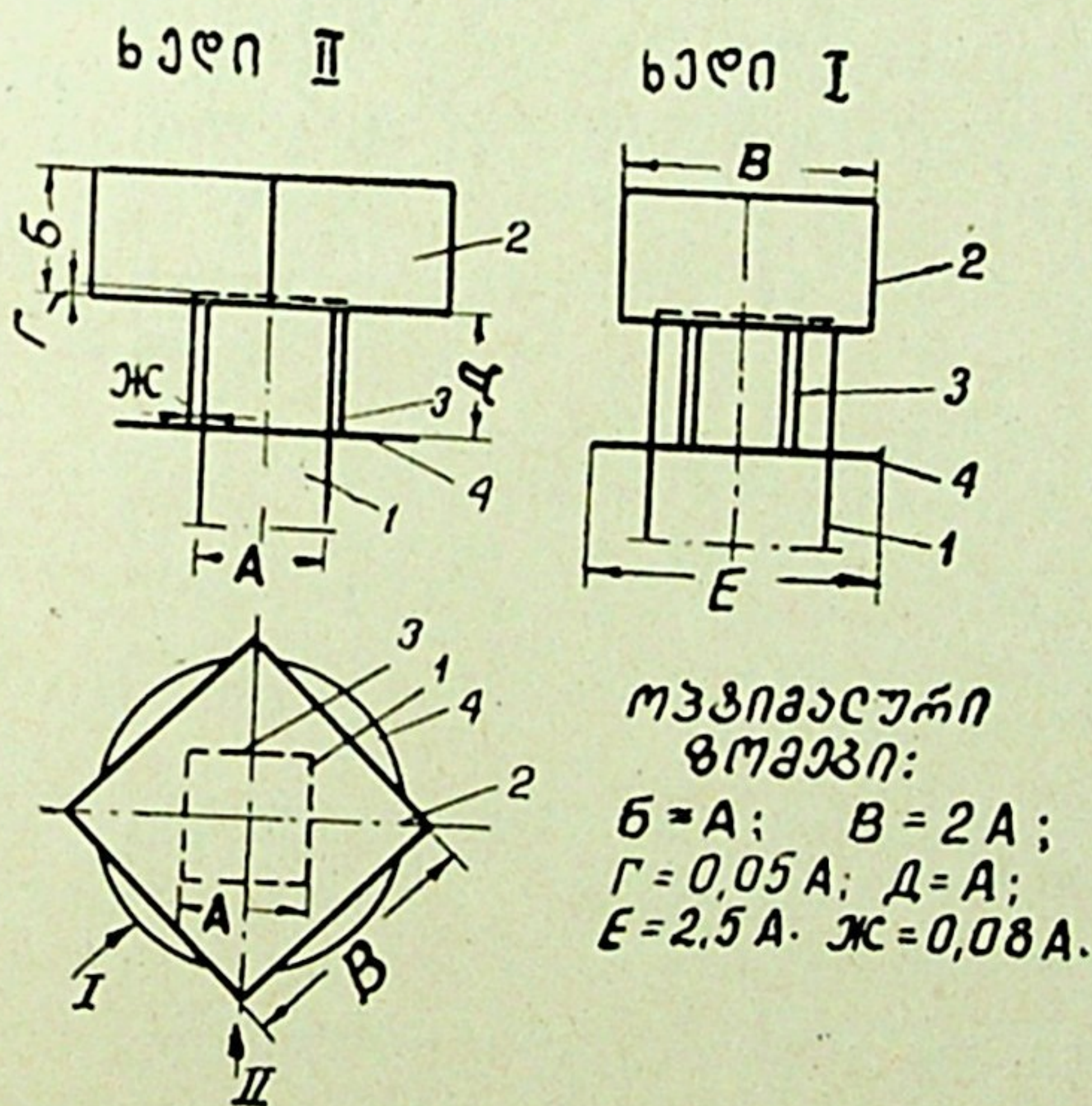
ხშირად, როდესაც გაბინძურებული ჰაერის გასაყვანად სარკმლების მოწყობა გაძნელებულია და დიდი მწარმოებლობა არაა საჭირო, იყენებენ დეფლექტორებს და ამომწოვ შახტებს.

ამჟამად ყველაზე ფართოდ გამოიყენება ვ. ხანგონკოვის კონსტრუქციის მრგვალი დეფლექტორი ПАГВ (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° -იანი კუთხით. ასეთი განლაგება და წიბოები 3 საშუალებას იძლევა გავათანაბროთ სხვადასხვა მიმართულების ქარის მოქმედება. დეფლექტორების აეროდინამიკური მახასიათებლების აგება ხდება მათი აეროდინამიკურ მილში გამოცდის საშუალებით (ნახ. XV.18).



ნახ. XV.16



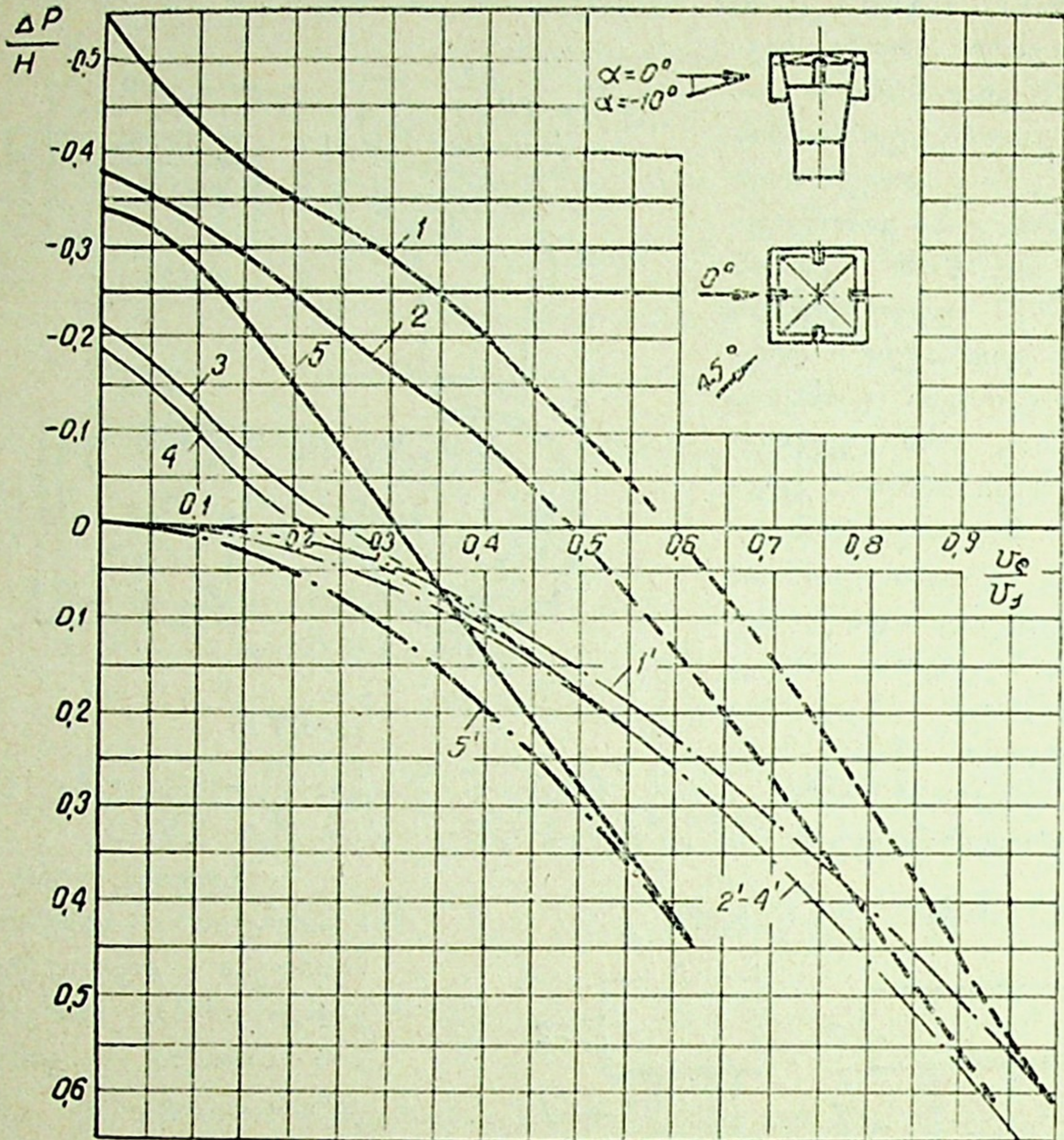
ნახ. XV.17

აეროდინამიკური მახასიათებლის საშუალებით შეიძლება დეფლექტორის გაანგარიშება. გაანგარიშების მეთოდი განვიხილოთ კერძო მაგალითზე.

მაგალითი. გავიანგარიშოთ სამკედლო ქურის ქოლგიდან გამწოვ მილზე დაყენებული დეფლექტორი. ქურიდან საჭიროა გავიწოვოთ 3000 კგ/სთ ნაწვი აირებისა და ჰაერის ნარევი. გასაყვანი ნარევის ტემპერატურა შეადგენს 90°C ($\gamma = 0,0973$ კგ/მ³). 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 — ფრამუგიდან, რომლის ფართობია $F = 1,3$ მ², ხოლო ხარჯის კოეფიციენტი $\mu = 0,6$.

ჰაერსადენის დიამეტრი ავიღოთ $d = 500$ მმ. ჰაერსადენების საანგარიშო ცხრილებიდან ვპოულობთ წნევის კარგვას ხახუნზე $Rl = 0,058 \cdot 6 = 0,348$ კგ/მ² (მილების ჰვარტლით გაჭუჭყიანების გამო ხახუნის კოეფიციენტი გაზრდილია



1- $\Delta P/H$ (პრეზანტი) $\alpha = 0^\circ$; 2- $\Delta P/H$ (პრეზანტი), $\alpha = 0^\circ$,
ქარის მიმართულება 0° ; 3- $\Delta P/H$ (პრეზანტი), $\alpha = 0^\circ$,
ქარის მიმართულება 45° ; 4- $\Delta P/H$ (პრეზანტი),
ქარის მიმართულება 45° ; 5- $\Delta P/H$ (პრეზანტი),
ქარის მიმართულება 0 და 45° .

შტრიხიანი ნიშნებით აღნიშნული გრძელი პარაბოლები
მხოლოდ თბური სიჩქარის შეფასებას

ნახ. XV.18

2,5-ჯერ და გამრავლებულია შემასწორებელ კოეფიციენტზე $\frac{\gamma_{90}}{\gamma_{20}} = \frac{0,973}{1,21} =$

$= 0,8$, რადგანაც ცხრილები შედგენილია 20° -იანი ჰაერისათვის).

ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტები იქნება:

ქოლგაში შესვლაზე $\zeta = 0,1$

დროსელ-სარქველზე $\zeta = 0,05$

სულ

$\Sigma \zeta = 0,15$

ჰაერსა ღენში ნარევის მოძრაობის სიჩქარე

$$v_{\text{ღ}} = \frac{3000}{0,973 \cdot \pi \frac{d^2}{4} \cdot 3600} = 4,3 \text{ მ/წმ.}$$

წნევის კარგვა ადგილობრივ წინაღობებზე

$$h_{\text{ა.წ}} = 0,15 \frac{3,05^2}{19,6} \cdot 0,973 = 0,137 \text{ კგ/მ}^2;$$

სულ წნევის კარგვა

$$h = 0,348 + 0,137 = 0,485 \text{ კგ/მ}^2.$$

მიმწოდებელი ფრამუგის დონეზე გაიშვიათება

$$P_x = - \left(\frac{3000}{3600 \cdot 0,973 \cdot 1,3 \cdot 0,6} \right)^2 \frac{1,2}{19,6} = -0,074 \text{ კგ/მ}^2;$$

გამწოვ მილში წარმოქმნილი თბური დაწნევა

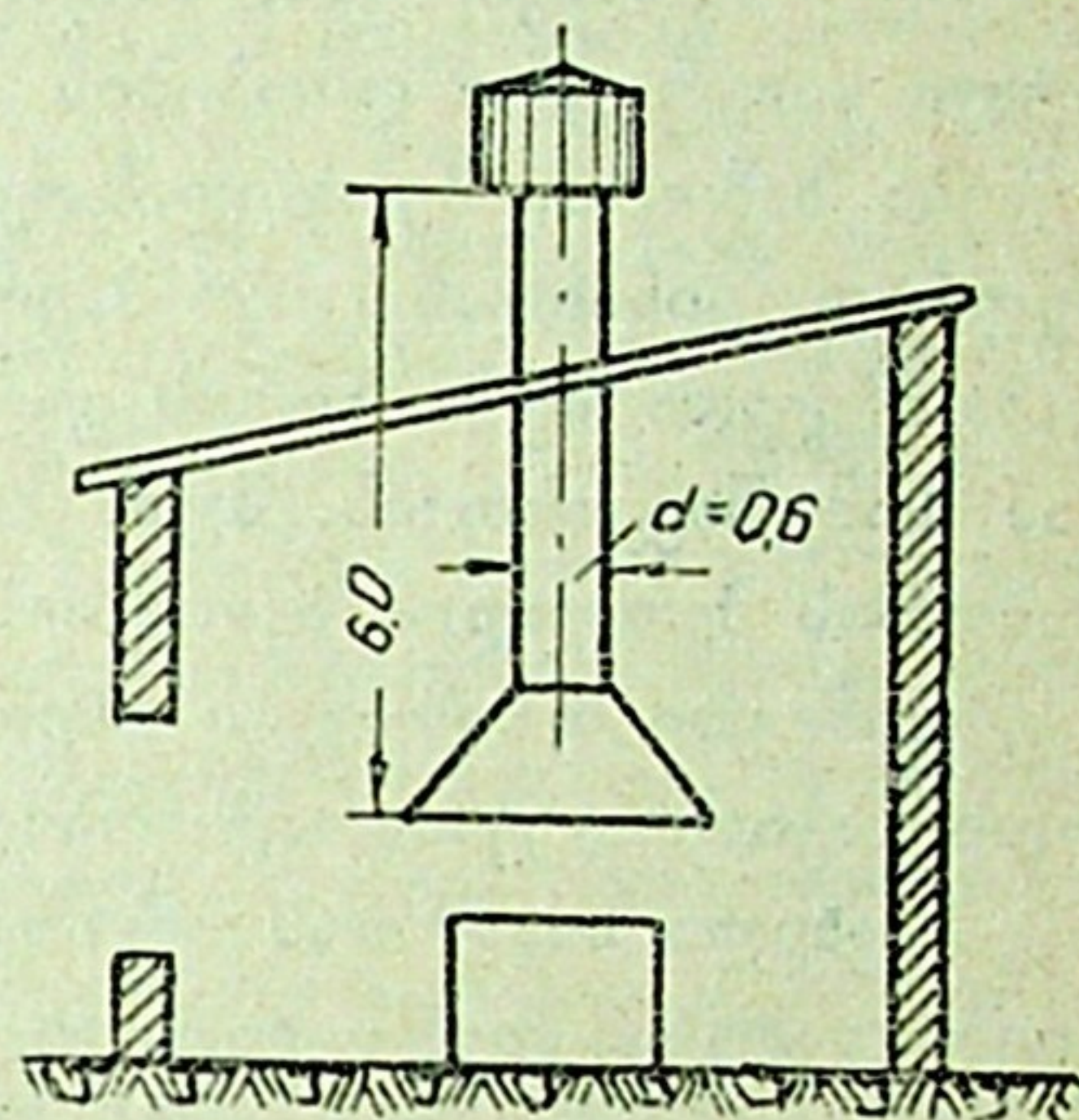
$$H_{\text{თ}} = 6 (1,2 - 0,973) = 1,36 \text{ კგ/მ}^2;$$

დეფლექტორში მოქმედი სრული დაწნევა

$$\Delta P_{\text{ღ}} = H_{\text{თ}} - h + P_x = 1,36 - 0,485 - 0,074 = 0,8 \text{ კგ/მ}^2.$$

აეროდინამიკური მახასიათებლით სარგებლობისათვის საჭიროა ქარის ჩქარული დაწნევის (დინამიკური წნევა) განსაზღვრა

$$H_{\text{ქ}} = \frac{5,5^2}{19,6} \cdot 1,2 = 1,85 \text{ კგ/მ}^2.$$



ნახ. XV.19

აეროდინამიკური მახასიათებლიდან (ნახ. XV.18) $\frac{\Delta P_{\text{ღ}}}{H_{\text{ქ}}} = \frac{0,8}{1,85} = 0,43$

ფარდობის მიხედვით ЦАГИ-ს კვადრატული დეფლექტორისათვის ვღებულობთ, რომ $\frac{v_{\text{ღ}}}{v_{\text{ქ}}} = 0,8$, საიდანაც დეფლექტორის ჰაერსატარში ვპოულობთ

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს $v_{\text{ღ}} = 0,8$, $v_{\text{ქ}} = 0,8 \cdot 5,5 = 4,4 \text{ მ/წმ}$, რაც კარგად ეთანხმება წინასწარ მიღებულს. ამრიგად, ვირჩევთ ЦАГИ-ს კვადრატულ დეფლექტორს $d = 500 \text{ მმ}$ დიამეტრიანი მილით № 5.

უფრო დიდი ხარჯების შემთხვევებში გამოიყენება შახტები. რეკომენდებულია შემოუბერავი შახტის ზომების მიღება კვადრატული დეფლექტორის (ЦАГИ) 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 (ЦАГИ) აეროდინამიკური მახასიათებელი (ნახ. XV.18).

შახტებით უმეტესად სარგებლობენ იმ შემთხვევაში, როდესაც სააერაციო სარკმლების მოწყობის საშუალება არ არის, მაგრამ შეიძლება მათი გამოყენება სარკმლებთან ერთად, თუ საჭიროა მავნეობის რომელიმე მძლავრი წყაროდან გაძლიერებული გაწოვის მოწყობა.

თბური ჭავლების 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.

§ 74.

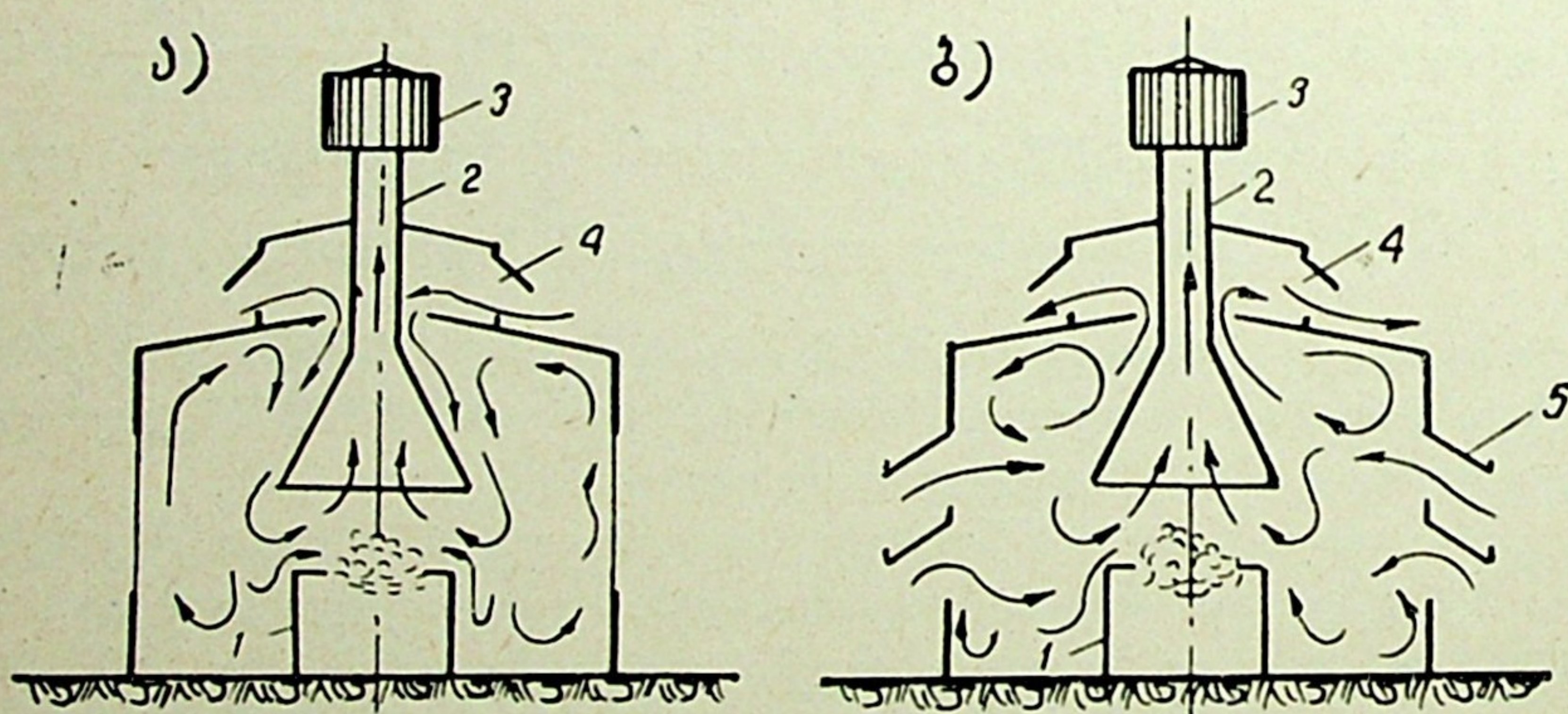
აერაციის ზამთრის პერიოდში

ხშირ შემთხვევაში ცხელ საამქროებში გამოიყოფა დიდი რაოდენობის სითბო, რომელიც რამდენჯერმე აღემატება შენობის თბოდაზარგებს. ასეთ შემთხვევებში გვაქვს მნიშვნელოვანი სიდიდის ჭარბი სითბო, რომელიც შეიძლება გამოვიყენოთ მისაწოდებელი ჰაერის საჭირო ტემპერატურამდე შესათბობად.

ზამთრის პერიოდის აერაციის გაანგარიშებას ხშირად არ აწარმოებენ და გულისხმობენ, რომ ზაფხულის პერიოდის გაანგარიშების შედეგად მიღებული სააერაციო ღირებულების (ფრამუგები, სარკმლები) ფართობი საკმარისი იქნება ზამთრის პერიოდისთვისაც. ასეთი მიდგომა არ შეიძლება ჩაითვალოს სწორად, ვინაიდან ცივი ჰაერის მიღება ზაფხულის სააერაციო ფრამუგებიდან გამოიწვევდა მუშა ზონის გადაცივებას, რაც მეტად არასასიამოვნო მოვლენაა მომუშავეთათვის. მუშა ზონის გადაცივების თავიდან აცილების მიზნით ზამთრის პერიოდის აერაციისათვის დაგეგმარებული უნდა იყოს სპეციალური ჰაერმიმღები ფრამუგები ისეთ დონეზე, რომ შემოსულმა ცივმა ჰაერმა მოასწეროს საჭირო ტემპერატურამდე შეთბობა მუშა ზონაში ჩამოსვლამდე.

ცხელი საამქროს სწორი აერაციის კარგი მაგალითია ა. მელიქსეტოვის მიერ დამუშავებული აერაციის სქემა მცირე სამჭედლოებისათვის (ნახ. XV.20).

წლის ცივ პერიოდში ქურიდან 1 გამოყოფილი აირები გაიყვანება გამწოვი მილისა 2 და დეფლექტორის 3 საშუალებით (ნახ. XV.20, ა). სამჭედ-



ნახ. XV.20

ლოში სუფთა ჰაერი შემოდის სარკმლიდან 4. ფანჯრების საგდულები ამ დროს დაკეტილია. ზაფხულის პერიოდში (ნახ. XV.20, ბ) იღება მიმწოდებელი ფრამუგები 5 და სარკმლიდან 4 იწყება ჰაერის გაყვანა.

მელიქსეტოვმა 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 დეფლექტორებით), 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 მაღლაა) კარებიდან დიდძალი ცივი ჰაერი შემოიჭრება, რომლის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა მძლავრი საჰაერო ფარდების მოწყობა.

§ 75.

აერაციის რეგულირება

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 იწვევს მუშა ზონაში ჰაერის გაბინძურებას. უნდა ვცდილობდეთ, რომ ჰაერის მოდინება ხდებოდეს შეძლებისდაგვარად შენობის ყველა მხრიდან. ერთმალე საამქროს სარკმლებით უნდა ხდებოდეს მხოლოდ გაწოვა. თუ საამქრო ჰარბის უშუალო მოქმედებას განიცდის, მაშინ სარკმლების ჰარბის მხარეს მიმართული საგდულები უნდა იყოს დახურული, ხოლო საწინააღმდეგო მხარეს — ღია. შემოუბერავი სარკმლების მქონე შენობებში რეგულირება საგრძნობლად მარტივდება. ხარისხობრივი რეგულირებით უნდა აღიკვეთოს გამჭოლი განიავებაც, რაც იწვევს ჰაერის მდგომარეობის გაუარესებას ჰაერგამყვანი საგდულების ახლოს მდებარე სამუშაო ადგილებში. ხარისხობრივი რეგულირების პრინციპი დამყარებულია შიგა წნევის ცვალებადობაზე, რომელიც ხორციელდება ღია საგდულების ფართობების ცვლილებით. თუ საჭიროა, რომ მოცემული საგდულიდან ჰაერი შემოდიოდეს სათავსში, შიგა ჰარბი წნევა ნაკლები უნდა იყოს გარე წნევაზე. შიგა ჰარბი წნევის შემცირების მიზნით შეძლებისდაგვარად უნდა გავზარდოთ გაუხშოების ქვეშ მყოფი საგდულების ფართობი და თუ იგი არ აღმოჩნდება საკმარისი, შევამციროთ ჰარბი წნევის ქვეშ მომუშავე საგდულების კვეთი.

ბუნებრივი ჰაერცვლის განსაზღვრა რეგულირების დროს ხდება ხვრეტებში (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 გადამლობავ კონსტრუქციებზე, ჰარბის სხვადასხვა მიმართულებისა და სიჩქარის დროს.

რაოდენობრივი რეგულირება წარმოადგენს ბუნებრივი ჰაერცვლის ორგანიზაციის მეორე ეტაპს და მდგომარეობს მოდინებული და გაყვანილი ჰაერის 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 პერიოდიდან ცივზე გადასვლისას და ცივი პერიოდიდან თბილზე გადასვ-
ლისას. ამიტომ მათი რეგულირების ავტომატიზაცია საჭირო არაა.

გაცილებით მნიშვნელოვანია ჰაერის მიმწოდებელი ფანჯრების საგდუ-
ლების ავტომატური რეგულირება. გარე ჰაერის ტემპერატურისა და სათავსში
სითბოს გამოყოფის ინტენსივობის მიხედვით რეგულირებისათვის გამოიყენე-
ბა ასტატიკური სისტემა. ამ დროს რეგულირება ხდება სათავსში ჰაერის
ტემპერატურის მიხედვით ორპოზიციური გადამწოდის საშუალებით. შემსრუ-
ლებელ მექანიზმებად წარმატებით შეიძლება საგდულების გასაღები და დასა-
ხური ჩვეულებრივი მექანიზმების გამოყენება, თუ მათ აღვჭურავთ რელუქ-
ტორიანი ელექტროძრავებით. გადამწოდებად გამოიყენება ბიმეტალის რე-
ლეები ДТК-3 ან ДТК-4. შეიძლება გამოვიყენოთ აგრეთვე კონტაქტური თერ-
მომეტრი ТК-8 კონტაქტების მაგნიტური დაყენებით. ამ შემთხვევაში საჭი-
როა ორი თერმომეტრის გამოყენება, რომელთაგან ერთი დაყენებული იქნე-
ბა მინიმალურ დასაშვებ ტემპერატურაზე, ხოლო მეორე — მაქსიმალურ და-
საშვებ ტემპერატურაზე. როდესაც ტემპერატურა სათავსში დაიწევს მინიმა-
ლურზე ქვემოთ, პირველი თერმომეტრი იძლევა სიგნალს და ელექტროძრავი
იწყებს საგდულის მიკეტვას, ხოლო როდესაც ტემპერატურა აცილდება მაქ-
სიმალურად დასაშვებს, მაშინ მეორე თერმომეტრი ძრავას რთავს რევერსიუ-
ლი მაგნიტური ამუშავების საშუალებით; ძრავა იწყებს საწინააღმდეგო მი-
მართულებით ბრუნვას და საგდულები იღება.

რეგულირება შეიძლება გავხადოთ უფრო მოქნილი, თუ საამქროს საგ-
დულებს დავყოფთ ჯგუფებად და თითოეულ ჯგუფს დავუყენებთ დამოუკიდე-
ბელ გადამწოდს. ეს ბევრად არ აძვირებს დანადგარებს, ვინაიდან გადამწო-
დები 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 საგდუ-
ლები, რომლებიც მდებარეობენ იატაკიდან 4—7 მეტრის სიმაღლეზე.

რიგ შემთხვევებში მიზანშეწონილია სარკმლის იმ საგდულების ავტომა-
ტიზაცია, რომლებიც ღიად რჩება გარდამავალ და ზამთრის პერიოდებში.

ავტომატური რეგულირება და მართვა ამაღლებს აერაციის ეფექტურო-
ბას, ხოლო სააერაციო მოწყობილობას უფრო მოქნილსა და საიმედოს ხდის.

§ 76. ბუნებრივი ვენტილაციის აკხური სისვამები

საზოგადოებრივი და საცხოვრებელი დანიშნულების შენობებში მანე-
ნივთიერებები მცირე რაოდენობით გამოიყოფა და შესაბამისად სავენტილა-
ციო ჰაერის საჭირო რაოდენობაც მცირეა. ამიტომ ამ შენობებში გამოიყე-
ნება ბუნებრივი (გრავიტაციული) ვენტილაციის არხული სისტემები. უმეტე-
სად გამოიყენება არხული გამწოვი სისტემები, რისთვისაც შენობის კედლებ-
ში აწყობენ არხებს, რომლებიც სხვენში ერთდება და საერთო შახტით (ხში-
რად დეფლექტორით) ჰაერი გაიყვანება ატმოსფეროში. სათავსიდან გაყვანილი
ჰაერის შევსება ხდება საშენებლო კონსტრუქციების (ფანჯრების, კარების)
ღრეჩობიდან.

ასეთ სათავსებში წლის თბილ პერიოდში ჰაერის განთავსება ფანჯრების გამოღებით ხორციელდება, ამიტომ გრავიტაციული არხული სისტემების სა-
მუშაო პერიოდად წლის ცივი დრო ითვლება. ამასთან დაკავშირებით გარე
ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურად მიღებულია $+5^{\circ}\text{C}$.

გამწოვ სისტემებში არ ხდება ჰაერის ორგანიზებული მოძინება. ამის
გამო ადგილი აქვს მუშაობის არასტაბილურობას, რაც ძირითადად ქარის
ზემოქმედებითაა გამოწვეული. ბუნებრივი წნევა, რომელიც წარმოიქმნება არ-
ხებში 2 (ნახ. XV.21, ა), იხარჯება არა მარტო არხების 2, პორიზონტალური
შემკრები ხოკერების 3, შახტის 6 და დეფლექტორის 7 წინაღობის გადალახ-
ვაზე, არამედ ჰაერის მოძინების წინააღობაზეც (სამშენებლო არასიმპიდრო-
ვეებიდან). ამასთან, გადამლობავ კონსტრუქციებში ჰაერის გავლისას წნევის
კარგვის სიდიდე გამოთვლას არ ექვემდებარება. ამიტომ ამომწოვი სისტემის
გაანგარიშების დროს უნდა გვქონდეს სათანადო მარაგი საანგარიშო სა-
ცირკულაციო წნევის 10—15% ოდენობით.

საცირკულაციო წნევის სიდიდე პირველი სართულისათვის გამოითვლება
ფორმულით

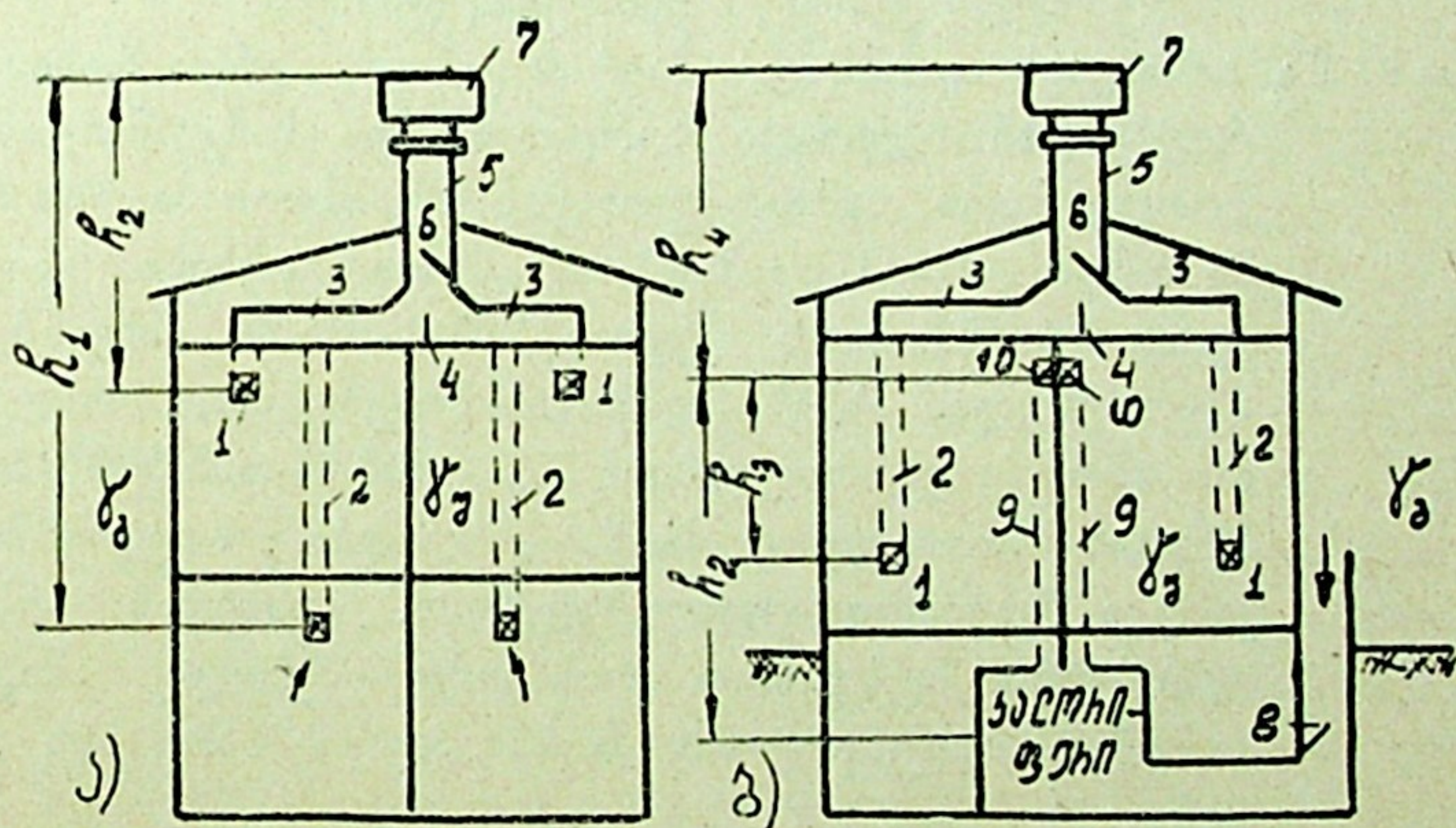
$$H^1_{\delta} = h_1 (\gamma_{\delta} - \gamma_{\alpha}) \text{ კგ/მ}^2,$$

მეორე სართულისათვის

$$H^2_{\delta} = h_2 (\gamma_{\delta} - \gamma_{\alpha}) \text{ კგ/მ}^2,$$

სადაც γ_{α} და γ_{δ} — შიგა და გარე ჰაერის მოცულობითი წონებია კგ/მ³ ობით.

უფრო მდგრადი მუშაობით ხასიათდება გრავიტაციული გამწოვ-მოდი-
ნებითი სისტემები თბური აღმძვრელებით (ნახ. XV.21, ბ). ჰაერმიმღები შახ-



ნახ. XV.21

ტიდან 8 გარე ჰაერი მოედინება კალორიფერში, სადაც ხდება მისი შეთბობა
და არხებით 9 მიწოდება სათავსებში. თუ ჰაერის მოცულობით წონას კალო-
რიფერში შეთბობის შემდეგ აღვნიშნავთ $\gamma_{\alpha\delta}$, ხოლო სათავსიდან გასვლისას —
 γ_{δ} -ით, მაშინ საცირკულაციო წნევა მოძინებითი სისტემისათვის გამოითვლე-
ბა ფორმულით

$$H_{\delta} = \left(h_2 - \frac{h_3}{2} \right) (\gamma_{\delta} - \gamma_{\alpha\delta}) \text{ კგ/მ}^2,$$

$$H_0 = \left(\frac{h_3}{2} + h_4 \right) (\gamma_3 - \gamma_0) \text{ კგ/მ}^2.$$

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 ჟალუზებიან გისოსებში 0,5—1 მ/წმ.

ვენტილაციის გრავიტაციული არხული სისტემები ხასიათდება მცირე საწყისი ღირებულებით, მოწყობილობისა და ექსპლუატაციის სიმარტივით, ხანგამძლეობით და უხმაურო მუშაობით, ამასთანავე არ საჭიროებს ელექტროენერგიას. მაგრამ მოქმედების მცირე რადიუსის გამო (არა უმეტეს 11 მეტრისა), მათი გამოყენება შეიძლება მხოლოდ ადმინისტრაციულ-საყოფაცხოვრებო და საცხოვრებელი დანიშნულების შენობებში.

ბუნებრივი არხული სისტემების გაანგარიშების მეთოდთა იგივეა, რაც მექანიკური ვენტილაციისა, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ წნევის დანაკარგების სიდიდე განისაზღვრება სისტემაში არსებული გრავიტაციული წნევის H_0 სიდიდით. საანგარიშო წნევად (H_n) მარაგის გათვალისწინების მიზნით მიიღება ბუნებრივი წნევის 85÷90%, ე. ი.

$$H_n = 0,85 \div 0,9 H_0 \text{ კგ/მ}^2.$$

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 მ³/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 უგულებელვყოთ. ვინაიდან არხების კვეთები კონსტრუქციებით არის გაპირობებული, ამიტომ გაანგარიშება მდგომარეობს მათში ჰაერის ხარჯების განსაზღვრაში.

სათავსის ჰაერის ტემპერატურაა $t_3 = 18^\circ\text{C}$, ხოლო გარე ჰაერის ტემპერატურა $t_0 = 5^\circ\text{C}$.

გაანგარიშებას ვიწყებთ ყველაზე უარეს მდგომარეობაში მყოფი მეოთხე სართულისათვის (რადგანაც არხის სიმაღლე მცირეა).

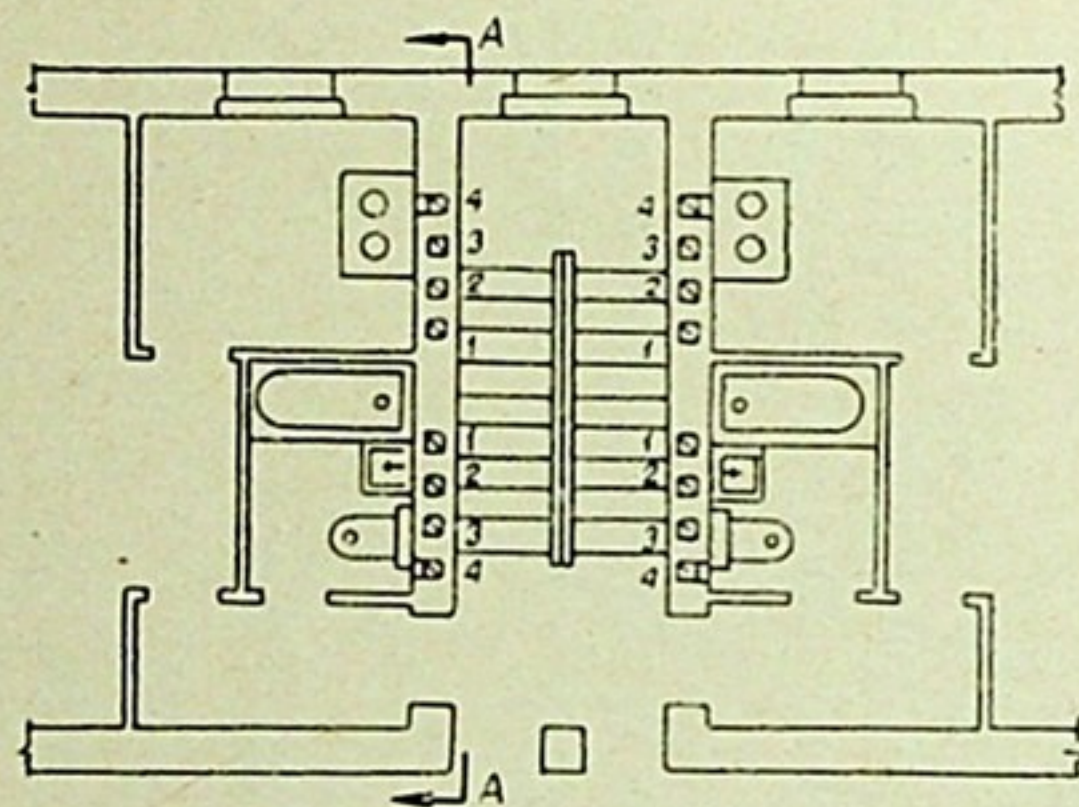
1-ელი უბანი (იხ. ნახ. XV.22, გ) — გაწოვა სამზარეულოდან. ბუნებრივი წნევა, რომელიც მოქმედებს ამ უბანზე (გისოსში შესვლიდან ხოკერის ღერძამდე),

$$H^1_0 = h_1 (\gamma_{5^\circ} - \gamma_{18^\circ}) = 0,8 (1,27 - 1,213) = 0,046 \text{ კგ/მ}^2.$$

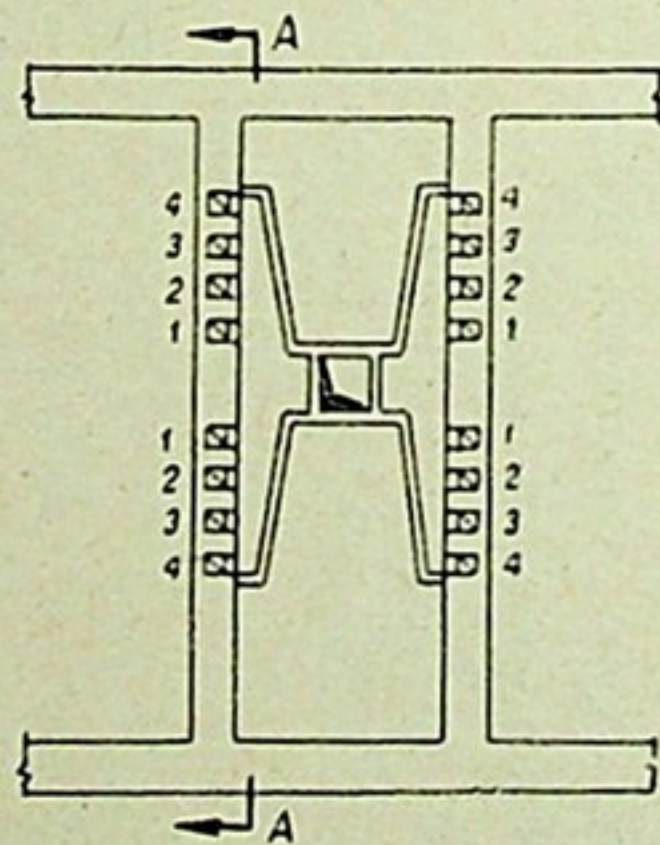
არხის განივკვეთის ფართობი

$$f = 0,14 \times 0,14 = 0,0196 \text{ მ}^2.$$

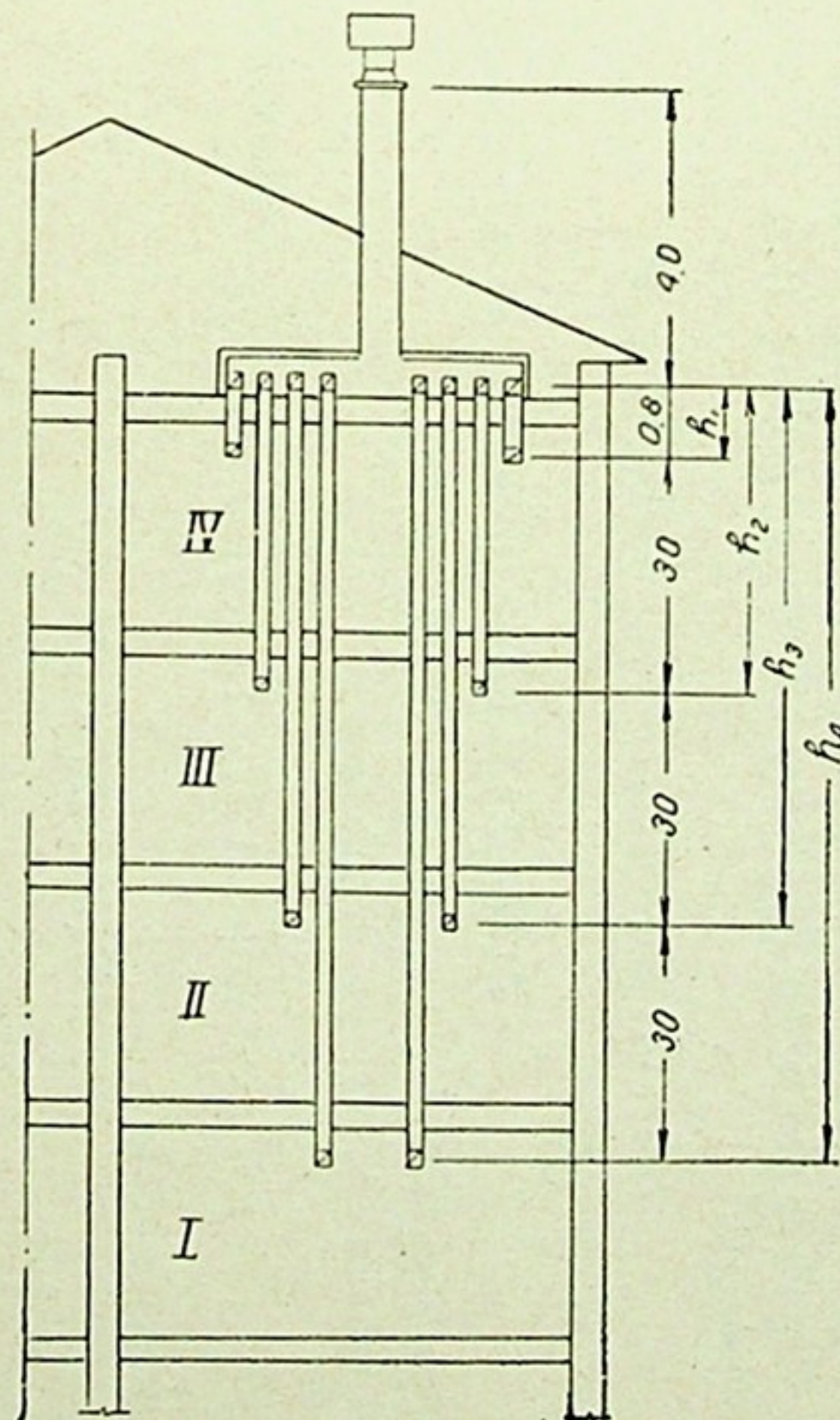
ა. მუთხის სარტყლის დეტალი



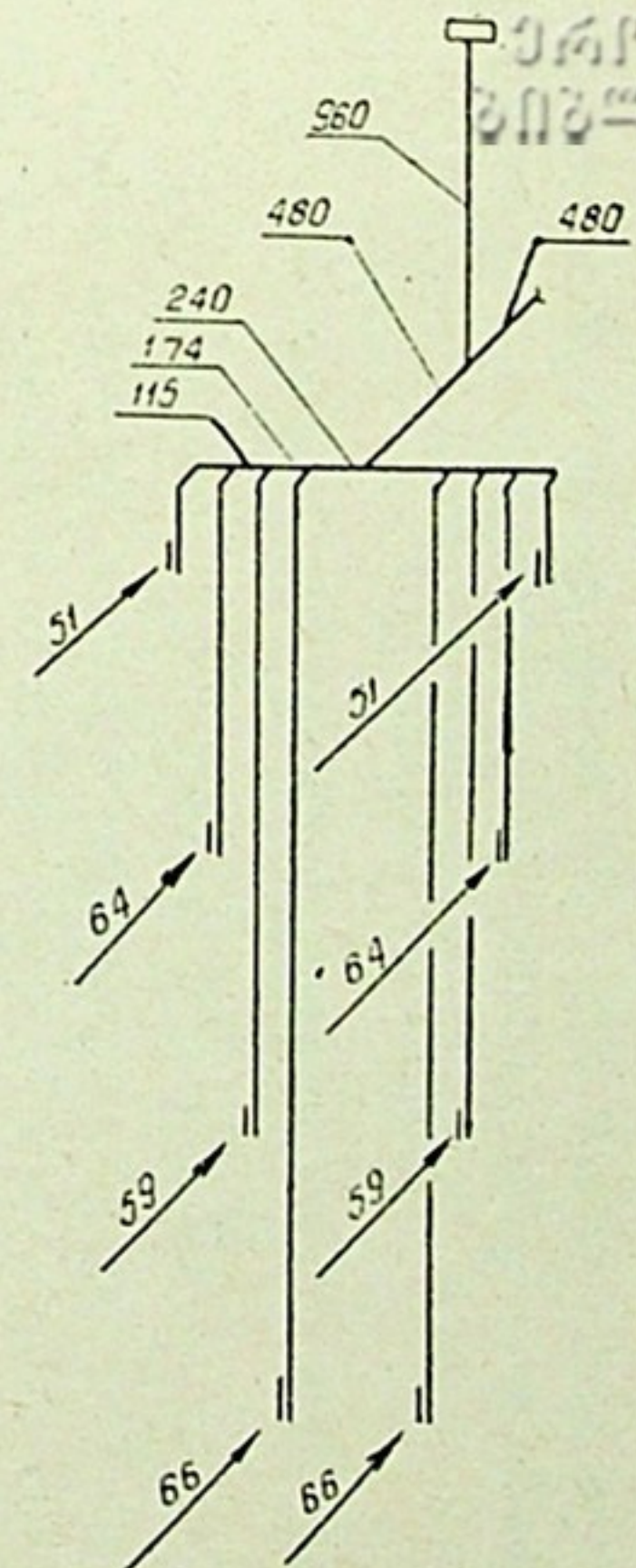
ბ. სხვადასხვა დეტალი



გ. ჯანსილი A-A



დ. სხვადასხვა



სხვადასხვა დეტალი
პროექტი, სარტყლის მ/ს-მით

სახ. XV.22

$$v_1 = \frac{51}{3600 \cdot 0,0196} = 0,72 \text{ მ/წმ.}$$

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 ჰაერმიმღები არხი მდებარეობს 3 მ-ით ქვემოთ (ნახ. XV.22). წნევის სიდიდე შეადგენს

$$H^2_0 = 0,125 + 3(1,27 - 1,213) = 0,296 \text{ კგ/მ}^2.$$

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

$$H^3_0 = 0,125 + 6(1,27 - 1,213) = 0,467 \text{ კგ/მ}^2.$$

წნევის კარგვა უბანზე

$$\Sigma (Rl + Z)_3 = 0,35 \text{ კგ/მ}^2.$$

მე-4 უბანი.

$$H^4_0 = 0,125 + 9(1,27 - 1,213) = 0,638 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$\Sigma (Rl + Z)_4 = 0,378 \text{ კგ/მ}^2.$$

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 პროპორციიდან (წნევის სიდიდე ჰაერის ხარჯის კვადრატის პროპორციულია):

$$L_1 = 51 \text{ მ}^3/\text{სთ};$$

$$L_2 = 51 \sqrt{\frac{0,296}{0,193}} = 64 \text{ მ}^3/\text{სთ};$$

$$L_3 = 51 \sqrt{\frac{0,467}{0,35}} = 59 \text{ მ}^3/\text{სთ};$$

$$L_4 = 51 \sqrt{\frac{0,639}{0,378}} = 66 \text{ მ}^3/\text{სთ};$$

$$\text{სულ } \Sigma L_{1-4} = 240 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

გინაიდან სისტემა სიმეტრიულია, ოთხივე განშტოებაში გვექნება ერთნაირი ხარჯები და შახტში გამავალი ჰაერის რაოდენობა



$$\Sigma L = 4 \cdot 240 = 960 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

მივიღოთ, რომ შახტის კვეთია 500×500 მმ, დეფლექტორის დიამეტრი $d_d = 500$ მმ, ხოლო ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი $\zeta_d = 0,61$. შახტის მიერ შექმნილი ბუნებრივი წნევის სიდიდე, თუ შახტის სიმაღლეს მივიღებთ $h = 4$ მ, იქნება

$$H_b = 4 (1,27 - 1,213) = 0,228 \text{ კგ/მ}^2.$$

წნევის კარგვა შახტში დეფლექტორის ჩათვლით შეადგენს

$$\Sigma (Rl + Z)_b = 0,122 \text{ კგ/მ}^2.$$

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 პნევმოზიანსპორტული სისტემები და მათი გაანგარიშების 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 მტვრის გაწოვა, ხოლო პნევმოტრანსპორტული ვენტილაციის სისტემებით — სხვადასხვა მასალის ნარჩენების გადაადგილება (ტრანსპორტირება). თავის მხრივ, როგორც ასპირაციული, ისე პნევმოტრანსპორტული ვენტილაციის სისტემები პირობითად შეიძლება დაყოს ორ ჯგუფად:

დიდი ასპირაციული სისტემები გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ტექნოლოგიური დანადგარებიდან ხდება დიდი რაოდენობის მტვრის გამოყოფა, კერძოდ, როდესაც გაწოვილ ჰაერში მტვერშემცველობა აღემატება 1000 მგ/მ³. 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, საფეხავ და საჩამომსხმელო საამქროებში. გარდა ამისა, ქიმიური და მეტალურგიული ქარხნების ზოგიერთ ისეთ სათავსში, რომლებშიც ხდება დიდი რაოდენობის მტვრის გამოყოფა. ზემოთ ჩამოთვლილი საწარმოების სათავსები, როგორც წესი, დიდი სიმაღლისაა და ამიტომ მათში შესაძლებელია ასპირაციული სისტემების მოწყობა დახრილი ჰაერსატარებით.

მცირე ასპირაციული სისტემები გამოიყენება მექანიკურ საამქროებში და ქიმიური წარმოების ზოგიერთ ისეთ სათავსში, რომლებშიც მტვრის მცირე გამონაყოფები გვაქვს და რომელთა გასაწოვი ჰაერის მტვერშემცველობა 1000 მგ/მ³-ზე ნაკლებია. ასეთი სისტემების ჰაერსატარები ეწყობა მხოლოდ ჰორიზონტალურად, ყოველგვარი დახრის გარეშე.

როგორც აღვნიშნეთ, პნევმოტრანსპორტული სისტემებიც იყოფა ორ კატეგორიად. პირველ კატეგორიას მიეკუთვნება ისეთი პნევმოტრანსპორტუ-

ლი სისტემები, რომელთა საშუალებითაც ხდება ტექნოლოგიური პროცესების შემდეგ ნარჩენი მასალების გადაადგილება. კერძოდ, ასეთი სისტემები ეწყობა ხის დასამუშავებელ საამქროებში და იმ დანადგარებთან, რომლებიც დანაც 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 აღჭურვილი უნდა იყოს ჰაერსაწმენდი დანადგარებით, რომლებიც შეიძლება იყოს როგორც სველი, ისე მშრალი გაწმენდის პროცესით, გაწმენდის ერთი ან ორსაფეხურიანი სისტემის გამოყენებით. იმ შემთხვევაში, როდესაც გაწმენდილი ჰაერის მტვერშემცველობა 5000 მგ/მ^3 -ზე ნაკლებია, გამოიყენება ერთსაფეხურიანი, ხოლო როცა 5000 მგ/მ^3 -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.

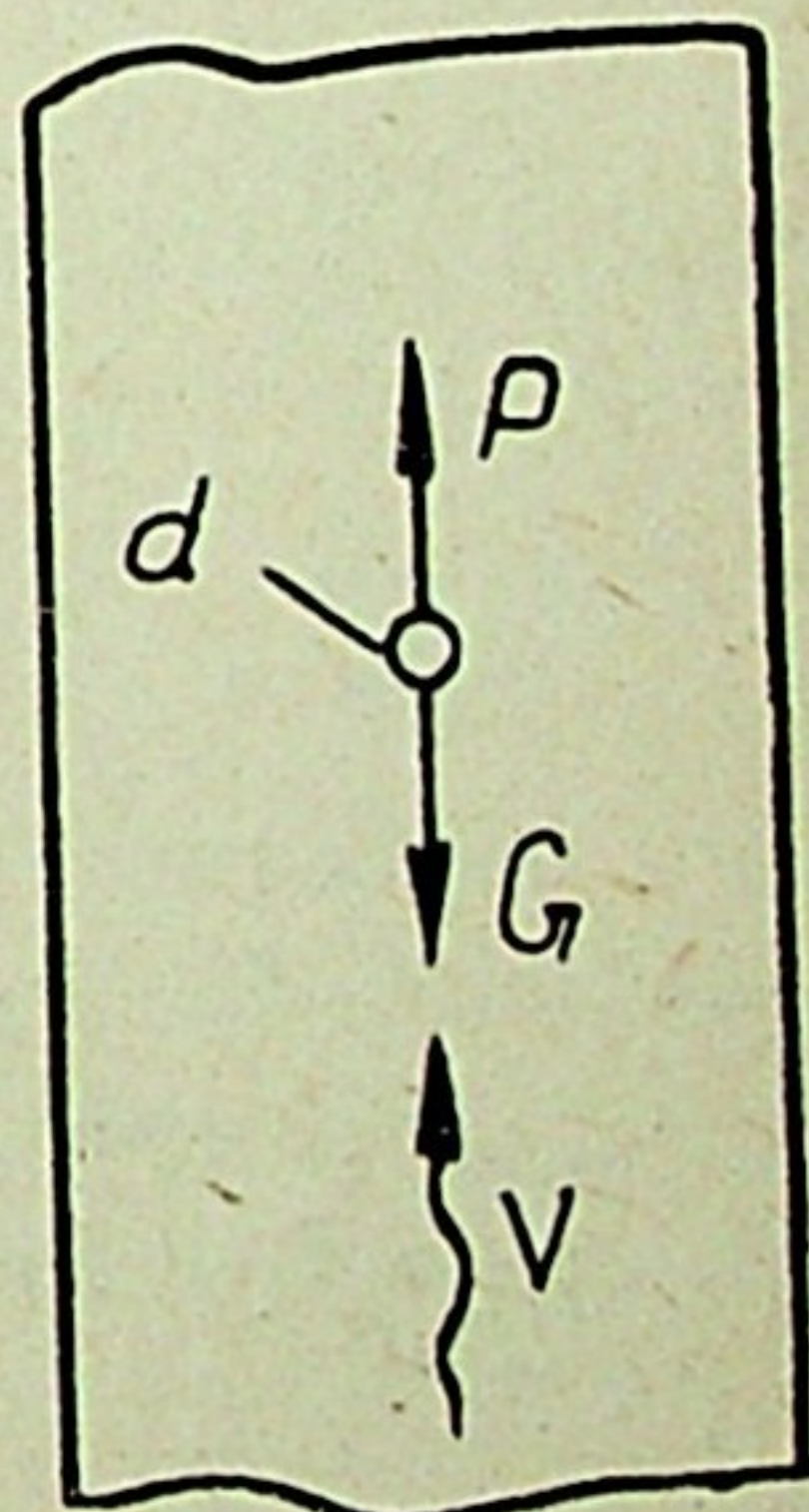
სიმძიმის ძალა ნაწილაკის მოცულობისა და მისი მოცულობითი წონის ნამრავლის ტოლი იქნება და სფერული ფორმის მყარი ნაწილაკის შემთხვევაში შეგვიძლია დავწეროთ

$$G = \frac{\pi d^3}{6} \cdot \gamma_{\text{მყ. ნაწ.}} \quad (16.1)$$

სადაც d არის მყარი ნაწილაკის დიამეტრი;

$\gamma_{\text{მყ. ნაწ.}}$ — მყარი ნაწილაკის მოცულობითი წონა.

მყარი ნაწილაკის წინ, მასზე ჰაერის ნაკადის გარსშემოედინების დროს წარმოიქმნება ქარბი წნევა, ხოლო მის უკან ხდება ჰაერის გაიშვიათება, ანუ წარმოიქმნება ამწევი აეროდინამიკური ძალა, რომლის გამოსახვაც შეიძლება ფორმულით



ნახ. XVI.1

$$P = k \cdot f \frac{(v - v_{\text{მყ. ნაწ.}})^2}{2g} \quad (16.2)$$

სადაც k არის წინალობის 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;

$v_{\text{ავ. ნაწ}}$ — მყარი ნაწილაკის სიჩქარე;

γ_3 — ჰაერის მოცულობითი წონა;

g — სიმძიმის ძალის აჩქარება.

სფერული ფორმის მყარი ნაწილაკისათვის, რომლის ფართობია $f = \frac{\pi d^2}{4}$, (16.2) ფორმულა მიიღებს სახეს

$$P = k \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{(v - v_{\text{ავ. ნაწ}})^2}{2g} \cdot \gamma_3. \quad (16.3)$$

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 $v_{\text{ავ. ნაწ}} = 0$. თუ ამ მნიშვნელობას ჩავსვამთ (16.1) და (16.3) გამოსახულებებში, მაშინ ისინი ერთმანეთს გაუტოლდება და შეგვიძლია დავწეროთ

$$G = P = \frac{\pi d^3}{6} \cdot \gamma_{\text{ავ. ნაწ}} = k \frac{\pi d^3}{4} \cdot \frac{v^2}{2g} \gamma_3,$$

აქედან შეგვიძლია განვსაზღვროთ კრიტიკული ან, რაც იგივეა, შეტივნარების სიჩქარე

$$V = 1,15 \sqrt{\frac{d \gamma_{\text{ავ. ნაწ}} g}{k \gamma_3}}. \quad (16.4)$$

თუ ამ ფორმულაში ჩავსვამთ სტანდარტული ჰაერის ($t_3 = 20^\circ$) მოცულობით წონას $\gamma_3 = 1,2$ კგ/მ³, სიმძიმის ძალის მნიშვნელობას $g = 9,81$ მ/წმ და გათანაბრებული ჰაერის ნაკადისთვის ($Re \approx 10^5$) მყარი ნაწილაკის წინალობის კოეფიციენტს $k \approx 0,5$, მივიღებთ

$$V = 4,65 \sqrt{d \gamma_{\text{ავ. ნაწ}}}. \quad (16.5)$$

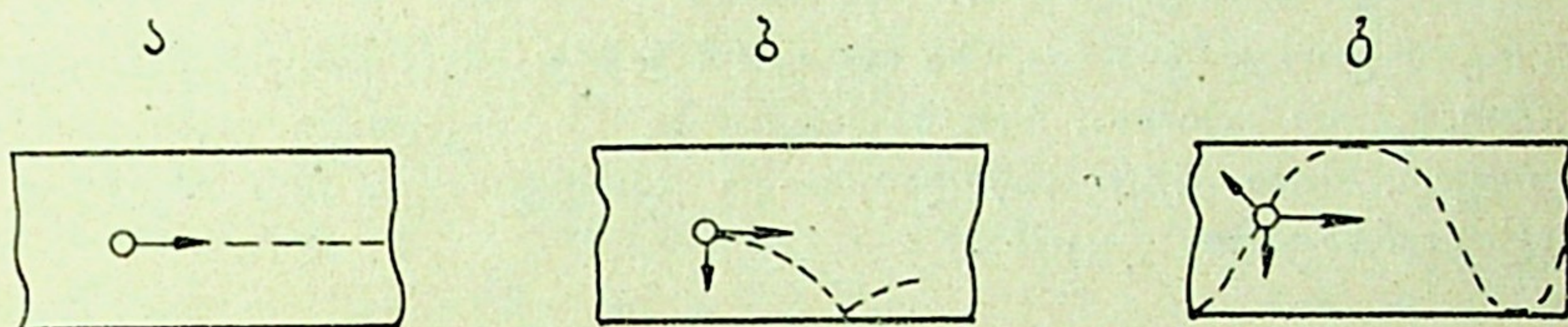
იმ კრიტიკულ სიჩქარეს, რომლის დროსაც ვერტიკალური ჰაერსატარის ნაკადში არსებული მყარი ნაწილაკი იწყებს შეტივნარებას ($G = P$), შეტივნარების სიჩქარე ეწოდება.

ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ჰაერსატარებში ჰაერის სიჩქარე მეტი უნდა იყოს მტვრის ნაწილაკების ან ნარჩენების შეტივნარების სიჩქარეზე, რათა ისინი არ დაილექოს ჰაერსატარის კედლებზე.

ჰორიზონტალურ ჰაერსატარში მყარი ნაწილაკის მოძრაობის ხასიათის ცოდნას აქვს როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული მნიშვნელობა, რადგანაც ამ მოძრაობის ხასიათის მიხედვით განისაზღვრება ჰაერსატარში ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის გადაადგილების სიჩქარე, წნევის დანაკარგები, დანადგარების ცვეთადობა და სხვა ისეთი პარამეტრები, რომლებიც ახასიათებს ასპირაციულ და პნევმოტრანსპორტული სისტემების სამშენებლო და საექსპლოატაციო ხარისხს.

ჰორიზონტალურ ჰაერსატარში, რომელშიც ხდება ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების ტრანსპორტირება, ამ უკანასკნელს შეიძლება მოძრაობის სამი სახე ჰქონდეს: ჰაერსატარის კედლების პარალელური (ჰაერის ნაკადის ენერგიის ხარჯზე) (ნახ. XVI.2, ა), პარაბოლური ნახტომისებრი სახით (ნახ. XVI.2, ბ) და ხრახნისებური (ნახ. XVI.2, გ).

საერთოდ ჰაერსატარში მოძრავ მყარ ნაწილაკებზე მოქმედებს ჰაერის ნაკადის ღერძული მიმართულების თანხვედნილი აეროდინამიკური ძალა, ქვე-



ნახ. XVI.2

მოთ მიმართული სიმძიმის ძალა და ჰაერსატარის კედლებისკენ მიმართული ცენტრიდანული ძალა.

ჰაერსატარში მყარი ნაწილაკის მოძრაობა ჰაერსატარის კედლების პარალელურად ყველაზე მარტივ მოძრაობად ითვლება, იგი დამოკიდებულია ნაკადის მოძრაობის ხასიათზე, სიჩქარეზე, ნაწილაკის ფორმასა და ზომებზე.

ჰაერის ნაკადის პარალელურად მოქმედი აეროდინამიკური და ქვემოთ მიმართული სიმძიმის ძალის ზემოქმედების გამო მყარი ნაწილაკი იწყებს პარაბოლურ ნახტომისებრ მოძრაობას, გამოდის ჰაერის ნაკადიდან და მიემართება ჰაერსატარის კედლისაკენ, რომლის ზედაპირთან უეცარი შეჯახებისა და სიჩქარის მნიშვნელოვანი გრადიენტის არსებობის გამო ჰაერსატარის კედელთან წარმოიქმნება ამწევი ძალა, რომლის საშუალებითაც ნაწილაკი ადის ზემოთ და კვლავ იწყებს პარაბოლურ მოძრაობას. ასეთი ნახტომის ბიჯი (ნაწილაკზე მოქმედი ძალების სიდიდეზე დამოკიდებულებით) შეიძლება დიდი იყოს და ამიტომ ჰაერსატარის 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 ეკვრის ჰაერსატარის კედლებს და მისი მოძრაობის ტრაექტორია ხრახნისებრი, ანუ მბრუნავია.

ჰაერსატარში გადაადგილებული მყარი ნაწილაკების წონის შეფარდებას გადაადგილებული ჰაერის წონასთან ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის წონითი კონცენტრაცია ეწოდება და გამოისახება ფორმულით

$$\mu = \frac{G_{\text{მყ. ნაწ}}}{G_3} \text{ კგ/კგ,} \quad (16.6)$$

სადაც $G_{\text{მყ. ნაწ}}$ არის მყარი ნაწილაკების წონა, კგ/წმ-ობით;
 G_3 — ჰაერის წონა, კგ/წმ-ობით.

ჰაერსატარში გადაადგილებული მყარი ნაწილაკების წონის შეფარდებას გადაადგილებული ჰაერის მოცულობასთან ნარევის მოცულობითი კონცენტრაცია ეწოდება და გამოისახება ფორმულით

$$V = \frac{G_{\text{მყ. ნაწ}}}{L_3} \text{ კგ/მ}^3, \quad (16.7)$$

სადაც L_3 ჰაერის მოცულობაა, მ³/წმ-ობით.

რაც უფრო დიდია ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის კონცენტრაცია, მით უფრო საჭიროა, რომ ჰაერსატარში მათი გადაადგილების სიჩქარე დიდი იყოს, რათა მყარი ნაწილაკები არ დაილექოს და ამის შედეგად არ მოხდეს ჰაერსატარის დაცობა.

წნევის დანაკარგები ჰაერსატარში მყარი ნაწილაკების აწევაზე

დავუშვათ, რომ Z მ სიმაღლის ვერტიკალურ ჰაერსატარში მოძრაობს ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევი, რომლის წონითი კონცენტრაცია (μ) და გადასადგილებელი ჰაერის მოცულობა (L) ცნობილია. თუ ჰაერსატარში მყარი ნაწილაკების აწევაზე წნევის დანაკარგებს აღვნიშნავთ $\Delta P_{\text{აწ}}$ -ით, მაშინ მუშაობა, რომელიც სრულდება მყარი ნაწილაკების გადაადგილებაზე,

$$L \cdot \Delta P_{\text{აწ}} = G_{\text{მყ. ნაწ}} Z \text{ კგ. მ.}$$

აქედან წნევის დანაკარგი

$$\Delta P_{\text{აწ}} = \frac{G_{\text{მყ. ნაწ}}}{L} Z \text{ კგ/მ}^2, \quad (16.8)$$

თუ ამ გამოსახულებაში (16.6) ფორმულიდან შევიტანთ $G_{\text{მყ. ნაწ}} = \mu G_3$ მნიშვნელობას, მაშინ

$$\Delta P_{\text{აწ}} = \frac{\mu G_3}{L} Z = \gamma_3 \mu Z \text{ კგ/მ}^2, \quad (16.9)$$

ე. ი. წნევის დანაკარგი მყარი ნაწილაკების აწევაზე ტოლია გადასადგილებელი ჰაერის მოცულობითი წონის, ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის წონითი კონცენტრაციისა და ჰაერსატარის სიმაღლის ურთიერთნამრავლისა.

ისეთი ჰაერის მოცულობითი წონა, რომელსაც 15° ტემპერატურა აქვს და 760 მმ ვერცხ. წყ. სვ. ბარომეტრული წნევის ქვეშ იმყოფება, ტოლია $\gamma_3 = 1,226$ კგ/მ³. ამ პირობებისათვის (16.9) ფორმულა მიიღებს სახეს

$$\Delta P_{\text{აწ}} = 1,226 \mu Z \text{ კგ/მ}^2. \quad (16.10)$$

აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ჰაერსატარში წნევის დანაკარგი ხახუნზე ანგარიშში შეიტანება ცალკე.



§ 79.

ჰაერის სიჩქარეები ასპირაციული და პნევმოზიანსპორტული სისტემების ჰაერსატარებში

ჰაერსატარებში, რომლებშიც ხდება ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის ტრანსპორტირება, ჰაერის სიჩქარე გაცილებით მეტი უნდა იყოს, ვიდრე ნაწილაკების შეტივნარების სიჩქარე. ამიტომ ჰაერსატარებში მიღებულია ჰაერის მოძრაობის მუშა სიჩქარეები, რომელთა რიცხვითი მნიშვნელობების სიდიდეს იღებენ ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის წონითი კონცენტრაციის მიხედვით.

პრაქტიკული მონაცემების საფუძველზე დადგენილია, რომ, როდესაც $\mu < 1$ -ზე, მაშინ $v_{ჰაერ} = (1,25 \div 1,3) v$; როდესაც $\mu = 1 \div 2$, მაშინ $v_{ჰაერ} = 1,5v$; როდესაც $\mu = 10 \div 15$, მაშინ $v_{ჰაერ} = (2 \div 2,5) v$,

სადაც $v_{ჰაერ}$ არის ჰაერსატარში ჰაერის მოძრაობის მუშა სიჩქარე;

v — მყარი ნაწილაკების შეტივნარების სიჩქარე, რომელიც განისაზღვრება (16.5) ფორმულით.

ჰაერსატარებში ხის ნათალის ტრანსპორტირებისას, ნათალის შეტივნარებისა და ჰაერის მუშა სიჩქარეების სიდიდეების განსაზღვრისათვის ვიყენებთ ეკვივალენტური დიამეტრის ცნებას, რომლის მიხედვითაც მიიღება, რომ სფეროს ეკვივალენტური მოცულობა ნათალის მოცულობის ნახევრის ტოლია.

ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ ჰაერსატარებში ჰაერის საჭირო მუშა სიჩქარეები მოცემულია XVI.1 ცხრილში, რომელიც შედგენილია პრაქტიკული მონაცემების საფუძველზე.

ცხრილი XVI.1

ტრანსპორტირებული მასალის დასახელება	სიჩქარე, მ/წმ-ობით	
	ვერტიკალურ ჰაერსატარებში	ჰორიზონტალურ ჰაერსატარებში
თიხა	13	16
შამოტი	14	17
კორუნდი, ზუმფარა	15	19
ქვანახშირი	11	13
ქვიშა, მშრალი და საყალიბო მიწა	17	20
ტენიანი მიწა	15	18
თუჩისა და ფოლადის ნათალი	19	23
მსუბუქი და მშრალი მტვერი (ხის სახერხი ქარხნებიდან და სხვ.)	14—16	16—18
მსუბუქი მტვერი (ნახერხი, ნათალი და სხვ.)	15—17	17—23

მაგალითი. პნევმოტრანსპორტული სისტემის ჰაერსატარში წარმოებს ხის ნათალის ტრანსპორტირება. ნათალის ზომებია: სიგრძე 14 სმ, სიგანე 3 სმ და სისქე 0,12 სმ; მისი მოცულობითი წონაა $\gamma = 500$ კგ/მ³; განსაზღვროთ ჰაერსატარში ჰაერის მოძრაობის მუშა სიჩქარე.

ამოხსნა. როგორც აღვნიშნეთ, სფეროს ეკვივალენტური მოცულობა მიიღება ნათალის მოცულობის ნახევრის ტოლი. ამის გათვალისწინებით ხის ნათალის ეკვივალენტური დიამეტრი

$$\frac{\pi d_{\text{ჰჰ}}^3}{6} = 0,5 \cdot 14 \cdot 3 \cdot 0,12,$$

აქედან

$$d_{\text{ჰჰ}} = 1,69 \text{ სმ} = 0,0169 \text{ მ.}$$

შეტივნარების სიჩქარეს ვსაზღვრავთ (16.5) ფორმულით

$$v = 4,65 \sqrt{0,0169 \cdot 500} \approx 13,49 \text{ მ/წმ.}$$

ჰაერსატარში ჰაერის მოძრაობის მუშა სიჩქარე, როდესაც ჰაერისა და ხის ნათალის წონითი კონცენტრაცია $\mu \leq 1$ -ზე ნაკლებია,

$$v_{\text{მუშა}} = 1,3 \cdot 13,49 = 17,54 \text{ მ/წმ.}$$

§ 80.

ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ჰაერსატარების გაანგარიშება

გაანგარიშების მსვლელობის გამარტივების თვალსაზრისით მიზანშეწონილია, რომ ჰაერსატარები პირველად გავიანგარიშოთ მხოლოდ სუფთა ჰაერის გადაადგილებაზე და შემდეგ მიღებულ მნიშვნელობაში შევიტანოთ შემასწორებელი კოეფიციენტი, რომელიც თავის მხრივ დამოკიდებულია ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის კონცენტრაციაზე.

ჰაერსატარში წნევის დანაკარგები ხახუნზე და ადგილობრივ წინაღობებზე მასში ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების ტრანსპორტირებისას განისაზღვრება ფორმულით

$$P_{\text{ნარ}} = P (1 + k \mu) \text{ კგ/მ}^2, \quad (16.11)$$

სადაც P არის წნევის დანაკარგები სუფთა ჰაერის გადაადგილებაზე, კგ/მ²-ობით;

k — შემასწორებელი კოეფიციენტი;

μ — ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის წონითი კონცენტრაცია.

k შემასწორებელი კოეფიციენტის მნიშვნელობები და რეკომენდებული μ წონითი კონცენტრაციები სხვადასხვა სახის მასალის ტრანსპორტირების დროს მოცემულია XVI.2 ცხრილში.

ჰაერსატარში წნევის დანაკარგები ხახუნზე სუფთა ჰაერის ტრანსპორტირების დროს გამოითვლება დინამიკური წნევების განსაზღვრის მეთოდით, რომელიც იმაში მდგომარეობს, რომ ჰაერსატარის ქსელის ყველა სწორი უბნის წინაღობები ხახუნზე პირობითად იცვლება მისი ეკვივალენტური ადგილობრივი წინაღობებით.

მასალის დასახელება	მასალის მოცულობითი წონა, ტ/მ ³ -ობით	რეკომენდებული წონითი კონცენტრაცია, კგ/კმ ³ -ობით	k-ს მნიშვნელობა		
			ჰაერსატარის პორიზო-ტალური და ვერტიკალური უბნებისათვის	მიმღები საცმისათვის	მუხლისათვის ნაკადის მიმართულებით ქვემო-დან ზემოთ
ქვიშა	2,6	0,8—1	0,6	1	2,2
დაფქული თიხა	2,4	0,8—1	0,6	1	2,2
მიწა	2,4	0,8—1	0,6	1	2,2
თუჯის საფანტი	7,25	0,8—1	0,8	0,4	2
თუჯის ნათალი	7,25	0,8—1	0,85	0,4	1,6
მინერალური მტვერი	—	—	—	—	—
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

$$P_{\text{ხახ}} = P_{\text{ად. წინ}} = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \gamma l = \frac{v^2 \gamma}{2g} \xi'.$$

ამ ფორმულიდან

$$\xi' = \frac{\lambda}{d} l, \quad (16.12)$$

სადაც λ არის ხახუნის კოეფიციენტი (უგანზომილებო სიდიდე);

d — ჰაერსატარის დიამეტრი, მ-ობით;

l — ჰაერსატარის სიგრძე, მ-ობით.

ჰაერსატარის საანგარიშო უბნის წინაღობა, ადგილობრივი წინაღობების სიდიდეების გათვალისწინებით,

$$P = (\xi' + \Sigma \xi) \frac{v^2}{2g} \gamma \text{ კგ/მ}^3,$$

ანუ

$$P = \left(\frac{\lambda}{d} l + \Sigma \xi \right) \frac{v^2}{2g} \gamma \text{ კგ/მ}^3, \quad (16.13)$$

სადაც $\Sigma \xi$ ჰაერსატარის საანგარიშო უბნის ადგილობრივ წინაღობათა კოეფიციენტების ჯამია (იხ. დანართი XI).

$\frac{\lambda}{d}$ სიდიდე ჰაერსატარის ყოველი ერთი გრძივი მეტრისათვის მოცემუ-

ლია XII დანართში.

$\frac{v^2}{2g} \cdot \gamma$ გამოსახულებას ეწოდება დინამიკური წნევა და მისი სიდიდეების



საქართველოს
აкадеმიის
გამომცემლობა

მნიშვნელობები ჰაერსატარში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეებზე დამოკიდებული 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
	$P_{\text{დინ}} = \frac{v^2 \gamma}{2g}$, როცა $\gamma = 1,2 \text{ კგ/მ}^3$									
5	1,53	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	4,63	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	8,56
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	10,66	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	13,23	13,41	13,58
15	13,77	13,9	14,14	14,33	14,52	14,7	14,9	15,08	15,27	15,46
16	15,67	15,87	16,07	16,26	16,45	16,65	16,86	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	19,83	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	23,03	23,27	23,51	23,76	24,00	24,24
20	24,48	24,72	24,98	25,22	25,45	25,72	25,98	26,22	26,48	26,72
21	26,98	27,26	27,50	27,76	28,03	28,30	28,58	28,80	29,08	29,36
22	29,62	29,9	30,16	30,43	30,70	31,00	31,25	31,52	31,80	32,10
23	32,33	32,64	32,94	33,22	33,50	33,80	34,10	34,10	34,68	34,98
24	35,28	35,56	35,84	36,16	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 მ³/სთ) იმ დანადგარებიდან, რომლებისთვისაც ვაწყობთ სავენტილაციო სისტემებს. ჰაერსატარის უბნებში გამოითვლება მუშა სიჩქარეები (v მ/წმ) და დანადგარების ადგილობრივი ამომწოვების წინალობები (ξ), რომელთა რიცხვითი მნიშვნელობები, შედგენილი ექსპერიმენტული მონაცემებისა და თეორიული გაანგარიშების საფუძველზე სხვადასხვა სახის დანადგარისათვის მოცემულია XI დანართში.

ხის დასამუშავებელი ქარხნების პნევმოტრანსპორტული სისტემების გაანგარიშების დროს ვსარგებლობთ XI დანართში მოცემული მონაცემებით, ხოლო სამსხვრევი და საფქვავე 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 ξ' მნიშვნელობებს (16.12 ფორმულით), მიღებულ სიდიდეებს ვაჯამებთ ამავე უბნების ადგილობრივი წინალობების კოეფიციენტებთან;

დ) ჰაერსატარებში არსებული ფაქტიური სიჩქარეების შესაბამისი დინამიკური წნევებისა და $\xi' + \Sigma \xi$ მიღებული წინაშენელობების მიხედვით ვიგებთ წნევის დანაკარგებს უბნებზე მათში მხოლოდ სუფთა ჰაერის ტრანსპორტირების შემთხვევისათვის;

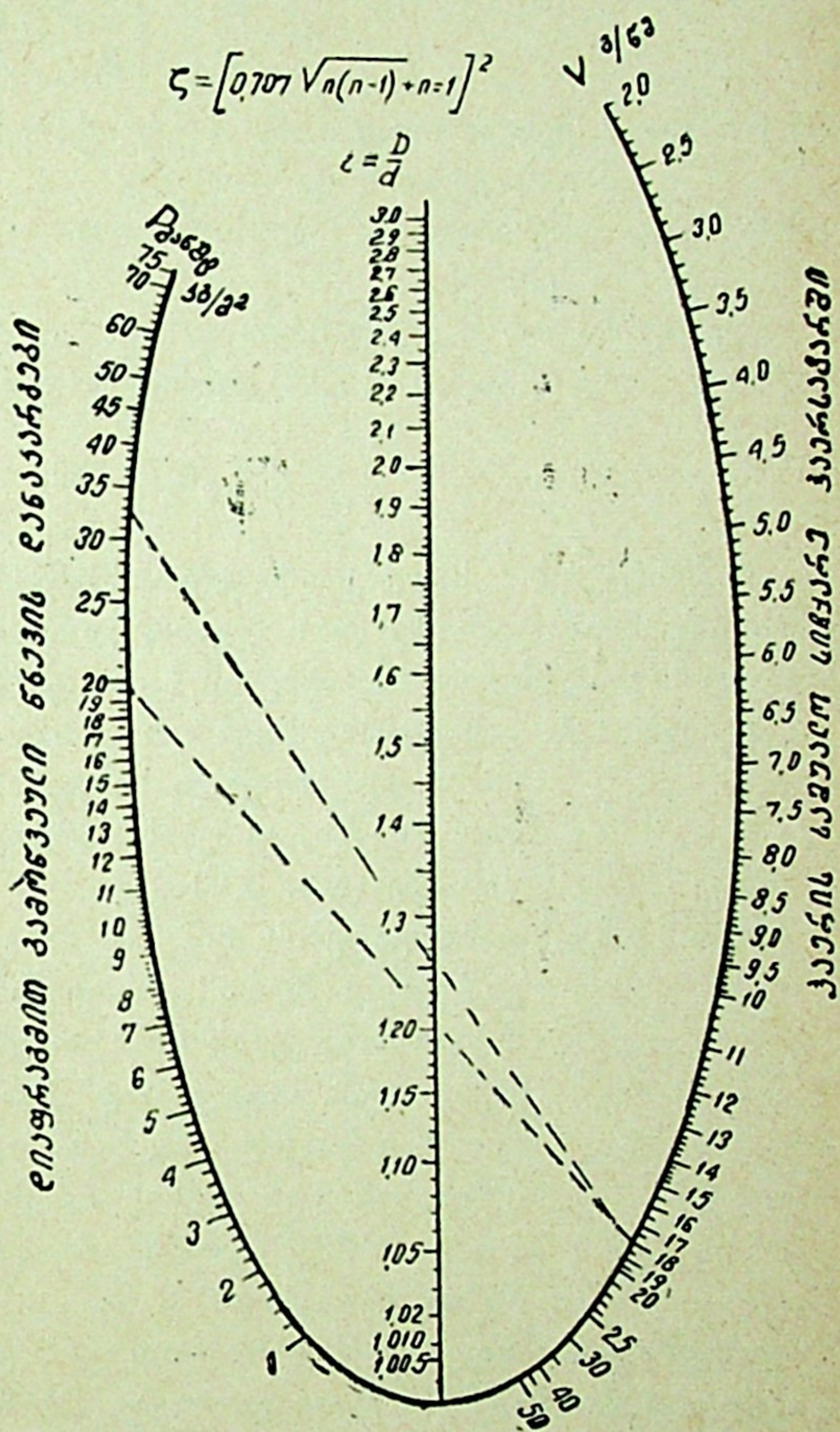
ე) უბნების წნევის დანაკარგებს ხახუნზე და ადგილობრივ წინალობებზე მათში ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების ტრანსპორტირების შემთხვევისათვის ვსაზღვრავთ (16.11) ფორმულით. ჰაერსატარის ცალკეულ განშტოებებში წნევის დანაკარგებს შორის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს 10%-ს.

ვ) ვიგებთ სისტემის საანგარიშო მთლიანი წნევის დანაკარგებს, რომელშიც შევა მტვერსაწმენდი დანადგარებისათვის საჭირო წნევის დანაკარგებიც. ამის შემდეგ გასაწოვი ჰაერის რაოდენობის მიხედვით შევარჩევთ და გავიანგარიშებთ ცენტრიდანულ ვენტილატორს.

ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ჰაერსატარების ჰიდრავლიკური გაანგარიშების სირთულეს წარმოადგენს სისტემის ცალკეული განშტოებების წნევების დანაკარგების შეთანხმებულობა, ანუ მათ შორის წნევათა დასაშვები სხვაობის (მხოლოდ $\pm 10\%$) უზრუნველყოფა, რისთვისაც ხშირად საჭირო ხდება ცალკეული

უბნების წნევის დანაკარგების ხელოვნური გაზრდა, მათზე დამატებითი წინალობების შემქმნელი დიაფრაგმების დაყენებით. დიაფრაგმების დაყენების უარყოფითი მხარე, გარდა იმისა, რომ დამატებით სახსრებს და სამუშაოს მოითხოვს, ის არის, რომ მათი დაყენების ადგილებში ხდება მტვრისა და ნარჩენების დაგროვება და საჭიროა მათი პერიოდულად გაწმენდა. ამ თვალსაზრისით ცენტრალურხვრელებიანი დიაფრაგმების დაყენება რეკომენდებულია მხოლოდ ვერტიკალურ ჰაერსატარებზე, ჰორიზონტალურ ჰაერსატარებზე კი კეთდება ერთმხრიანი დიაფრაგმები, რომლებიც ჩაიდგმება ჰაერსატარის განივკვეთის ზედა ნაწილში.

დიაფრაგმების (ცენტრალური ხვრელით) წინალობათა კოეფიციენტი,



ნახ. XVI.3

რომელიც მიეკუთვნება ჰაერსატარში დინამიკური წნევის სიდიდეს, განი-
საზღვრება ემპირიული ფორმულით

$$\xi_{\text{დიაფ}} = [0,707\sqrt{n(n-1)} + n - 1]^2, \quad (16.14)$$

სადაც n ჰაერსატარისა და დიაფრაგმის ხერელის განივკვეთების ფარდობაა
და გამოითვლება ფორმულით

$$n = \frac{F}{f} = \left(\frac{d}{d_{\text{დიაფ}}} \right)^2, \quad (16.15)$$

სადაც F და f შესაბამისად არის ჰაერსატარისა და დიაფრაგმის ხერელის
განივკვეთის ფართობები;

d და $d_{\text{დიაფ}}$ — შესაბამისად ჰაერსატარისა და დიაფრაგმის ხერელის დია-
მეტრები.

თუ ჰაერსატარის დიამეტრის ფარდობას დიაფრაგმის დიამეტრთან აღვ-
ნიშნავთ Z ასოთი, მაშინ (16.15) ფორმულიდან გვექნება

$$d_{\text{დიაფ}} = \frac{d}{Z} \text{ მმ.} \quad (16.16)$$

ამ მონაცემების საფუძველზე ა. ვ. პანჩენკოს მიერ დამუშავებულია დიაფ-
რაგმების (ცენტრალური ხერელით) გასაანგარიშებელი ნომოგრამა (ნახ. XVI.3),
რომელიც საგრძნობლად ამარტივებს მათი დიამეტრების განსაზღვრას.

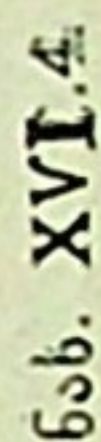
მაგალითი 1. ხის დასამუშავებელი დაზგებისათვის გავიანგარიშოთ პნევ-
მოტრანსპორტული სისტემა, რომლის სქემა, დანადგარე-
ბის ტიპები, უბნების ნომრები და სიგრძეები ნაჩვენებია
ნახაზზე (ნახ. XVI.4).

ა მ ო ხ ს ნ ა. დანადგარების ტიპების მიხედვით XI დანართიდან ვიღებთ
გაწოვილი ჰაერის რაოდენობებს (L მ³/სთ) და ადგილო-
ბრივი გაწოვების წინააღობების კოეფიციენტების (ξ) მნიშ-
ვნელობებს. მაგალითად II-6 ტიპის მრგვალხერხიანი დაზ-
გიდან გაწოვილი ჰაერის რაოდენობა იქნება $L=840$ მ³/სთ,
ადგილობრივი გაწოვის წინააღობის კოეფიციენტი კი —
 $\xi=1$; CP3-5 ტიპის რეისმუსური დაზგიდან — $L=1080$
მ³/სთ, $\xi=1,1$ და ა. შ.

დაზგებიდან გაწოვილი ჰაერის რაოდენობები და გაწოვების ადგილობრი-
ვი წინააღობების მნიშვნელობები დაგვაქვს ნახაზზე და შეგვაქვს ჰაერსატარე-
ბის საანგარიშო სპეციალურ ბლანკში (იხ. ცხრილი XVI.4). ამ ბლანკის „მო-
ცემული სიდიდეების“ სვეტში შეგვაქვს აგრეთვე ცალკეული უბნების სიგრძე-
ები და ამ უბნებში ჰაერის დასაშვები მინიმალური სიჩქარეები, რომელთა სი-
დიდეებს ხის ნახერხისა და ნათალის შემთხვევისათვის ვიღებთ XVI.1 ცხრი-
ლიდან.

XII დანართის გამოყენებით პნევმოტრანსპორტული სისტემის ცალკეუ-
ლი უბნებისათვის ჰაერის ხარჯისა და დასაშვები მინიმალური სიჩქარეების
მიხედვით ვსაზღვრავთ უბნების ჰაერის ფაქტიურ ხარჯებს, ფაქტიურ სიჩქა-
რეებს, ჰაერსატარების დიამეტრებსა და $\frac{\lambda}{d}$ გამოსახულების რიცხვით მნიშვ-
ნელობებს. მიღებული სიდიდეები შეგვაქვს საანგარიშო ბლანკის მე-5, 6, 7
და 8 სვეტებში.

წი-
ბრძ



(16.12) ფორმულით განსაზღვრული ცალკეული უბნების დაყვანილი კოეფიციენტის ξ' და $\xi' + \Sigma \xi$ სიდიდის მნიშვნელობები შესაბამისად შეგვაქვს მე-9 და მე-11 სვეტებში.

295

მაგალითი 2. გავიანგარიშოთ სამსხვრევ-საფქვავი საამქროს დანადგარების ასპირაციული სისტემა, რომლის სქემა, დანადგარების ტიპები, უბნების ნომრები და სიგრძეები მოცემულია 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 წინაღობების ნაცვლად მოცემულია უშუალოდ წნევის დანაკარგები. გაანგარიშების შედეგები შეგვაქვს XVI.5 ცხრილში.

განხილული ასპირაციული სისტემისათვის წნევის დანაკარგები ჰაერისა და მტვრის 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 ელექტორში.

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 მცირე დანაკარგები გვაქვს, დავაყენოთ დიაფრაგმები. ჩვენს შემთხვევაში მე-2 და მე-3 უბნებზე ვაყენებთ დიაფრაგმებს ცენტრალური ნახვრეტით, რისთვისაც ჯერ 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/მ², ხოლო მეზობელ 1-ელ უბანზე $P_{\text{ნარ}} = 84,12$ კგ/მ². ს, ანუ წნევითა სხვაობა შეადგენს $84,12 - 64,48 = 19,64$ კგ/მ². სწორედ ამ წნევის შესაბამისი წინაღობა 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/მ² წერტილებს. ამ ხაზის და ნომოგრამის შუა სკალის გადაკვეთის წერტილში ვპოულობთ $Z = 1,205$ სიდიდეს. მიღებულ სიდიდეს ვსვამთ (16.16) ფორმულაში და ვიგებთ დიაფრაგმის დიამეტრს

$$d_{\text{დიაფ}} = \frac{155}{1,205} \approx 130 \text{ მმ.}$$

უბნების №№	მოცემული სიდიდეები			გამოთვლილი სიდიდეები				$\frac{p}{\xi} = \frac{\lambda}{d}$	$\Sigma \xi$	$\xi' + \Sigma \xi$	$\frac{v^2 \gamma}{2g}$	წნევის დანაკარგები კგ/მ ² -ობით		საანგარიშო წნევის დანაკარგები (კგ/მ ² -ობით) უბნის დასაწყისიდან ბოლომდე	აღვილობრივი წინაღობების კოეფიციენტები
	L გვ/თ-ობით	u მ/წმ-ობით	l მ-ობით	L გვ/თ-ობით	u მ/წმ-ობით	p მმ-ობით	$\frac{\lambda}{d}$					სუფთა პაერის უბნით ვევში	ნარევის უბნით. უბნის წარმოებული კოეფიცი. გა- თვლისწინებით		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
I	2500	18,0	12,0	2462	18,0	220	0,063	0,816	0,7	1,516	19,83	30,06	84,12	84,12	(0,15 · 4) + 0,1
2	1200	18,0	5,0	1222	18,0	155	0,104	0,52	0,4	0,92	19,83	18,24	64,48	—	(0,15 · 2) + 0,1
I	3700	18,0	3,5	3630	19,0	260	0,056	0,196	0,03	0,226	22,09	4,99	9,98	94,10	0,03
3	800	16,0	3,0	820	18,5	125	0,133	0,399	0,25	0,649	20,93	13,58	61,16	—	0,15 + 0,1
II	4500	18,0	7,0	4500	19,5	285	0,05	0,35	0,15	0,5	23,27	11,64	23,28	117,38	0,15
III	4500	18,0	4,5	4500	19,5	285	0,05	0,225	0,15	0,375	23,27	8,73	17,46	124,84	0,15

შენიშვნა: მე-2 უბანზე საჭიროა გაკეთდეს დიაფრაგმა დიამეტრით $d_{\text{დიაფ}} = 130$ მმ, ხოლო
მე-3 უბანზე — $d_{\text{დიაფ}} = 100$ მმ.

ანალოგიურად გამოვითვალოთ მე-3 უბანზე დასაყენებელი დიაფრაგმის დიამეტრი, რომელიც 100 მმ-ის ტოლი გამოვიდა და რომლის საშუალებითაც ამ უბანზე დამატებით იკარგება 32,94 კგ/მ² წნევა.

§ 81.

ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემებისათვის ნაყენებული კონსტრუქციული მოთხოვნები

ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ჰაერსატარების ტრასის დაგეგმარებისას, მისი დიდი განფენილობის შემთხვევაში, საჭიროა ვენტილატორის დაყენების ადგილი შევარჩიოთ სისტემის შუა ადგილას, რადგანაც ასეთ შემთხვევაში სისტემას ექნება უმცირესი ჰიდრავლიკური წინაღობა და შესაბამისად მინიმალური იქნება საექსპლუატაციო ხარჯებიც. გარდა ამისა, ასეთი გადაწყვეტისას მაგისტრალური ჰაერსატარების დიამეტრები მცირე გამოდის და შესაბამისად გვექნება მასალის ეკონომია.

ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ჰაერსატარების ქსელის კონსტრუქციების დროს სამკაპების მოხვევის კუთხეს იღებენ 15°-ის ტოლს, ხოლო სარინების მოხვევის კუთხის სიდიდე დამოკიდებულია მათ დიამეტრებზე და შემდეგნაირად განისაზღვრება: როდესაც სარინის დიამეტრი $d \geq 150$ მმ, მოხვევის რადიუსი აიღება $2d$ 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 ჰორიზონტალური 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 არასიმჭიდროვეების დაგმანვა.

ჰაერის შეწოვის შესაძლებლობა ჰაერსატარში მათი შეერთებების არასიმჭიდროვეებიდან ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემებისათვის წარმოადგენს მეტად არასასურველ მოვლენას, ვინაიდან ამ დროს იზრდება ვენტილატორის ჰაერის მწარმოებლობა, ხოლო დანადგარებთან მოწყობილ გამწოვ ჰაერსატარებში მისი სიდიდე მცირდება, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ჰაერსატარების ამოვსება მტვრითა და ნარჩენებით. ასეთი მოვლენის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა ჰაერსატარების შეერთებების მჭიდროდ მოწყობა, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს მათი ჰერმეტიზაცია.

ჰაერის კონდიციონირება

§ 82.

ჰაერის კონდიციონირების სისტემები

სამოქალაქო და საწარმოო დანიშნულების შენობების ჰაერის კონდიცირება გულისხმობს მოცემულ სათავსში ჰაერის საჭირო ტემპერატურის, ტენიანობის, მოძრაობის სიჩქარისა და სუფთა ჰაერის უზრუნველყოფას, ე. ი. „ხელოვნურმა ჰავამ“ სრულად უნდა დაიცვას სანიტარულ-ჰიგიენური (კომფორტული) პირობები, გარემო ჰაერის პარამეტრების ცვლილებისაგან დამოუკიდებლად. ამასთანავე, კონდიცირების სისტემები ავტომატურად უნდა უზრუნველყოფდნენ სათავსისთვის დადგენილ პარამეტრებს. მაგალითად, ტემპერატურის მერყეობა სათავსში არ უნდა აღემატებოდეს $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ -ს, ხოლო ფარდობითი ტენიანობისა — $\pm 7\%$ -ს.

ჰაერის კონდიცირების სისტემების დაპროექტების პირობები რეგლამენტირებულია სამშენებლო ნორმებითა და წესებით. სხვადასხვა დანიშნულების შენობებისათვის ნორმებით წაყენებული სანიტარულ-ჰიგიენური მოთხოვნები მოცემულია XVII.1 ცხრილში.

ცხრილი XVII.1

შენობათა დასახელება	წლის ცივი და გარდამავალი პერიოდი			წლის ცხელი პერიოდი		
	ჰაერის ტემპერატურა, $^{\circ}\text{C}$	ფარდობითი ტენიანობა, %	ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ	ჰაერის ტემპერატურა, $^{\circ}\text{C}$	ფარდობითი ტენიანობა, %	ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ
საზოგადო-სამოქალაქო საწარმოო	19—21	35—60	0,15	22—26	35—60	0,3
	16—18	35—60	0,25	18—23	35—60	0,3

სამრეწველო დანიშნულების შენობებში სხვადასხვა ტექნოლოგიურ პირობებთან დაკავშირებით შესაძლებელია XVII.1 ცხრილში მოცემული მნიშვნელობებისგან განსხვავებული ჰაერის პარამეტრების სხვა მნიშვნელობების მიღება. ასეთ შემთხვევებში ჰაერის კონდიცირება ითვალისწინებს ტექნოლოგიური მოთხოვნების შესაბამისი პირობების შექმნას, რაც დაკავშირებული

იქნება სპეციფიკურ მოთხოვნებთან, რომლებიც მოცემულია სპეციალურ ლიტერატურასა და ნორმებში.

გარე ჰაერის საანგარიშო პარამეტრები (მეტეოროლოგიურ პირობებთან დაკავშირებით) ჰაერის კონდიციონერების 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 — ვენტილაციისათვის 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 ტენიანობის 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 კონდიციონერების თანამედროვე (არსებულ) პრაქტიკაში მიღებულია კონდიციონერების სისტემის 3 ძირითადი სახე: ცენტრალური, ადგილობრივი და შერეული.

ცენტრალური სისტემები, როგორც წესი, გამოიყენება დიდი მოცულობის ცალკეული სათავსებისათვის, მაგალითად თეატრების, კინოთეატრების, საკონცერტო დარბაზების, საამქროებისათვის და სხვ. ცენტრალური სისტემები შედგება კონდიციონერებისა და ჰაერსანაწილებელი არხების ქსელისაგან.

ცენტრალურ სისტემებში გამოიყენება საშუალო მწარმოებლობის (10-დან 40 ათას მ³/სთ-მდე) და დიდი მწარმოებლობის (50 ათას მ³/სთ-ზე მეტი) კონდიციონერები, რომლებიც განლაგებული უნდა იყოს ცალკე კამერებში.

ცენტრალური სისტემის კონდიციონერები, ჩვეულებრივ, იკვებება სითბოსა და სიცივის ცენტრალური წყაროებიდან.

ჰაერის კონდიციონერების ადგილობრივი სისტემები ემსახურება შედარებით მცირე მოცულობის (კაბინეტები, ლაბორატორიები, საავადმყოფოს პალატები და სხვ.) სათავსებს. ამ სისტემებში გამოიყენება მცირე მწარმოებლობის (300 ÷ 10000 მ³/სთ) კონდიციონერები, რომლებიც განლაგებულია უშუალოდ სათავსებში ან მათთან ახლოს.

ბოლო წლებში ფართოდ იყენებენ ჰაერის კონდიციონერების 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 რეცირკულირე-

ბული ჰაერისა და დამუშავებული ჰაერის ერთმანეთში შერევა. ამავე აღბე-
ლობრივ კონდიციონერებში ხდება ჰაერის ნარევის შეთბობა ან გაცივება (სა-
ჭიროების მიხედვით), რის შემდეგაც ჰაერი ისევ მიეწოდება სათავსებს და
ციკლი მეორდება თავიდან.

§ 83.

თანამედროვე კონდიციონერების კონსტრუქციები

უკანასკნელი 10 წლის მანძილზე ჩვენს ქვეყანაში შეიქმნა კონდიციონერების
დამამზადებელი მრეწველობა, რომელიც ამზადებს $0,3 \cdot 10^3$ დან $240 \cdot 10^3$ მ³/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.

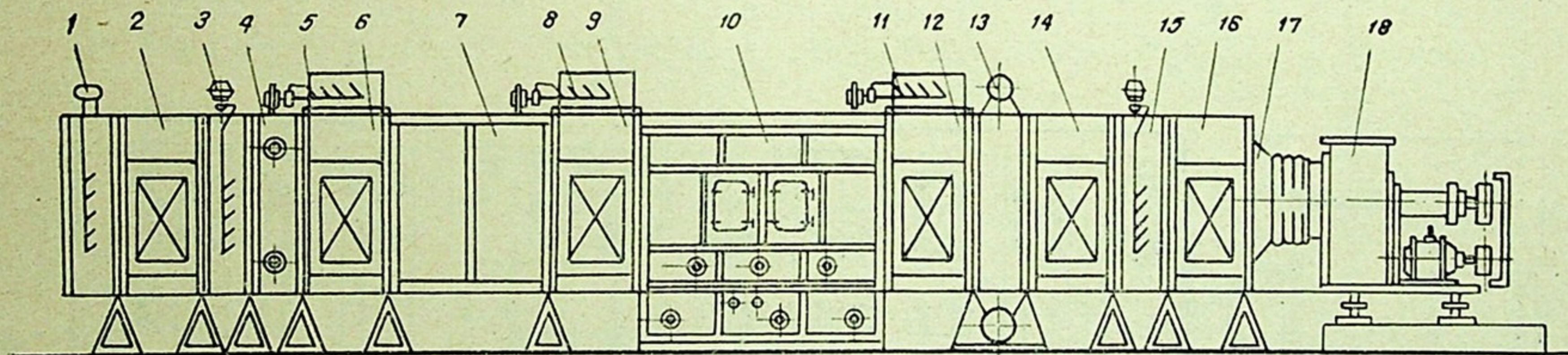
კონდიციონერები, რომელთა მწარმოებლობა არ აღემატება 80000 მ³/სთ,
მთლიანად ლითონისგან მზადდება (ნახ. XVII.1). 120000 მ³/სთ მწარმოებლო-
ბის კონდიციონერები მზადდება როგორც ლითონის, ისე რკინაბეტონისაგან
(ტიპური სექციების აწყობა წარმოებს რკინაბეტონის გარსაცმში (ნახ. XVII.2);
160, 200 და 240 ათასი მ³/სთ მწარმოებლობის კონდიციონერები მთლიანად
აწყობილია რკინაბეტონის გარსაცმში.

კონდიციონერების ძირითადი მუშა სექციებია: მიმღები სარქველები, შემ-
რევი სარქველები, ჰაერის ფილტრები, შემთბობი სექციები, სარწყავი კამერე-
ბი, ზედაპირული წიბოვანი ჰაერსაცივრები და ვენტილატორების დანადგარე-
ბი მარეგულირებელი მოწყობილობებით.

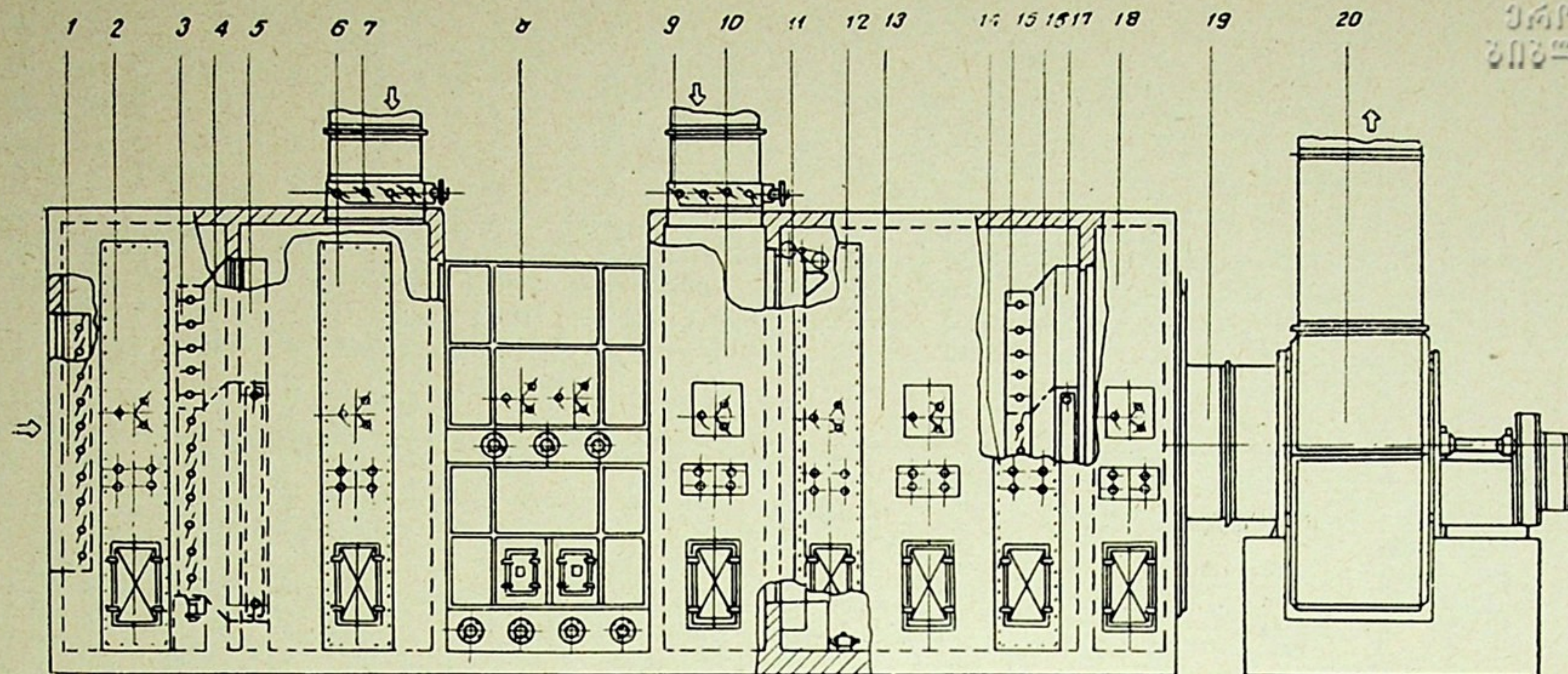
სარწყავი კამერები. ისინი წარმოადგენენ კონდიციონერის ძირი-
თად ნაწილს (ნახ. XVII.1, პოზიცია 10). სხვადასხვა მეთოდიკით მათი გაან-
გარიშება განხილულია X თავში.

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. ბაღეები ასევე თანმიმდევ-
რობით გადის ზეთის ავზში და იწმინდება მტერის ნაწილაკებისგან. ავზის



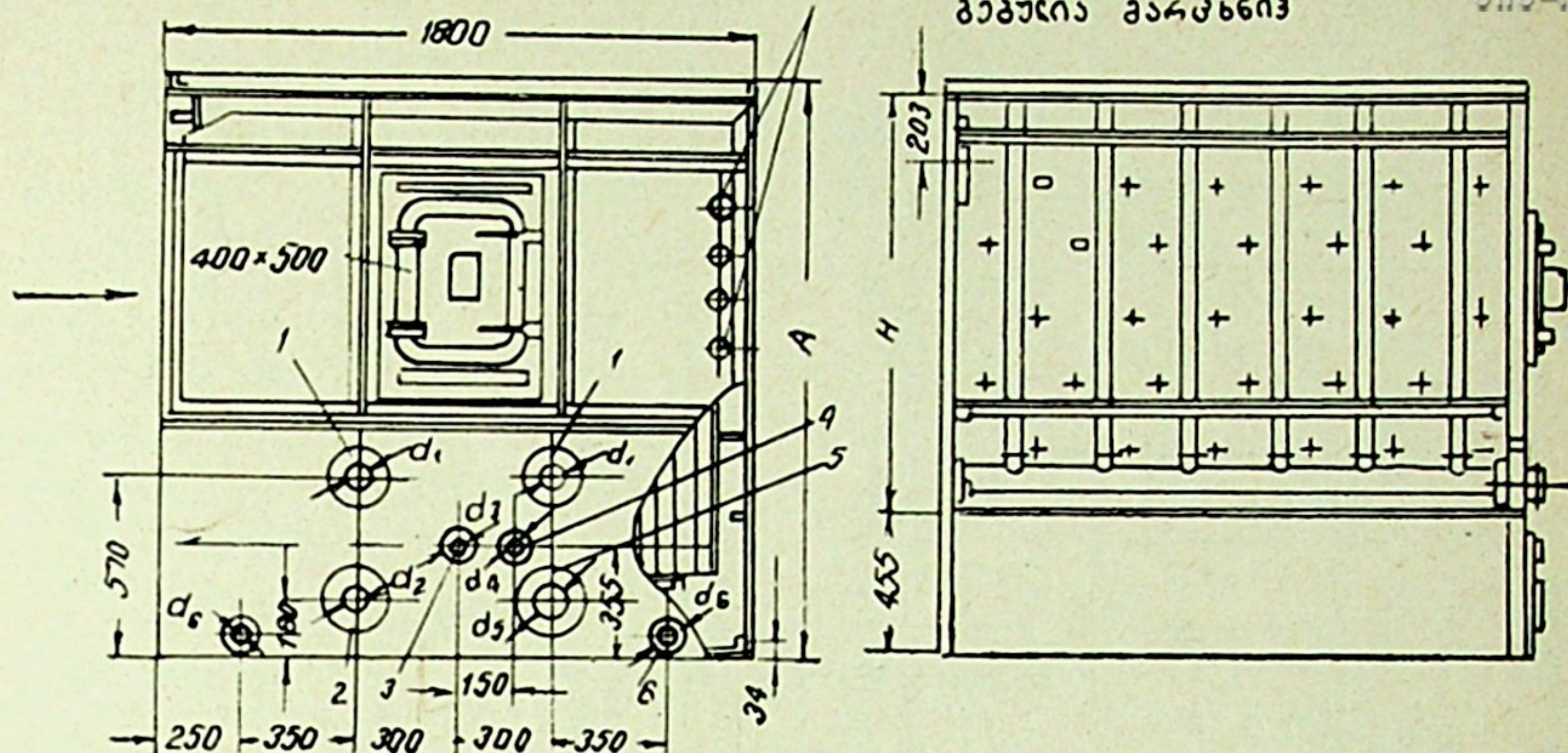
ნახ. XVII.1. ლითონისაგან დამზადებული ტიპური სექციებიანი ცენტრალური პოზიზონტალური კონდიციონერის სქემა:
 1—მიმღები სარკველი; 2—შუალედური კამერა; 3—შეწყვილებული სექციური სარკველი; 4—შემთბობი სექცია; 5—გამსვლელი სარკველი;
 6—შემრევი კამერა; 7—მოსაბრუნებელი სექცია; 8—გამსვლელი სარკველი; 9—შემრევი კამერა; 10—სარწყავი კამერა; 11—გამსვლელი
 სარკველი; 12—შემრევი კამერა; 13—თვითსაწმენდი ზეთიანი ფილტრი; 14 და 16—შუალედური კამერები; 15—შეწყვილებული სექციური
 სარკველი; 17—გადასასვლელი სექცია; 18—სავენტილაციო დანადგარი.



ნახ. XVII.2. რკინაბეტონის სამშენებლო კონსტრუქციებში ჩასაშენებელი ტიპური სექციებიანი ცენტრალური პორიზონტალური კონდიციონერის სქემა:

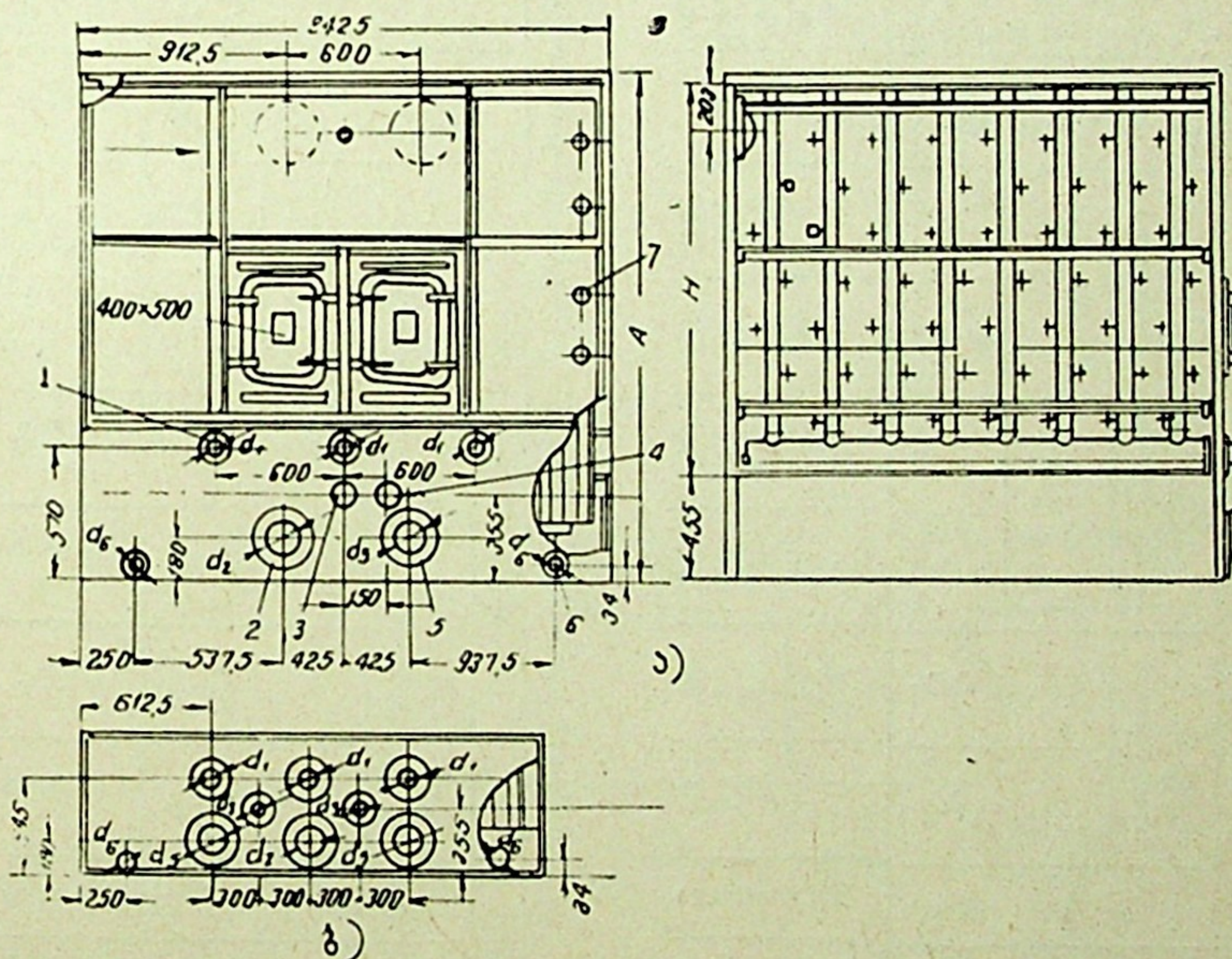
- 1—მიმღები სარქველი; 2—შუალედური კამერა; 3—შეწყვილებული სარქველი; 4—დიფუზორი; 5—შემთბობი სექცია; 6—შემრევი კამერა; 7—გამსვლელი სარქველი; 8—სარწყავი კამერა; 9—გამსვლელი სარქველი; 10—შემრევი კამერა; 11—თვითსაწმენდი ზეთიანი ფილტრი; 12, 13, 14, 18—შუალედური კამერები; 15—შეწყვილებული სარქველი; 16—დიფუზორი; 17—შემთბობი სექცია; 19—გადასასვლელი სექცია; 20—სავენტილაციო დანადგარი.

გარეგანი კამერის
გაბარიტული მონაცემები



ნახ. XVII.3. ორრიგანი სარწყავი კამერები: K0 1002 B, K0 2002 B, K0 4002 B, K0 5002, K0 6002 A იზოლაციის გარეშე და K0 1002 BИ, K0 2002 BИ, K0 4002 BИ ბლინდაჟური იზოლაციით (№ 2 სქემების მიხედვით);

1—წყლის მიყვანა ფრქვევანებთან; 2—გადამღვრელი; 3—წყლის მიყვანა სფერულ სარქველთან; 4—წყლის მიყვანა ქვეშის დაჩქარებული შევსებისათვის; 5—ტუმბოსაკენ; 6—ჩამომშვები.



ნახ. XVII.4 სამრიგანი სარწყავი კამერები: K0 1003 B, K0 2003 B, K0 4003 B, K0 5003, K0 6003 A იზოლაციის გარეშე და K0 1003 BИ, K0 2003 BИ, K0 4003 BИ ბლინდაჟური იზოლაციით (№ 3 სქემების მიხედვით);

1—წყლის მიყვანა ფრქვევანებთან; 2—გადამღვრელი; 3—წყლის მიყვანა სფერულ სარქველთან; 4—წყლის მიყვანა ქვეშის შესავსებად; 5—ტუმბოებისაკენ; 6—ჩამომშვები;

ხედი ა—ფასადი ქვეშე მონტაჟების განლაგებით ყველა კამერისათვის, გარდა K0 5003 და K0 6003 A;

ხედი ბ—მონტაჟების განლაგება ქვეშე K0 5003 და K0 6003 A კამერებისათვის.

ორრიგა სარწყავი კამერების კონსტრუქციული ზომები და ტექნიკური მონაცემები

მწარმოებლობა; მპ/სთ-ობით	საპაერო ნაწილი				სარწყავი ნაწილი								ფილტრის ზედაპირი წყლისათვის, მ ² -ობით	წყალჩაშვების პერი- მეტრი, მმ-ობით	პირობითი დიამეტრები, მმ-ობით						წონა, კგ-ობით	ინდექსი	ბლინდაჟის იზოლაციით	
	A მმ-ობით	H მმ-ობით	B მმ-ობით	კვეთი მ ² -ობით	რიგთა რიცხვი	დგარების რაოდენობა		ფრქვევანათა რაოდენობა შემდეგი სიმკვიდროვისას				პირობითი დიამეტრები, მმ-ობით						ინდექსი	წონა, კგ-ობით	ინდექსი				
						რიგში	სულ	18 ფრქვევა- ნა 1 მ ² -ზე		24 ფრქვევა- ნა 1 მ ² -ზე		d ₁			d ₂	d ₃	d ₄						d ₅	d ₆
								ერთ- დგარ- ში	სულ	ერთ- დგარ- ში	სულ													
10000	1792	1300	776	1,0	2	3	6	6	36	8	48	1	920	50	100	25	25	100	2"	701	Kd 1002 B	761	Kd 1002BH	
20000	1792	1300	1536	2,0	2	6	12	6	72	8	96	2	920	70	100	25	25	100	2"	1088	Kd 2002 B	1170	Kd 2002BH	
40000	2292	1800	2046	3,7	2	8	16	8	128	11	176	3	920	80	100	25	25	100	2"	1636	Kd 4002 B	1750,6	Kd 4002BH	
50000	2574	2077	2577	5,32	2	10	20	10	200	13	260	3	1400	100	150	25	25	150	2"	2186	Kd 5002	—	—	
60000	3074	2577	2577	6,64	2	10	20	12	240	16	320	3	1400	125	150	25	25	150	2"	2602	Kd 6002 A	—	—	

სამრიგა სარწყავი კამერების კონსტრუქციული ზომები და ტექნიკური მონაცემები

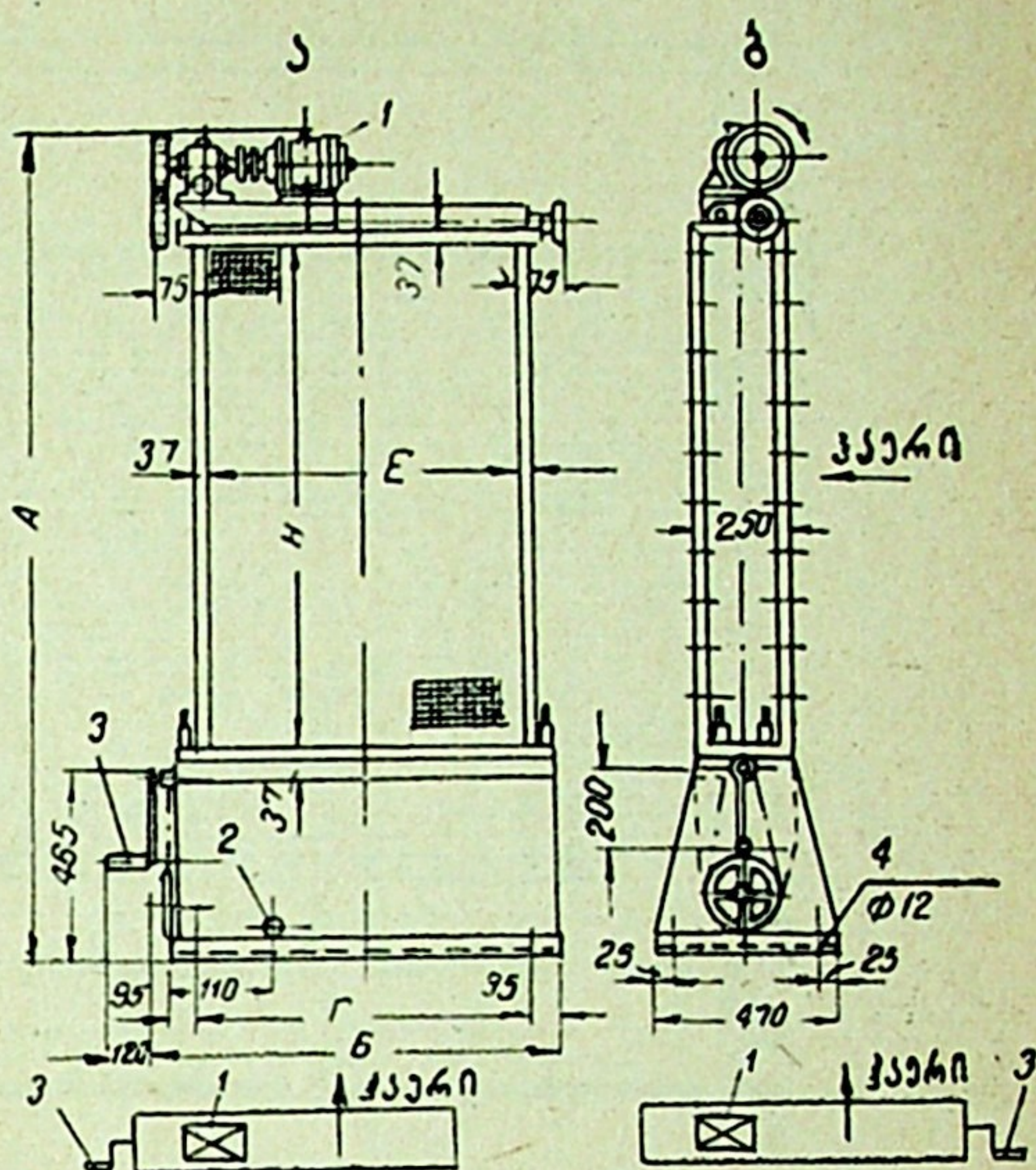
მწარმოებლობა, მგ/სთ-ობით	საპაერო ნაწილი				სარწყავი ნაწილი								ფილტრის ზედაპირი წყლისათვის, მ ² -ობით	წყალჩაშვების პერი- მეტრი, მმ-ობით	პირობითი დიამეტრი, მმ-ობით						წონა, კგ-ობით	ინდექსი	ბლინდაჟის იზოლაციით		
	A მმ-ობით	H მმ-ობით	B მმ-ობით	კვეთი მ ² -ობით	რიგთა რიცხვი	დგარების რაოდენობა		ფრქვევანათა რაოდენობა შემდეგი სიმკვიდროვისას				d ₁			d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	წონა, კგ-ობით			ინდექსი	წონა, კგ-ობით	ინდექსი
						რიგში	სულ	18 ფრქვევა- ნა 1 მ ² -ზე		24 ფრქვევა- ნა 1 მ ² -ზე															
								ერთ დგარ- ში	სულ	ერთ დგარ- ში	სულ														
10000	1792	1300	776	1,0	3	3	9	6	54	8	72	1	920	50	100	25	25	100	2"	914	Kd 1003 B	974	Kd 1003BH		
20000	1792	1300	1536	2,0	3	6	18	6	108	8	144	2	920	70	100	25	25	100	2"	1360	Kd 2003 B	1445	Kd 2003BH		
40000	2292	1300	1536	3,7	3	8	21	8	192	11	264	3	1380	80	150	25	25	150	2"	2002	Kd 4003 B	2139,5	Kd 4003BH		
50000	2574	2077	2577	5,32	3	10	30	10	300	13	390	6	1400	100	150	25	25	150	2"	2672	Kd 5003	—	—		
60000	3074	2577	2577	6,64	3	10	30	12	360	16	480	6	1900	125	200	25	25	150	2"	3093	Kd 6003 A	—	—		

ქვეშ მოთავსებულია ხელის ამრევი, რომლითაც ხდება ზეთის არევა ჩამოსხ-
მამდე. ზოგიერთი ფილტრის ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია XVII.4
ცხრილში.

შემთბობი სექციე-
ბი. ჰაერის გათბობა კონდი-
ციონერებში ხორციელდება
შემთბობი (ნახ. XVII.1, პოზი-
ცია 4 და 16) სექციებით (კა-
ლორიფერებით). კალორიფე-
რებში თბომატარებლად გა-
მოიყენება გადამეტხურებული
წყალი ან ორთქლი.

შემთბობი სექციების
თბოგადამცემი ზედაპირი შედ-
გება 22.2 მმ დიამეტრის ფო-
ლადის მილებისაგან, რომლებ-
საც გაკეთებული აქვს ცივად
გაგლინული ფოლადის (0,4 მმ
სისქის და 10 მმ სიგანის) ლენ-
ტის წიბოები. წიბოებს შორის
ბიჯი 4 მმ-ია (ნახ. XVII.6 და
XVII.7).

თითოეულ შემთბობ სექ-
ციას აქვს გადამშვები არხი,
რომლის საშუალებითაც ხდება
კალორიფერის თბომწარმოებ-
ლობის რეგულირება ჰაერის
ბაიპასირებით და შემდეგ შემთბარ ჰაერთან მისი შერევით. სექციებში მილე-
ბი განლაგებულია ერთ, ორ ან სამ რიგად.



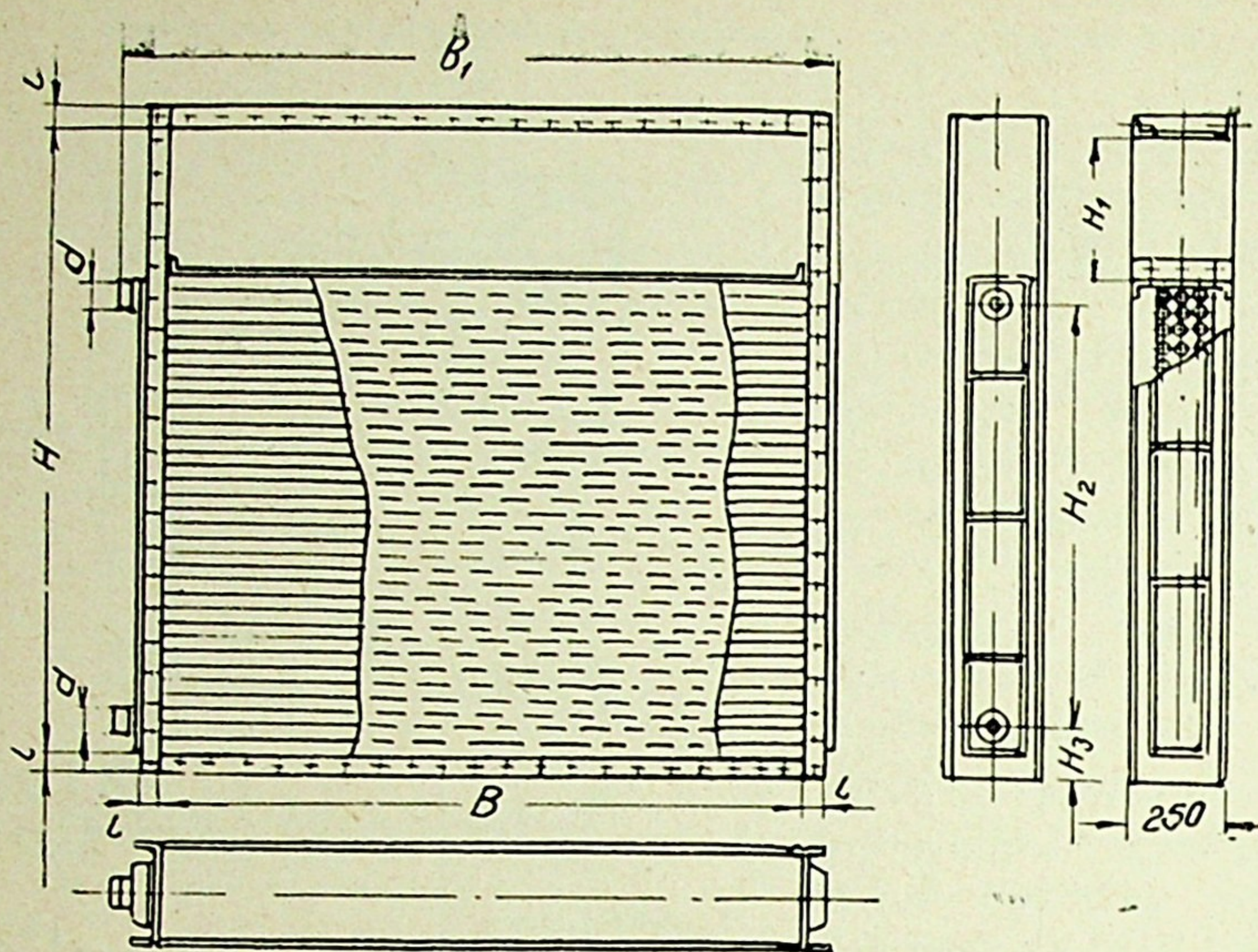
ნახ. XVII.5. თვითსაწმენდი ზეთიანი ფილტრი K ∂ 1006 A,
K ∂ 2006 A, K ∂ 4006 A; ა—მარცხენა შესრულებით;
ბ—მარჯვენა შესრულებით:

- 1—ელექტროძრავა 0,27 კვტ, 1500 ბრ/წთ;
2—ქუროიანი ონკანი 1 1/4";
3—სახელური.

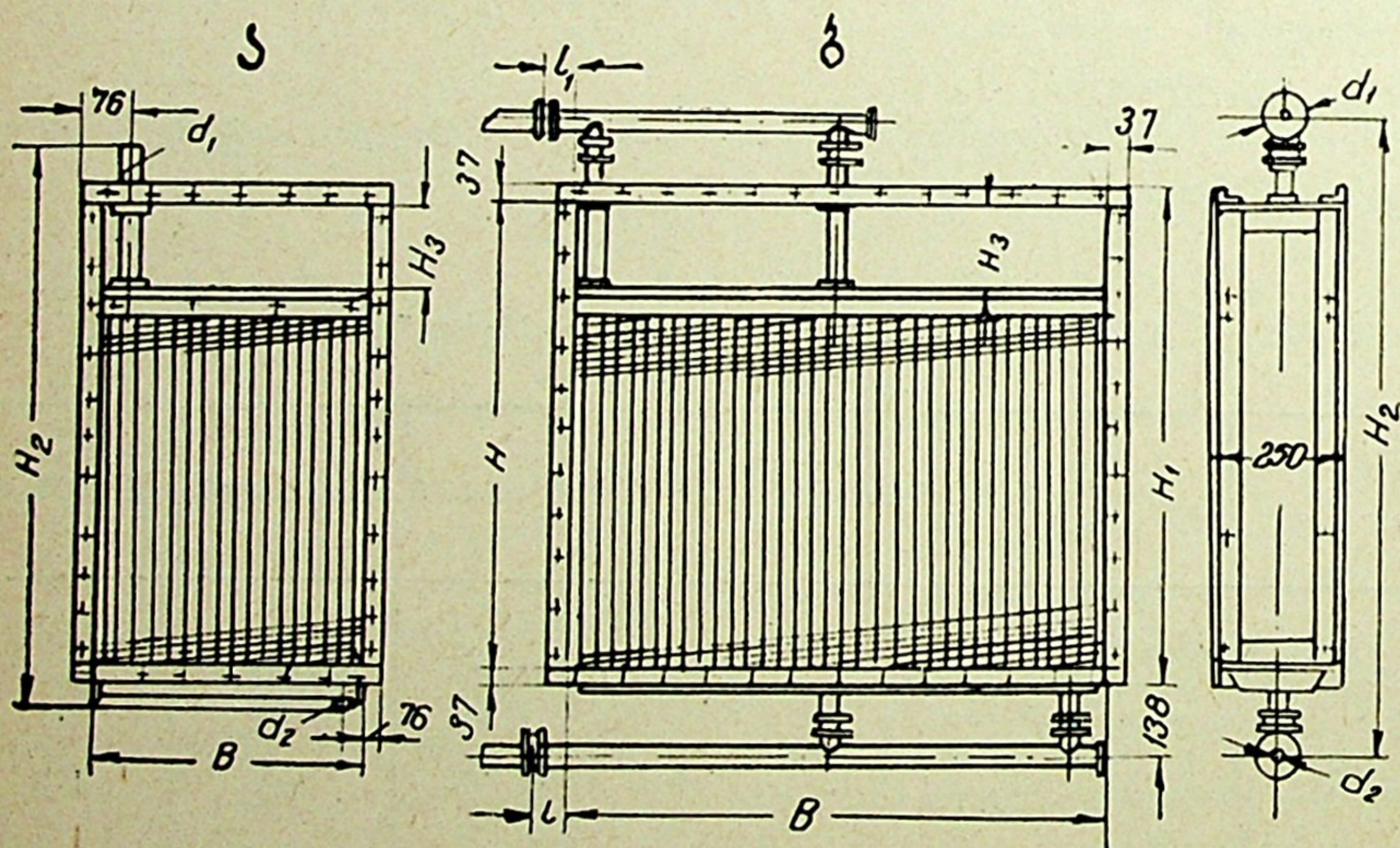
ცხრილი XVII.4

K ∂ 1006 A, K ∂ 2006 A და K ∂ 4006 A ტიპის თვითსაწმენდი ზეთის ფილტრების
ტექნიკური მონაცემები

ტექნიკური მონაცემები	K ∂ 1006 A	K ∂ 2006 A	K ∂ 4006 A
მწარმოებლობა, მმ/სთ-ობით	10000	20000	40000
ხვედრითი დატვირთვა, მ ³ /მ ² სთ-ობით	10000	10000	11650
საანგარიშო წინაღობა, კგ/მ ² -ობით	10	10	10
წინა ზედაპირის ფართობი, მ ² -ობით	1,01	2,0	3,43
ზეთის ავზის სასარგებლო ტევადობა, ლ-ობით	75	135	175
ზომები მმ-ობით:			
A	2130	2130	2630
B	1010	1650	2160
Г	750	1510	2020
E	776	1536	2046
H	1300	1300	1800
წონა, კგ-ობით	213	292	485



ნახ. XVII.6. შემთბობი სექციები კორიზონტალური მილაკებით: ერთრიგისანი $K\partial 1017 B$, $K\partial 2017 B$, $K\partial 5017$, $K\partial 6017$; ორრიგისანი $K\partial 1018 B$, $K\partial 2018 B$, $K\partial 5018$, $K\partial 6018$; სამრიგისანი $K\partial 1019 B$, $K\partial 2019 B$, $K\partial 5019$, $K\partial 6019$.



ნახ. XVII.7. ორრიგისანი შემთბობი სექციები ორთქლისათვის: $K\partial 1020 (a)$, $K\partial 2020$, $K\partial 4020 (b)$; სამრიგისანი $K\partial 1021 (a)$, $K\partial 2021$, $K\partial 4021 (b)$; ოთხრიგისანი $K\partial 1022 (a)$, $K\partial 2022$, $K\partial 4022 (b)$.

კალორიფერების ხურების ფართობის განსაზღვრა შეიძლება XVII.8 ნახაზზე მოცემული გრაფიკით.

კალორიფერის 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. იდგმება ფილტრების, სარქველების, სარწყავი კამერისა და გადასასვლელი სექციების წინ.

შუალედურ კამერას აქვს ჰერმეტიკული კარები და აღჭურვილია ჰერმეტიკულივე ელექტროარმატურით. არმატურაში მოთავსებულია ელექტროსაზომი ხელსაწყოები.

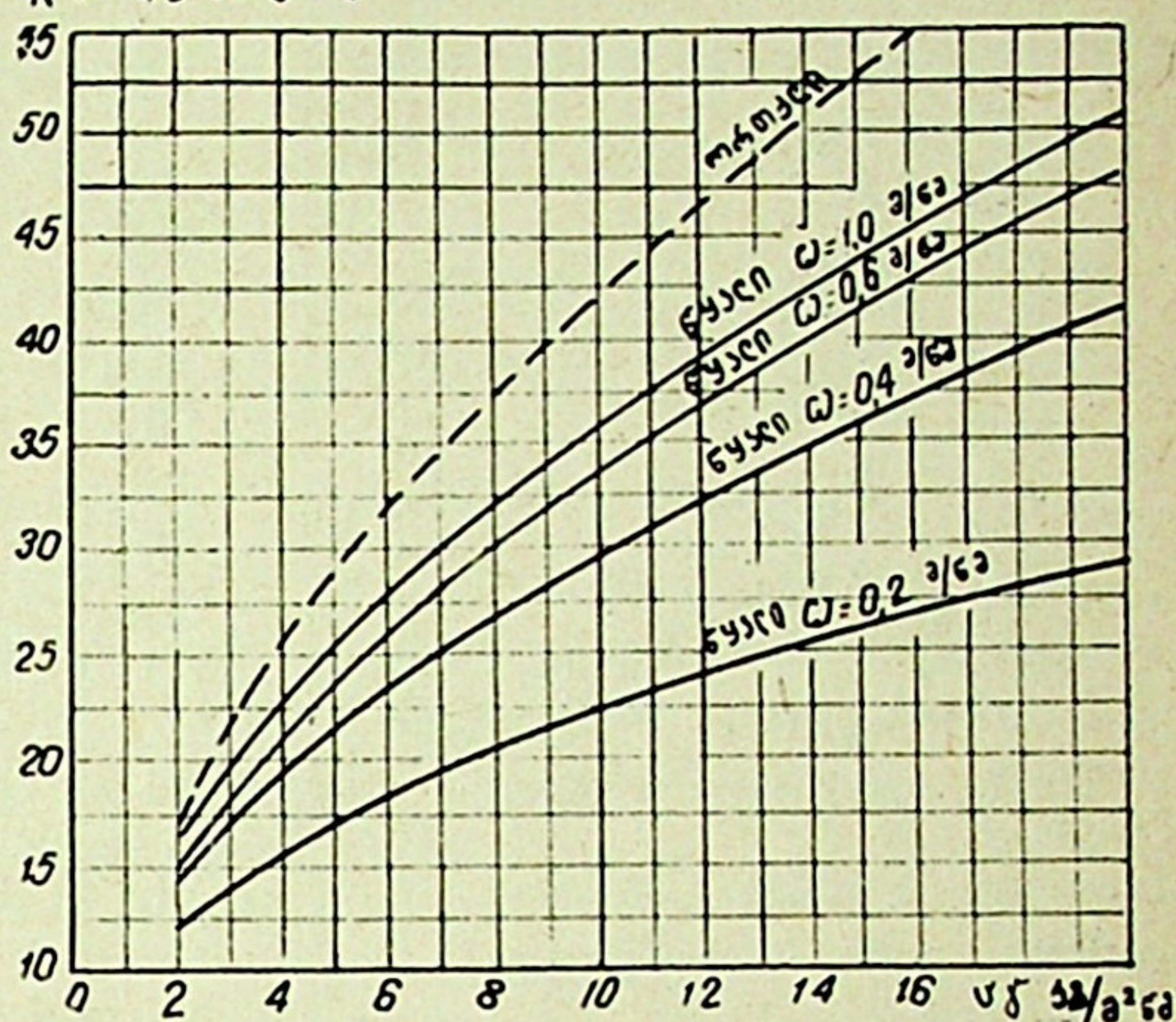
მოსაბრუნებელი სექცია. ეს სექცია (ნახ. XVII.1, პოზიცია 7)

წარმოადგენს შემაერთებელ არხს. იმ შემთხვევაში, როდესაც კონდიციონერების სექციები ერთმანეთის მიმართ განლაგებულია 90° კუთხით, ჰაერის თანაბარი განაწილების უზრუნველსაყოფად სექციას უკეთდება მიმმართველი ნიჩბები.

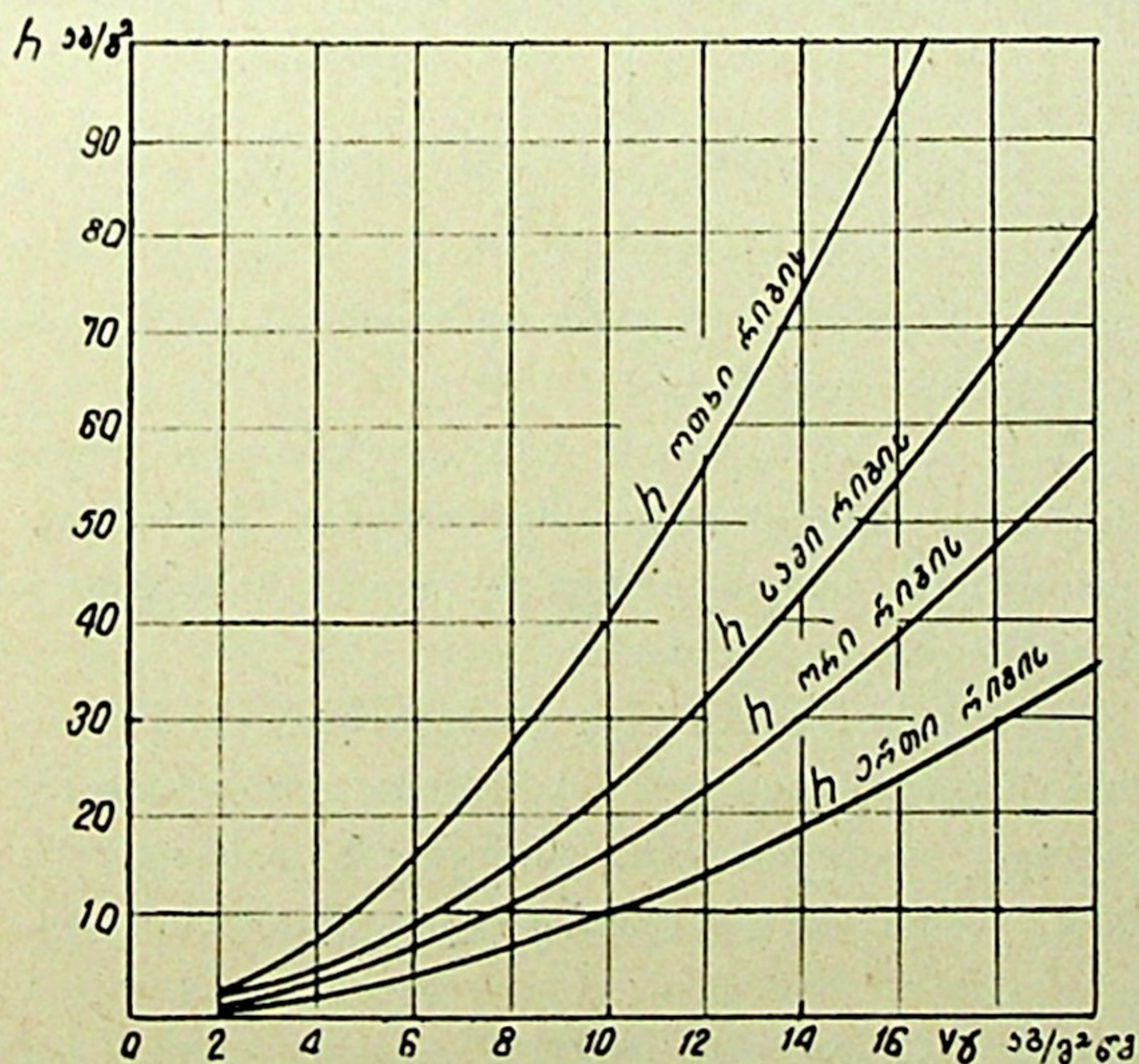
გადასასვლელი სექცია. ამ სექციის (ნახ. XVII.1, პოზიცია 17) საშუალებით ხდება კონდიციონერის სექციების დაკავშირება სავენტრაციო დანადგართან.

შემრევი სექცია (ნახ. XVII.1, პოზიცია 6, 9 და 12) გამოიყენება სხვადასხვა შემრევი სექციის კორპუსი განსხვავდება მხოლოდ საძრომის განლაგებით, რომელიც შემრევი სექციის ზედა (ქერში) ნაწილშია მო-

ჩაყვანილობა გრაფ.



ნახ. XVII.8



ნახ. XVII.9

სხვაპარამეტრებიანი ჰაერის ნარევის მისაღებად. შუალედური კამერის კორპუსის ანალოგიურია, რომის განლაგებით, რომელიც შემრევი სექციის

ტექნიკური მონაცემები		ჰორიზონტალურმილაკებიანი შეთბობის სექციები				
მწარმოებლობა, მმ/სთ-ობით		10000	20000	40000	50000	60000
ზომები, მმ-ობით:						
სიმაღლე H		1300	1300	1800	2077	2577
„ H_1		266	266	422	527	511
„ H_2		986	980	1306	1448	1964
„ H_3		60	63	72	92	92
სიგანე B		776	1536	2046	2577	2577
„ B_1		905	1670	2172	2733	2733
მილტუჩი l		37	37	37	42	42
დიამეტრი, დუიმობით d		3/4	1	1 1/2	2 1/2	2 1/2
ცოცხალი კვეთი ჰაერის მიმართ, მ ² -ობით		0,353	0,698	1,24	1,75	2,34
სარიჩხი არხის კვეთი, მ ² -ობით, ერ- რიგებიანი		0,206	0,41	0,865	1,35	1,30
ინდექსი		K θ 1017 B	K θ 2017 B	K θ 4017 B	K θ 5017	K θ 6017
თბოგამცემი ზედაპირი, მ ² -ობით		13,57	26,85	47,6	67,5	90
ცოცხალი კვეთი სითბოშემცველის მი- მართ, მ ² -ობით		0,00051	0,00102	0,001275	0,0015	0,002
წონა, კგ-ობით, იერიგებიანი		112,9	162	259	336	422
ინდექსი		K θ 1018 B	K θ 2018 B	K θ 4018 B	K θ 5018	K θ 6018
თბოგამცემი ზედაპირი, მ ² -ობით		27,14	53,7	95,2	135	180
ცოცხალი კვეთი თბოშემცველის მი- მართ, მ ² -ობით		0,00102	0,00204	0,00255	0,0030	0,0040
წონა, კგ-ობით, სამრიგებიანი		151,2	237,2	394	524	673
ინდექსი		K θ 1019 B	K θ 2019 B	K θ 4019 B	K θ 5019	K θ 6019
თბოგამცემი ზედაპირი, მ ² -ობით		40,71	80,55	142,8	202,5	270
ცოცხალი კვეთი სითბოშემცველის მი- მართ, მ ² -ობით		0,00153	0,00306	0,00383	0,0045	0,0060
წონა, კგ-ობით		189	312	523	712	921

თავსებული. მილტუჩის საშუალებით საძრომი დაკავშირებულია ჰაერის გა-
სასვლელ სარქველთან ან უშუალოდ ჰაერსადენთან.

გამანაწილებელი სექცია. ამ სექციის საშუალებით წარმოებს
ჰაერის ნაკადის განაწილება ორი მიმართულებით, რომელთაგანაც ჰაერის ნა-
კადის ერთი ნაწილი მიმართული იქნება კონდიციონერის ღერძის მიმართუ-
ლებით, ხოლო მეორე — მის მართობულად, ზევით.

თბილი მიმღები სარქველები. ამ სარქველების (ნახ. XVII.1, პო-
ზიცია 1) საშუალებით (სისტემის უმოქმედობის დროს) ხდება კონდიციონე-
რების სისტემის დაცვა ცივი ჰაერის გავლენისაგან. სარქველი აღჭურვილია
ან ხელის პნევმატური ამძრავებით, ანდა ორპოზიციონი ელექტროშემსრულე-
ბელი მექანიზმების ამძრავებით.

გამსვლელი სარქველები. ისინი (ნახ. XVII.1, პოზიცია 5, 8 და
11) მილტუჩის საშუალებით შეერთებულია შემრევ ან გამანაწილებელ სექ-
ციებთან. სარქველების გამოყენება შეიძლება აგრეთვე იმ ჰაერსადენებში, რომ-
ლებშიც საჭიროა ჰაერის რაოდენობის რეგულირება. სარქველები აღჭურვილია
ხელის პნევმატური ამძრავებით ან ელექტროშემსრულებელი მექანიზმებით.

ორმაგი შეწყვეთი სარქველები (ნახ. XVII.1, პოზიცია

3 და 15) იდგება პირველადი ან მეორეული კალორიფერების წინ. მათი საშუალებით ხდება კალორიფერებში შემავალი ჰაერის რეგულირება. სარქველები წარმოადგენს შეწყვილებულ შემრევ სარქველებს, რომლებიც მოქმედებენ ერთი შემსრულებელი მექანიზმიდან. ისინი აღჭურვილია 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 მუშა ნიშნები მოღუნული აქვთ უკან. ამ ვენტილატორების მარგი 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/მ² ის ტოლი იყოს.

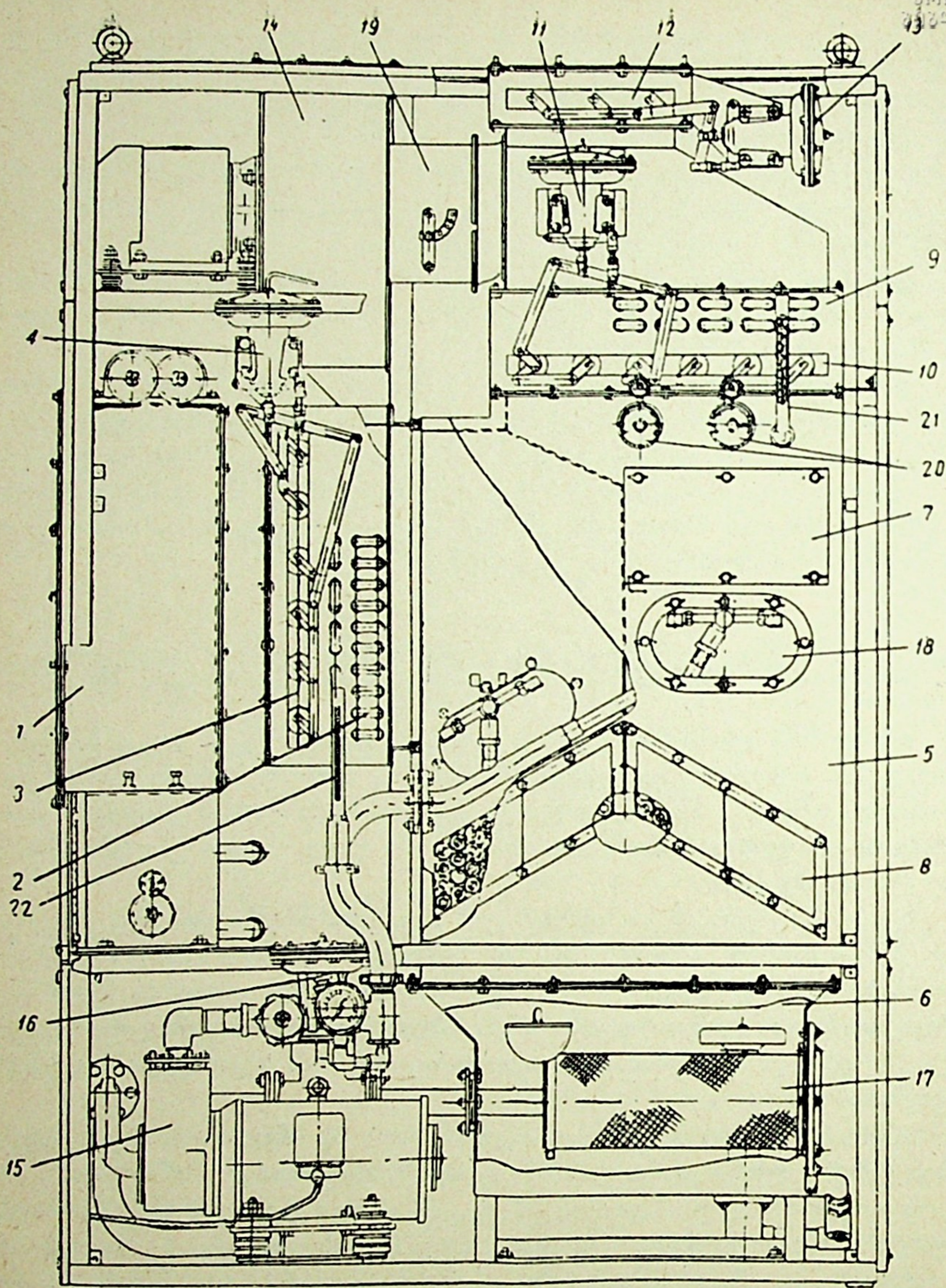
ცენტრალური კონდიციონერების ტიპური სექციების კონსტრუქციები და მათი ტექნიკური მახასიათებლები დეტალურად მოცემული და განხილულია სპეციალურ ცნობარებსა და კატალოგებში.

§ 84. ჰეაგრიკალური უნივერსალური აგაავტონომიური კონდიციონერები

მცირე მოცულობის სათავსებში ჰაერის კონდიციონერების მოწყობა ჰორიზონტალური ცენტრალური კონდიციონერების საშუალებით არ არის მიზანშეწონილი, ვინაიდან ასეთი კონდიციონერების გაბარიტები საკმაოდ (მათი სიგრძე 8—10 მეტრს აღწევს) დიდია და მათ დიდი მწარმოებლობა (10000 მ³/სთ და მეტი) აქვთ.

მცირე მოცულობის სათავსების კონდიციონერებისათვის იყენებენ ვერტიკალურ უნივერსალურ არაავტონომიურ კონდიციონერებს 1500—7500 მ³/სთ მწარმოებლობით. ვერტიკალური უნივერსალური კონდიციონერის სქემა ისეა დაპროექტებული, რომ მისი გამოყენება შეიძლება როგორც წინდენითი კონდიციონერების სისტემებისათვის, ისე პირველადი და მეორეული რეცირკულაციებისათვისაც.

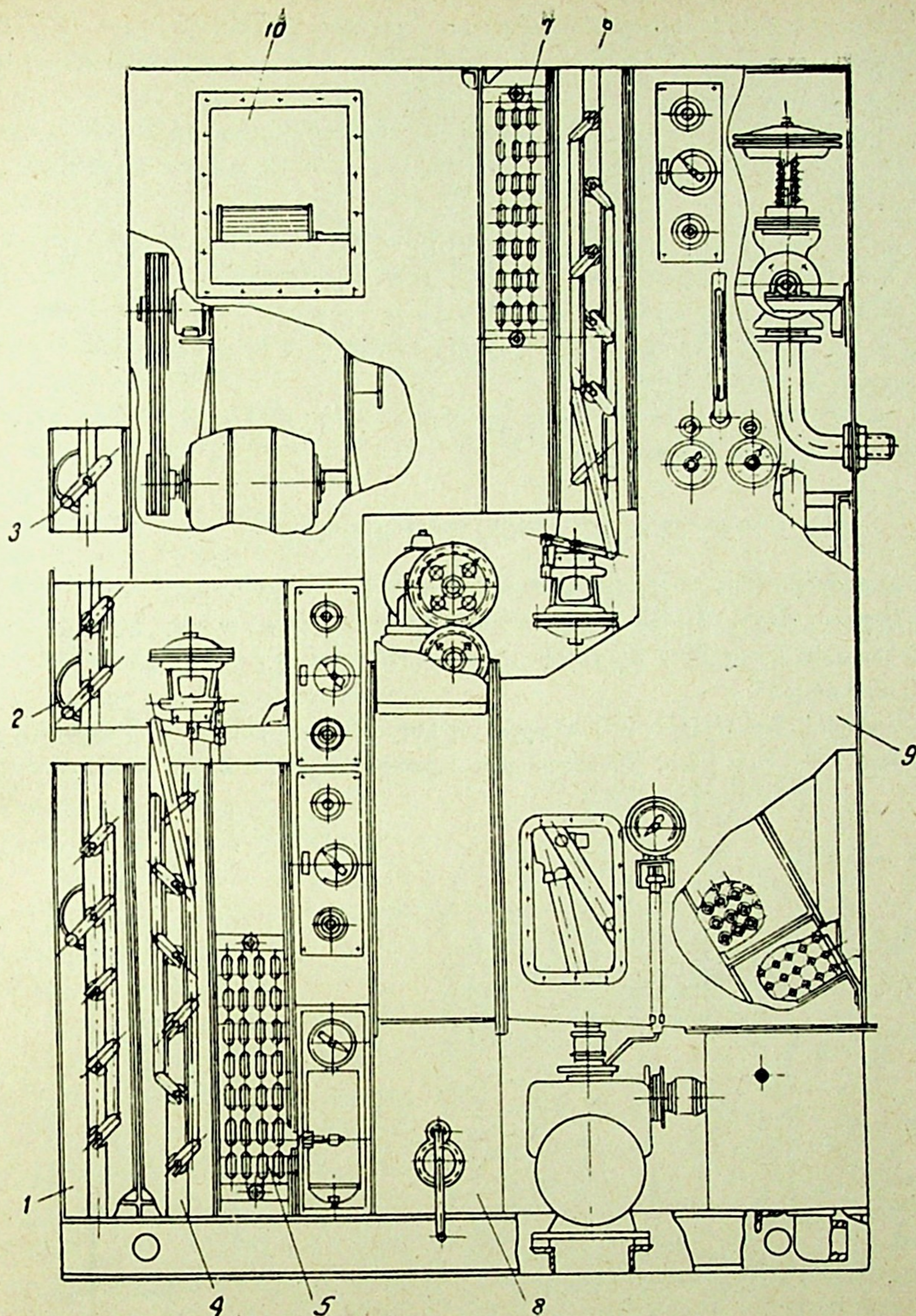
XVII.10 ნახაზზე მოცემულია 3000 მ³/სთ მწარმოებლობის კარკასული ტიპის ვერტიკალური კონდიციონერი, რომლის ძირითადი ნაწილებია: გარე და რეცირკულირებული ჰაერის შემრევი სარქველი (მისი მართვა წარმოებს პნევმატური შემსრულებელი მექანიზმებით), ჰაერის ფილტრი 1, პირველადი კალორიფერი 2, შემრევი სარქველი 3, შემრევი სარქველის შემსრულებელი მექანიზმი 4, ორიგინალი სარწყავი კამერა 5, სარწყავი კამერის ქვეში 6, ცივი წყლის შუალედური ავზი 7, ორსექციანი ზედაპირული ჰაერსაცხავარი 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 შემწოვ არხზე), „ნამის წერტილის“ რეგულატორი 20 (მოთავსებულია



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 რეცირკულირებული ჰაერის მიწოდება ხორციელდება კონდიციონერის მარცხენა ნხრიდან, ხოლო დამუშავებული ჰაერის გამოშვება — კონდიციონერის ზედა ზონიდან.



ნახ. XVII.11

XVII.11 ნახაზზე მოცემულია 5000 მ³/სთ მწარმოებლობის უკარკასო ტიპის ვერტიკალური უნივერსალური კონდიციონერი, რომელშიც შედის: პაერის მიმღები სარქველი 1, პირველადი და მეორეული რეცირკულაციის მარეგულირებელი სარქველები 2 და 3, პირველადი შეთბობის კვანძი, რომელიც შედგება სარქელისა 4 და კალორიფერისაგან 5, მეორეული შეთბობის კვანძისგან—სარქელისა 6 და კალორიფერისაგან 7, თვითმწმენდი 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 შიშდევრობითაა განლაგებული.

ზედაპირული ჰაერსაცვივარი შედგება გაწიბოვებული 16/22 მმ დიამეტრის ალუმინის მილებისაგან, წიბოების სიმაღლეა 8 მმ, ხოლო ბიჯი მათ შორის -- 4 მმ.

კონდიციონერის ავტომატური რეგულირების სისტემა პნევმატურია.

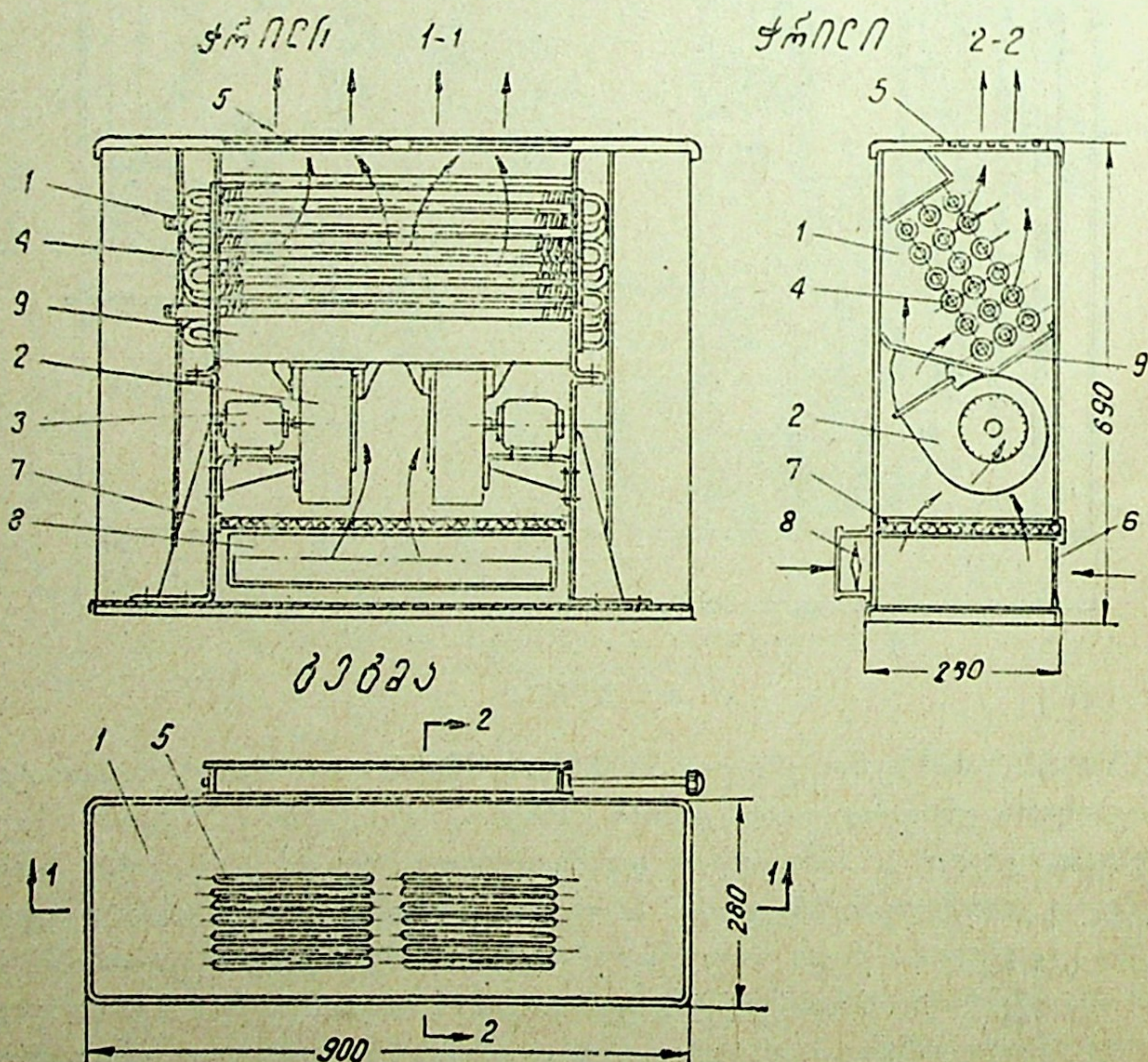
ზამთრის პერიოდში „ნამის წერტილის“ რეგულირება ხდება რეგულატორის საშუალებით, რომელიც მოქმედებს პირველადი კალორიფერის შემსრულებელ მექანიზმზე და სითხის ჩამკეტ სარქველზე (კალორიფერში სითბოშემცველის ხარჯის ჩამკეტი).

ზაფხულის პერიოდში „ნამის წერტილის“ რეგულირება წარმოებს სამსვლიანი სარქვლის 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

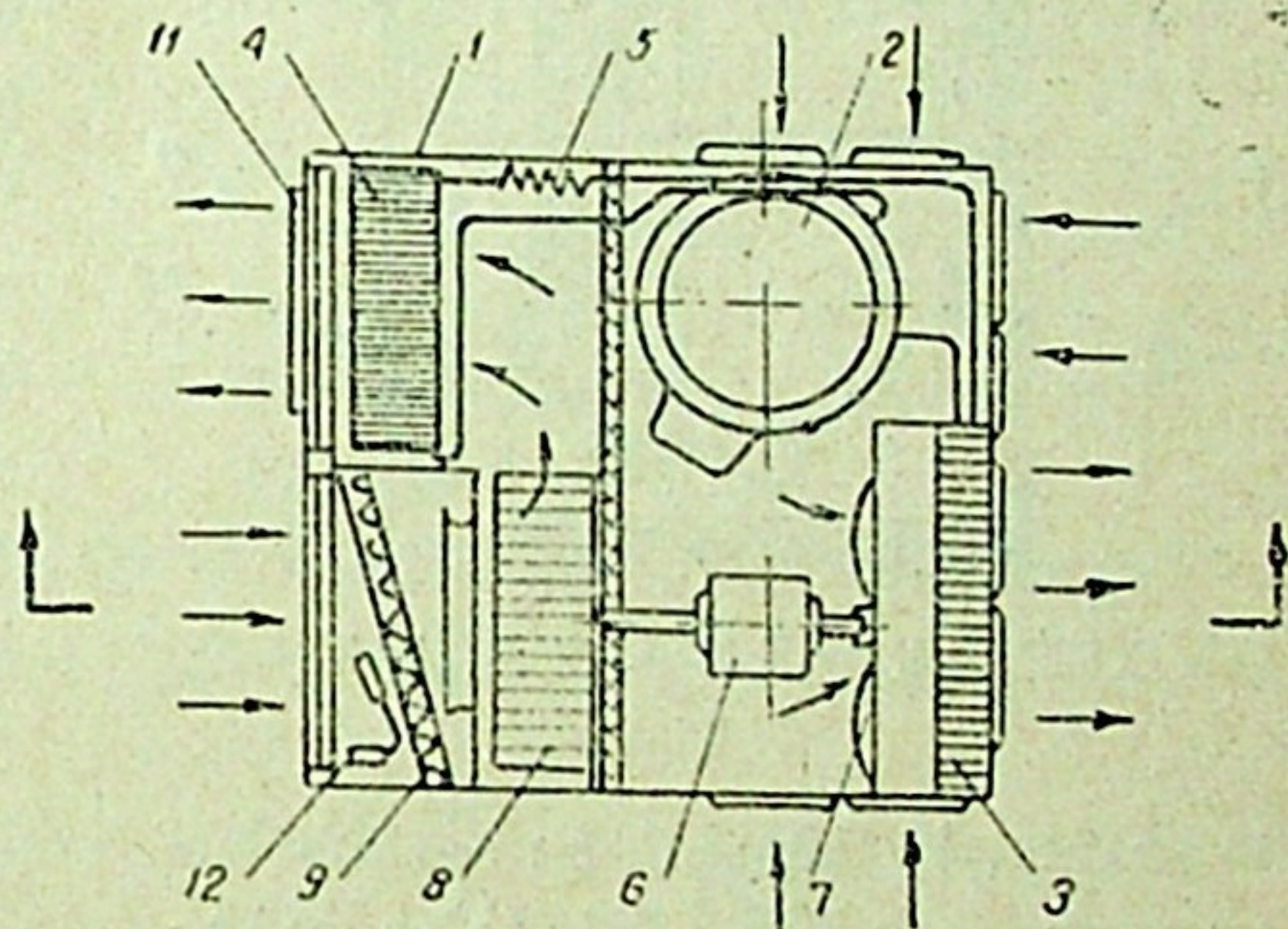
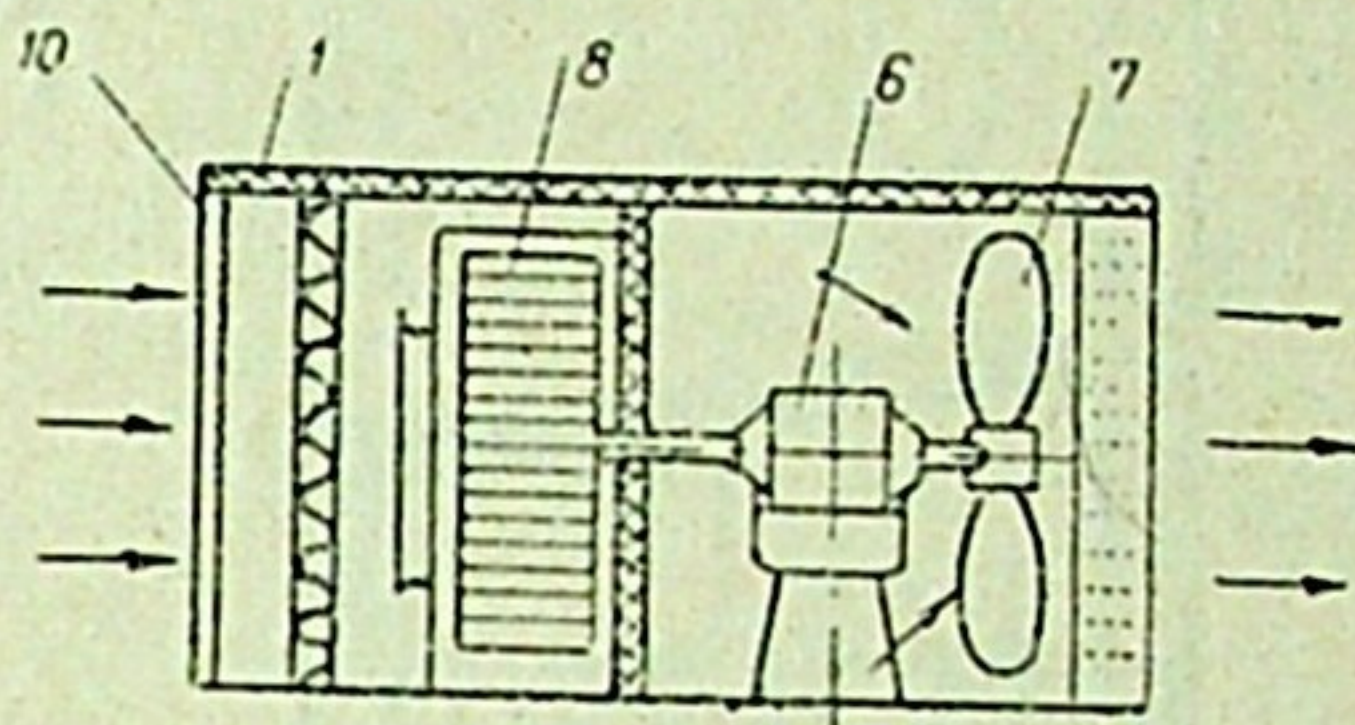
ნომიურ კონდიციონერებად. არაავტონომიური კონდიციონერების სიცივით მომარაგება ხორციელდება ცენტრალური სამაცივრო დანადგარებიდან. სიცივის მატარებლად გამოყენებულია ჩვეულებრივი ან მარილიანი წყალი.

საკავშირო 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 მ³/სთ-ია, მოცემულია XVII.12 ნახაზზე.

კონდიციონერი იდგმება ფანჯრის რაფის ქვეშ. გარე ჰაერის მიწოდება ხორციელდება კონდიციონერის ქვედა ნაწილში და მისი რაოდენობის რეგულირება წარმოებს ხელის სარქველით 8. 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 გაწიბოვებულ თბომცვლელ აპარატში 4, რომელშიც ცირკულირებს სითბოს ან სიცივის შემცველი. დამუშავებული ჰაერი მოდინებითი გისოსის საშუალებით მიეწოდება სათავსს. ზემოთ ჩამოთვლილი კონდიციონერის ნაწილები მოთავსებულია არქიტექტურულად გაფორმებულ ლითონის გარსაცმში 1.

ავტომატური რეგულირება ხდება ორპოზიციანი ტემპერატურული გადამწოდის საშუალებით, რომელიც კონდიციონერის ელექტროსქემაში ჩართულია შუალედური რელეთი. სათავსის ტემპერატურული რეჟიმის დარღვევის შემთხვევაში ავტომატური სქემის საშუალებით ხდება ვენტილატორის ელექტროძრავის 3 გაშვება ან გაჩერება. XIII დანართში მოცემულია ადგილობრივი არაავტონომიური კონდიციონერების ტექნიკური მახასიათებლები.

ავტონომიური კონდიციონერების სიცივით მომარაგება წარმოებს უშუალოდ კონდიციონერში ჩადგმული სამაცივრო მანქანის საშუალებით. ამჟამად წარმოებაში ათვისებულია ორი ტიპის ავტონომიური ადგილობრივი კონდიციონერი. XVII.13 ნახაზზე მოცემულია კონდიციონერი „აზერბაიჯანი“.

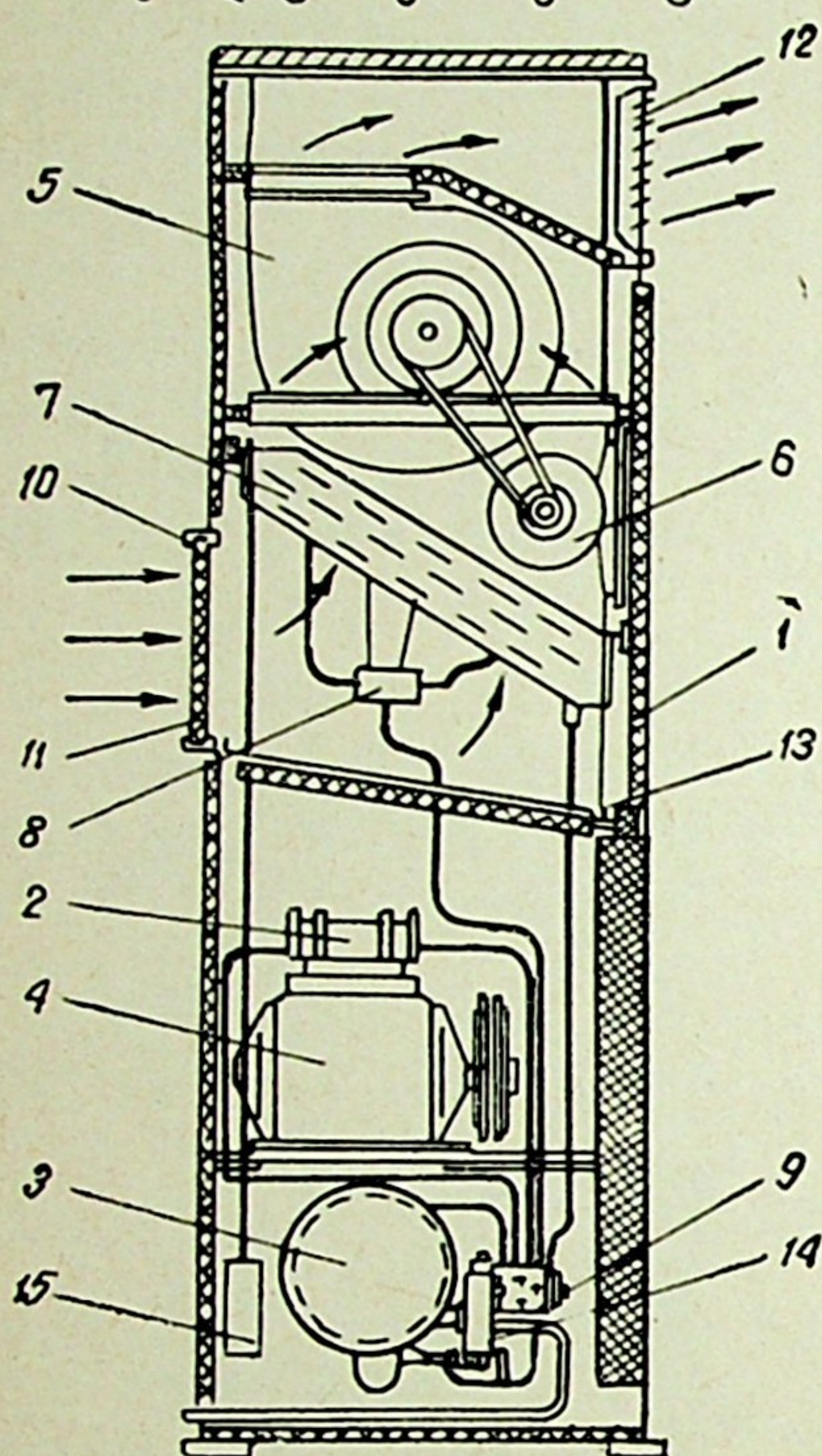


ნახ. XVII. 13. ადგილობრივი ავტონომიური კონდიციონერი „აზერბაიჯანი“:

- 1 — გარსაცმი ხმაურის და სითბოს იზოლაციით; 2 — ფრეონის პერმეტული კომპრესორი; 3 — ჰაერის კონდენსატორი; 4 — ზედაპირული თბომცვლელი ფრეონის უშუალო აორთქლებსათვის; 5 — კაპილარული მილაკი; 6 — ვენტილატორების მცირეხმაურიანი ერთფაზიანი ელექტროძრავა; 7 — კონდენსატორის ღერძულ ვენტილატორი; 8 — ამოორთქლებლის ცენტრიდანული ვენტილატორი; 9 — ქაღალდის ფილტრი; 10 — დეკორატიული ჰაერმიმღები გისოსა; 11 — მიმღები გისოსი რეგულირებით; 12 — ორპოზიციანი თერმორეგულატორი.

ბაიჯანი“, რომელიც გამოიყენება საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი დაწესებულების შენობებისათვის.

კონდიციონერის გარსაცმში 1



ნახ. XVII. 14. კონდიციონერ „ხარკოვის“ სქემა:

1 — გარსაცმი ხმაურის და სითბოს იზოლაციით; 2 — 2ΦБ — 6,5 ტიპის ვერტიკალური, ორცილინდრიანი კომპრესორი; 3 — მილგარსაცმიანი წყლის კონდენსატორი; 4 — 2,8 კვტ სიმძლავრის სამფაზიანი მცირეხმაურიანი ელექტროძრავა; 5 — ორმხრივი შეწოვის მცირეხმაურიანი ცენტრიდანული ვენტილატორი; 6 — 0,25 კვტ სიმძლავრის სამფაზიანი, მცირეხმაურიანი ელექტროძრავა; 7 — ზედაპირული თბომცვლელი; 8 — ფრეონის გამანაწილებელი; 9 — ჰაერის რეჟიმის შესაცვლელი ოთხსვლიანი ონკანი; 10 — ჰერმიტიკის მილყელი; 11 — ჰაერის გასაწმენდი ბაღიანი ზეთის ფილტრი; 12 — მიმწოდებელი გისოსი; 13 — ქვეში; 14 — წყლის მარეგულირებელი ვენტილი; 15 — ელექტროაპარატურა.

დამონტაჟებულია ფრეონ - 12-ზე მომუშავე სამაცივრო დანადგარი. იგი ფანჯრის ქვედა ნაწილში იდგმება ისე, რომ ჰაერსაცივარი ნაწილი მოთავსებულია უშუალოდ სათავსში, ხოლო კომპრესორი და კონდენსატორი — გარეთ. კონდიციონერის მწარმოებლობაა 400 მ³/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 ვენტილატორის 7 საშუალებით. ამ ვენტილატორის ელექტროძრავის 6 ლილვზე დამაგრებულია აგრეთვე ცენტრიდანული ვენტილატორის 8 მუშათვალი. ვენტილატორის საშუალებით სათავსიდან შეიწოვება ჰაერი. იგი იფილტრება ქაღალდის ფილტრში და შემდეგ იჭირხნება სამაცივრო მანქანის ამოორთქლებელში 4. გაცივებული ჰაერი მოდინებითი გისოსის 11 საშუალებით მიეწოდება სათავსს. როგორც ამოორთქლებელი, ისე კონდენსატორი მილსადენების საშუალებით დაკავშირებულია ჰერმეტიკულ ფრეონის კომპრესორთან 2.

ადგილობრივი ავტონომიური კონდიციონერი „ხარკოვი“, რომლის კრილი და სამაცივრო დანადგარის პრინციპული სქემა მოცემულია XVII.14 და XVII.15 ნახაზებზე, გამოიყენებულია მცირე ზომის დარბაზების, ლაბორატორიების, კაფეებისა და იმ სათავსებისთვის, რომელთა ფართობი არ აღემატება 100 მ².

ზამთრის პერიოდში კონდიციონერი მუშაობს ჰაერის გაცივებაზე და

ნაწილობრივ მის გაშრობაზე. გარდამავალ და ზამთრის პერიოდში კონდიციონერი შეიძლება გადაირთოს თბურ-ტუმბოს რეჟიმზე. კონდიციონერს აქვს

კარადის სახე, რომელშიც მოთავსებულია სამანქანო და ჰაერდასამუშავებელი განყოფილებები. სამანქანო განყოფილებაში მოთავსებულია კომპრესორი, კონდენსატორი და ელექტროხელსაწყოების ყუთი, ხოლო მეორე განყოფილებაში — ამორთქლებელი და სავენტაციო დანადგარები.

ვენტილატორის მიერ ჰაერი შეიწოვება კარადის უკანა კედელში დატოვებული ხვრელიდან, რომელშიც მოთავსებულია ზეთის ბადიანი ფილტრი. ამის შემდეგ ჰაერი გაივლის ამორთქლებელს და ვენტილატორის საშუალებით დაიჭირხნება (მოდინებითი გისოსის გავლით) სათავსში. ჰაერის ტემპერატურის რეგულირება ხორციელდება ТДК-61 ტიპის ტემპერატურული გადამწოდის საშუალებით, რომელიც დაყენებულია უშუალოდ სათავსში.

ზემოაღწერილი სქემით კონდიციონერი მუშაობს ზაფხულის პერიოდში. გარდამავალ პერიოდში სპეციალური ონკანის გადართვით ჰაერის გაცივების რეჟიმი 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.

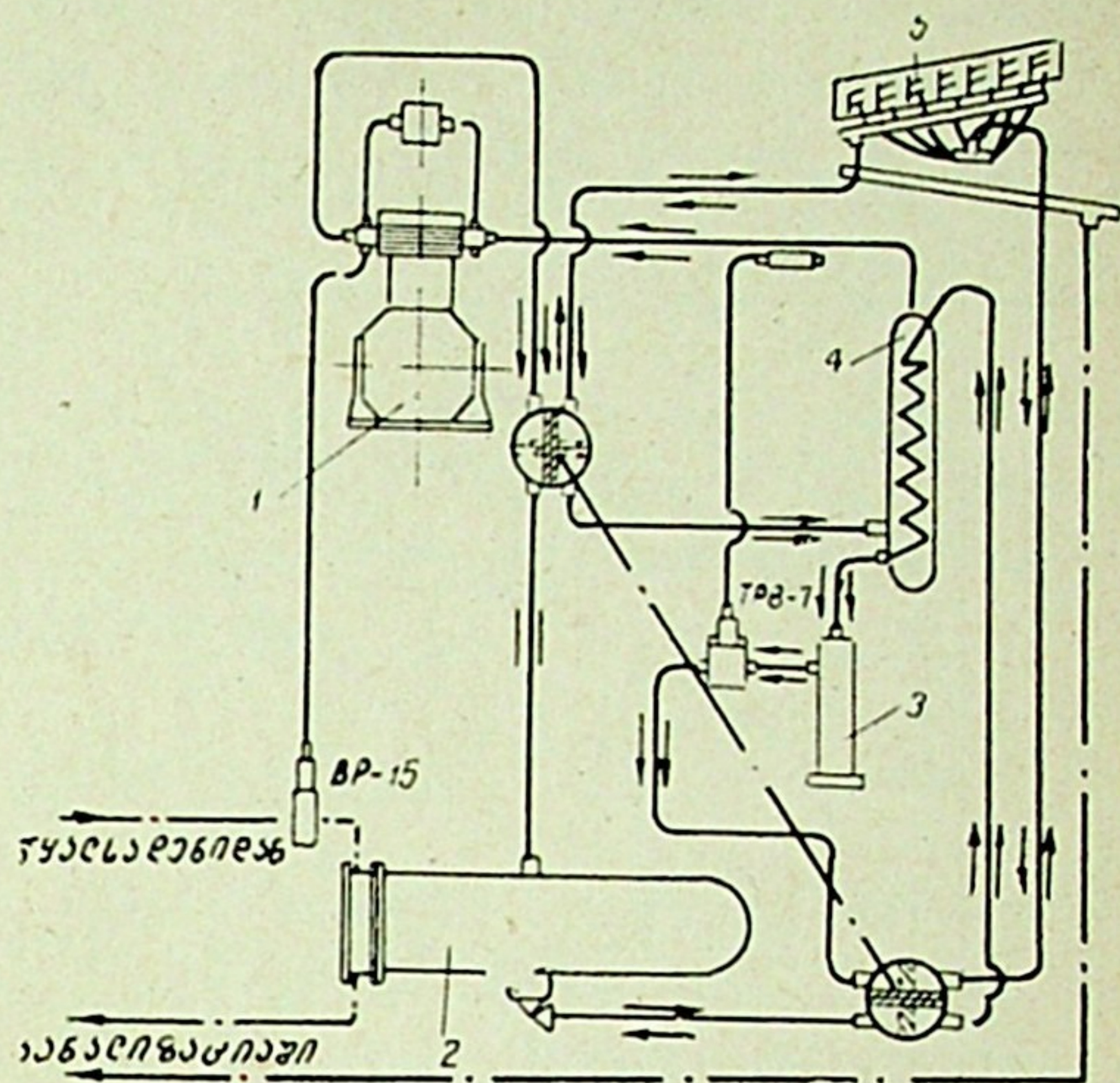
ჰაერის მიმართ კონდიციონერის მწარმოებლობაა $1500 \text{ მ}^3/\text{სთ}$, ხოლო მისი სიცივისა და სითბოს მწარმოებლობა $600 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}}$. კომპრესორის ძრავას სიმძლავრე

ტოლია 2,8 კვტ. აგრეგატის გაბარიტული ზომებია: სიმაღლე 1990 მმ, სიგანე 950 მმ, სიღრმე 600 მმ. სამაცივრო დანადგარის კონდენსატორის გაცივებისთვის საჭირო წყლის ხარჯი ტოლია 1200 კგ/სთ .

ჰაერის დამუშავების პროცესში კონდიციონერში ძირითადად განხორციელებულია ორი ერთდროული პროცესი: 1) ჰაერის გაცივება და გაშრობა, 2) გათბობა და დატენიანება.

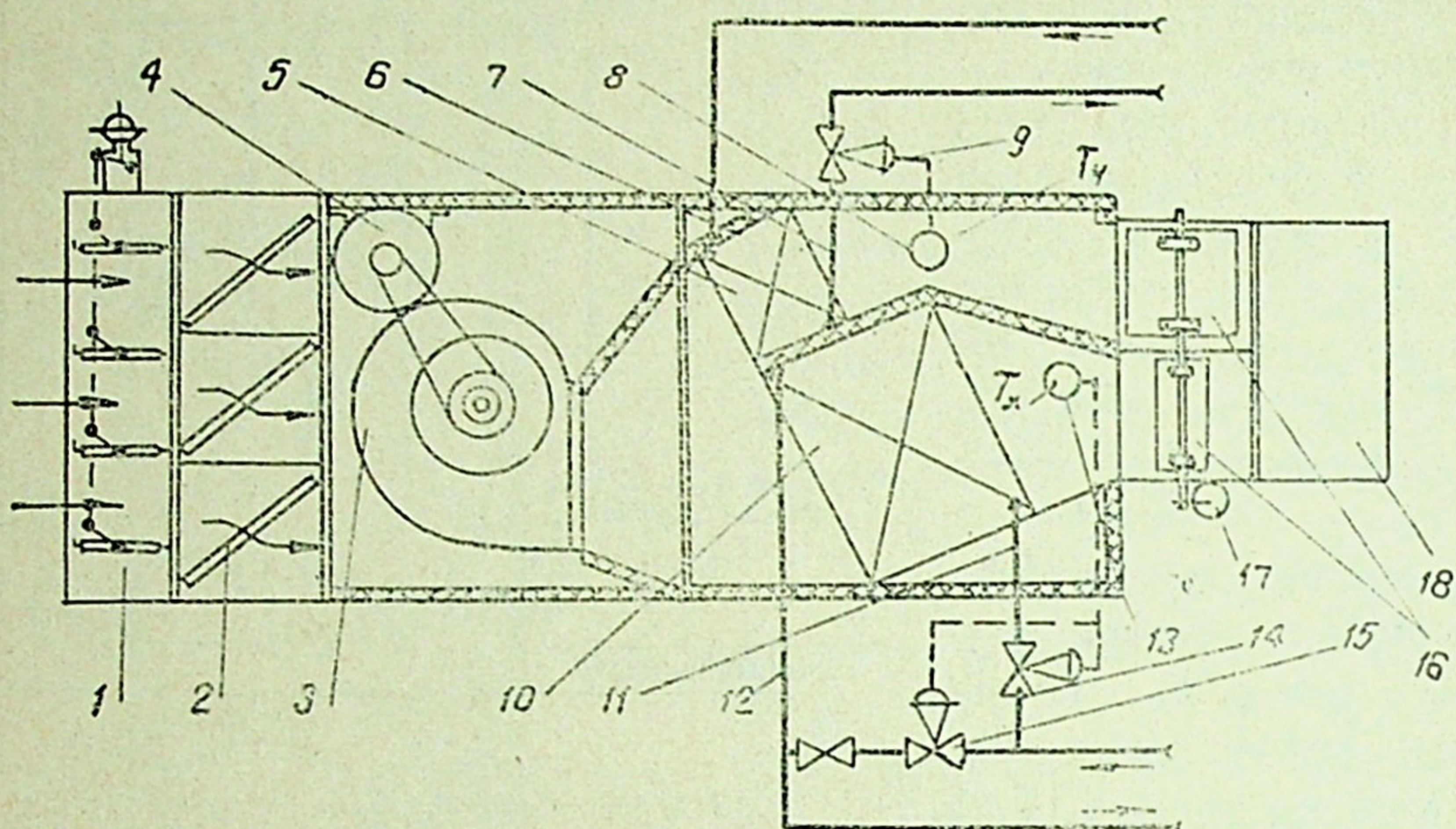
მრავალზონიანი კონდიციონერი

საწარმოო და საზოგადოებრივი დანიშნულების მრავალთაბიან შენობებში ხშირად საჭიროა სხვადასხვა პარამეტრის ჰაერის მიწოდება. ამასთან დაკავ-



ნახ. XVII. 15. თბური ტუმბოს ციკლის მომუშავე კონდიციონერ „ხარკოვ III-ის“ სამაცივრო მანქანის პრინციპული სქემა: 1 — კომპრესორი; 2 — კონდენსატორი (გათბობის რეჟიმში მუშაობს როგორც ამორთქლებელი); 3 — ფილტრ-გაშრობი; 4 — თბომცვლელი; 5 — ამორთქლებელი (კონდენსატორი).

შირებით შექმნილია მრავალზონიანი კონდიციონერების სერიები. XVII.16 ნახაზზე მოცემულია K₀—47M ტიპის მრავალზონიანი არავტონომიური კონდიციონერის პრინციპული სქემა, რომლის მწარმოებლობაა $2,5 \cdot 10^3$ მ³/სთ. კონდიციონერი აწყობილია ტიპური სექციებისაგან და მისი საშუალებით შესაძლებელია ჰაერის გათბობა, გაცივება, გაშრობა და გაწმენდა. კონდიციონ-



ნახ. XVII.16

ნერი მუდმივი ტემპერატურის დამუშავებულ ჰაერს ერთდროულად აწვდის სამ ზონას. კონდიციონერის შესვლის კვეთში მოთავსებულია ჰაერის მიმღები სარქველი 1, რის შემდეგაც ჰაერი გაივლის ფილტრის სექციას 2 და შეიწოვება ცენტრიდანული ვენტილატორით 3. ვენტილატორის გამოსვლის კვეთიდან ჰაერი შეიძლება სხვადასხვა პროპორციით დაიჭირონოს 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 ჰაერსაცივარი, 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 გადამწვები მილსადენის სარქველზე 15. ამ სარქველებით რეგულირდება ცივი წყლის ხარჯი ჰაერსაცივარში.

გამოსასვლელ კვეთში ცივი და ცხელი წყლის არხები დაყოფილია სამ შემრევ ზონად. თითო ზონაში მოთავსებულია ჰაერის სარქველები 16, რომლებითაც ხდება ცივი და თბილი ჰაერის ნაკადების რაოდენობის რეგულირება თითო ზონაში, ამასთან ერთად რეგულირდება ნარევის ტემპერატურაც.

სათავსის ჰაერის რეგულირება ხორციელდება გადამწოდით, რომელიც მოთავსებულია უშუალოდ სათავსში. იგი მოქმედებს სარქველების 16 შემსრუ-

ლებელ მექანიზმზე 17. თითოეული შემრევი ზონა მთავრდება დამოუკიდებელი გამომშვები მილყელით 18, რომელიც შეერთებულია სათავსის მოდინებით ჰაერსადენტან.

§ 85.

ჰაერის საკონდიციო დანადგარების მუშაობის ჩაქიმი და მათი ჩაგუდიჩების მეთოდები

სავენტილაციო პრაქტიკაში გამოიყენება კონდიციონერების სამი ძირითადი სქემა: 1. წინდენითი, რომელიც მუშაობს მხოლოდ ატმოსფერულ ჰაერზე, 2. სათავსის ჰაერის პირველადი რეცირკულაციით, 3. სათავსის ჰაერის პირველადი და მეორეული რეცირკულაციით.

წინდენითი სისტემა

ჰაერის კონდიციონერების წინდენითი სისტემა, რომელიც მუშაობს მხოლოდ გარე ატმოსფერულ ჰაერზე, გამოიყენება ისეთი სათავსებისთვის, სადაც ხდება ტოქსიკური და მავნე ნივთიერებების გამოყოფა, მაგალითად, ქიმიურ საამქროებში, ქიმიურ და ბაქტერიოლოგიურ ლაბორატორიებში, საავადმყოფოებსა და სხვა ანალოგიურ სათავსებში. ერთი და მრავალზონიანი წინდენითი კონდიციონერის სქემები მოცემულია XVII.17 ნახაზზე.

გარე ჰაერი მიმდები სარქვლით 1 მიეწოდება ფილტრს 2, სადაც ხდება მისი გაწმენდა. სუფთა ჰაერი, იმისდა მიხედვით, თუ როგორ არის ორმაგი ჰაერის სარქველი 3 გაღებული, შეიძლება პირველადი კალორიფერის 4 გავლით მოხვდეს სარწყავ კამერაში 5 ან უშუალოდ მიეწოდოს მას.

სარწყავ კამერაში დამუშავების შემდეგ ჰაერი ორმაგი სარქვლის 6 საშუალებით გაივლის ან მეორეულ კალორიფერს, ანდა პირდაპირ შეიწოვება ვენტილატორით 8 და შემდეგ მიეწოდება სათავსს.

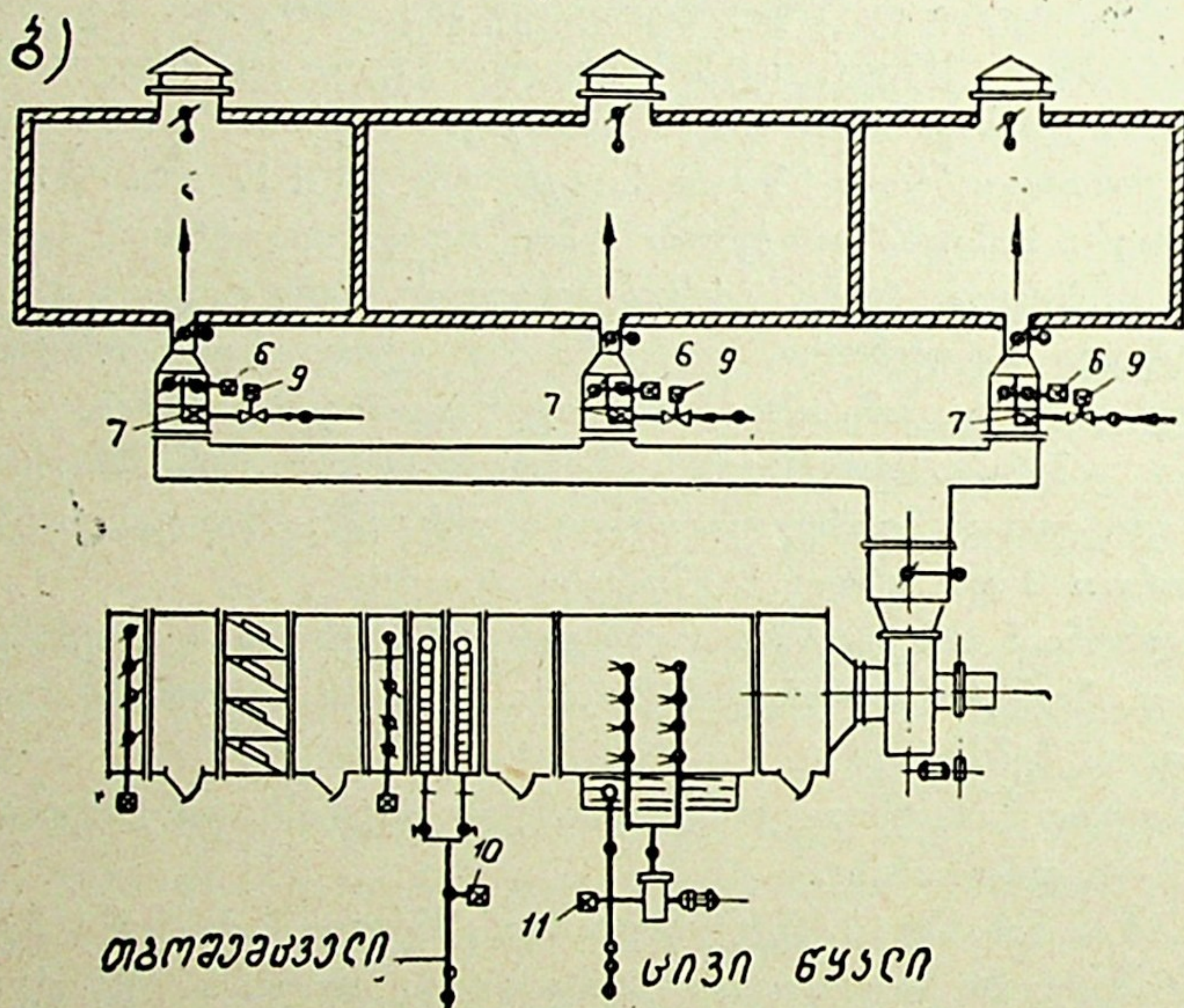
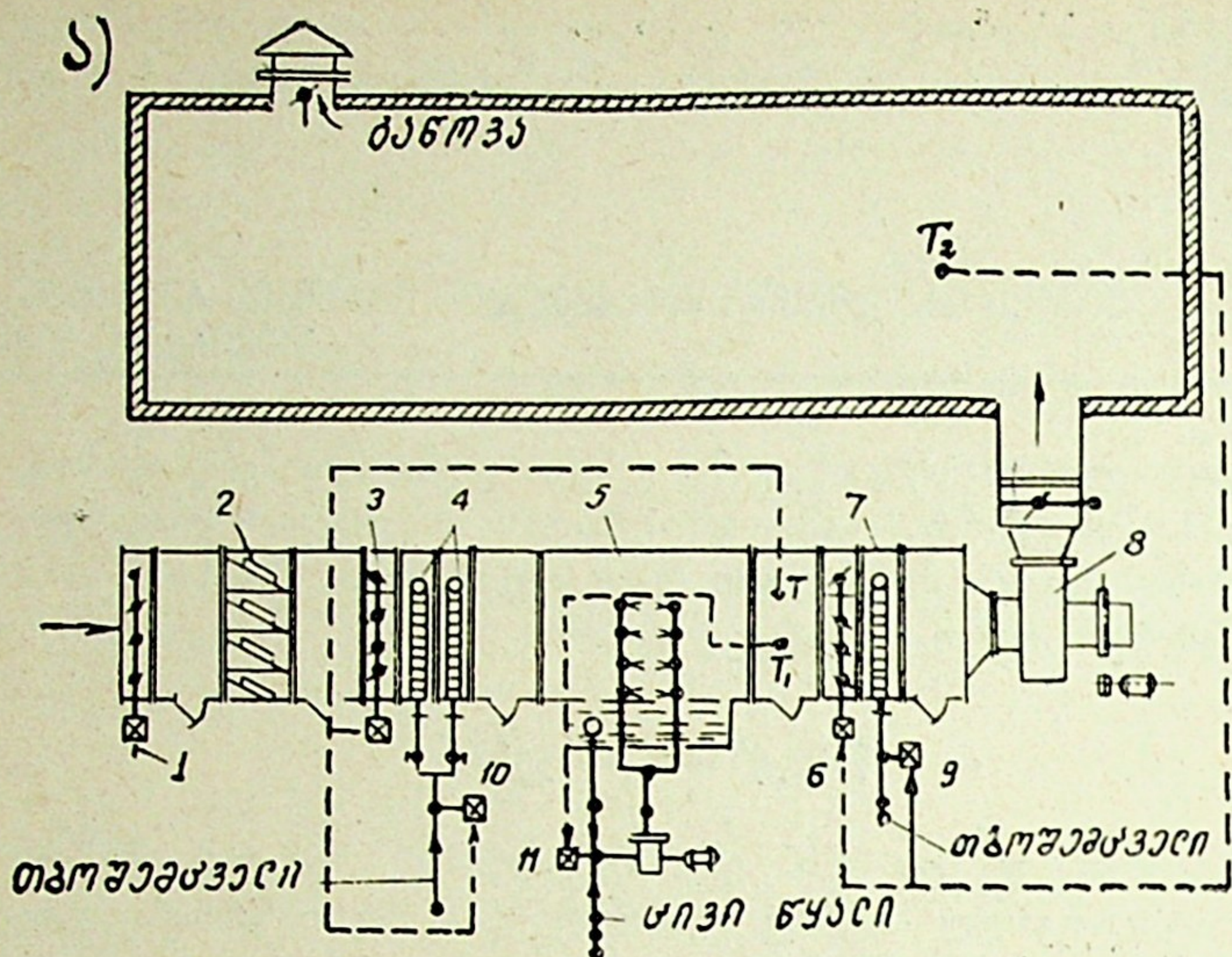
მრავალზონიან სისტემებში, რომლებიც ემსახურება რამდენიმე სათავსს, მეორეული და ზონური კალორიფერები 6 თავისი სარქვლებით დაყენებულია ვენტილატორის შემდეგ.

განვიხილოთ წინდენით კონდიციონერში ჰაერის დამუშავების პროცესის აგება $I-d$ დიაგრამაზე.

XVII.18, ა ნახაზზე 1 წერტილით აღნიშნულია სათავსის 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 სითბოშემცველობა ნაკლებია სარწყავი კამერიდან გამოსული ჰაერის სითბოშემცველობაზე. ზამთრის პერიოდში სარწყავი კამერა მუშაობს წყლის სრული რეცირკულაციით, ე. ი. ჰაერის ადიაბატური დატენიანების რეჟიმით $I = \text{const.}$ ამ რეჟიმის განსახორციელებლად გარე ჰაერი პირველად კალორიფერში უნდა შეთბეს მე-15 წერტილიდან მე-12 წერტილამდე $\Delta I = I_{12} - I_{15}$ (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. წერტილი 17, რომელიც მდებარეობს ამ ხაზისა და სრული გაჯერების მრუდის $\varphi = 100\%$ გადაკვეთის ადგილას, წარმოადგენს ადიაბატური დატენიანების 12—13 პროცესის მიმდინარეობის თეორიულ ზღვრულ პირობას.

ხშირად ლითონის ეკონომიისა და სისტემის წინააღობის შესამცირებლად პირველად კალორიფერებში ჰაერის შეთბობა წარმოებს მე-16 წერტილამდე,

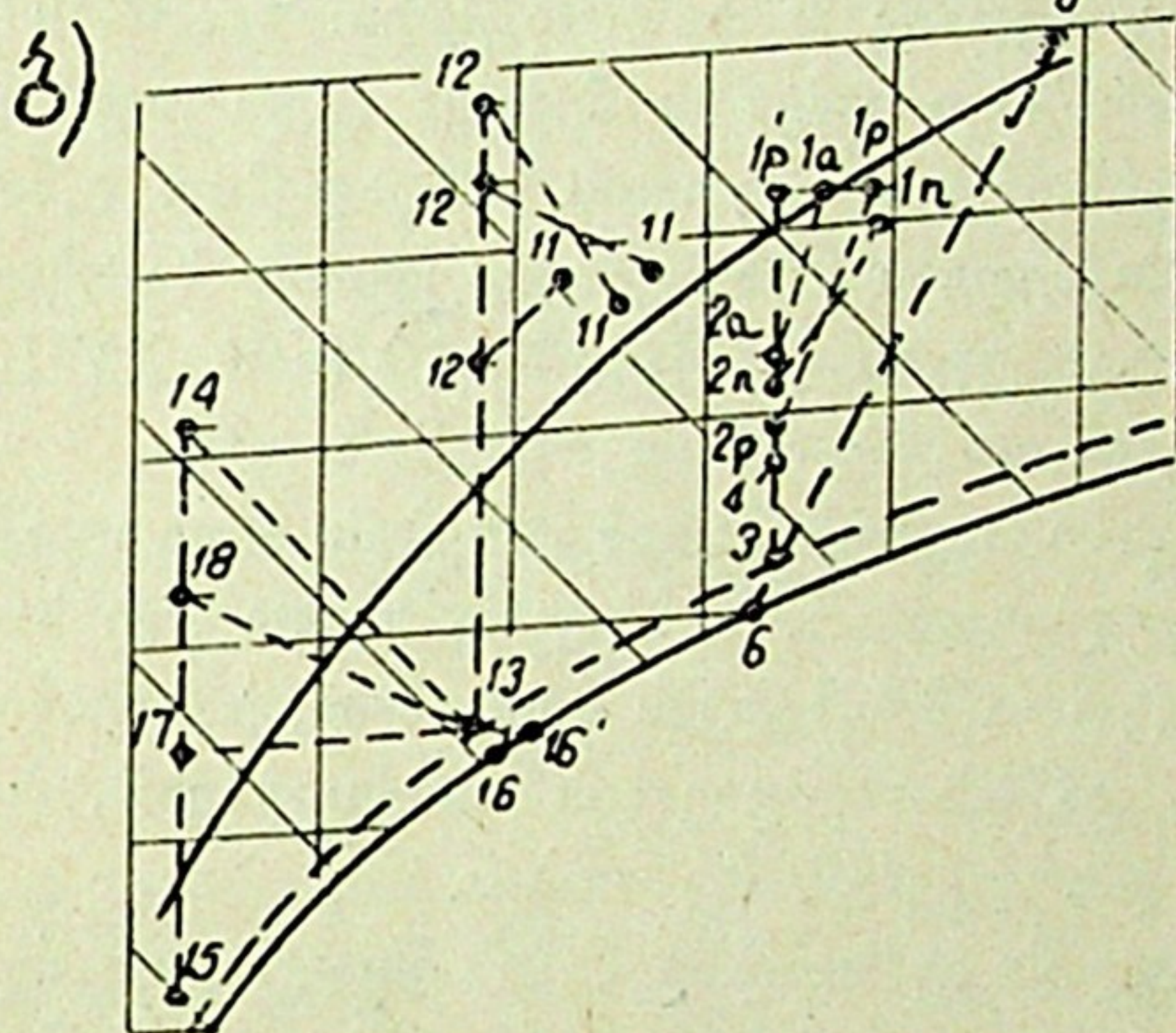
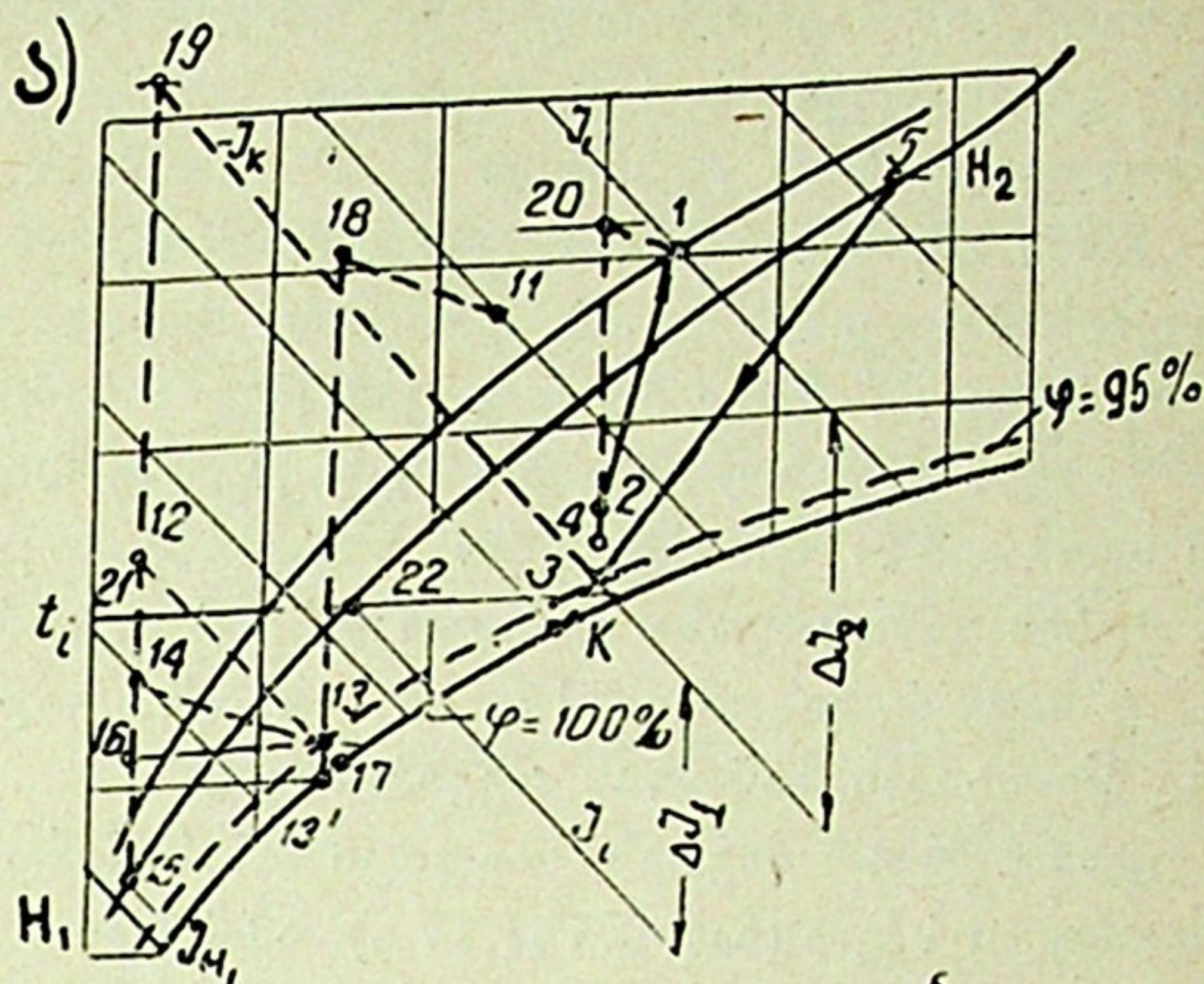
რომელიც მდებარეობს 16—13 იზოთერმაზე, ან რომელიმე სხვა შუალედურ ჰაერის პარამეტრებამდე, რომლებიც მდებარეობს I_{16} -სა და I_{12} — I_{13} -ს შორის. დანარჩენი სითბოს რაოდენობა ჰაერს მიეწოდება სარწყავ კამერაში. ამ შემთხვევაში გათბობისა და დატენიანების პროცესები მიმდინარეობს იზოთერმულად $I_{16} \rightarrow I_{13}$ 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 $\varphi = 90-95\%$ გადაკვეთის ადგილას. პირობით მე-13 წერტილს უწოდებენ დამუშავებული ჰაერის „ნამის წერტილს“, ვინაიდან იგი ახლოა ჰუმარიტ ნამის 13' წერტილთან.

სარწყავ კამერაში დამუშავების შემდეგ ჰაერის შეთბობა წარმოებს მეორეულ კალორიფერში მე-13 წერტილიდან მე-18-მდე, რის შემდეგაც ჰაერი ვენტილატორის საშუალებით მიეწოდება სათავსს, სადაც მიმდინარეობს ჰარბი 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 ტეხილი ხაზებით 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 ვენტილატორში და ჰაერსადენებში (მონაკვეთი 3—4) და თუ საჭიროა დამატებით წარმოებს ჰაერის შეთბობა მეორეულ კალორიფერში (მონაკვეთი 4—2). დამუშავებული ჰაერი



ნახ. XVII.18



მიეწოდება სათავსს, სადაც მიმდინარეობს კარბი სითბოსა და ტენის ასიმილაციის პროცესი (მონაკვეთი 2—1).

სათავსის ჰაერი 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 ჰაერის დამუშავების პროცესის სქემა, რომელიც ძირითადად ზემოგანხილული სისტემის ანალოგიურია, ვინაიდან ყველა ცალკეული სათავსისათვის ერთი კონდიციონერი ამზადებს ჰაერს ერთნაირი ტენშემცველობით, ამიტომ ჰაერის პარამეტრები სათავსებში შესაძლებელია სხვადასხვა იყოს და იგი დამოკიდებული იქნება ტენის გამოყოფასა და თერმორეგულატორის აწყობაზე, მაგალითად, a , P და n სათავსებისათვის $1a$, $1P$, $1n$ წერტილები ზაფხულის რეჟიმისათვის და 11 წერტილი ზამთრის რეჟიმისთვის.

განვიხილოთ ჰაერის კონდიცირების წინდენითი სისტემის რეგულირების პრინციპული სქემა (ნახ. XVII, 17 ა). ამ სქემით წარმოებს სათავსის ჰაერის პარამეტრების მუდმივ დონეზე დაქერა. ზამთრის პერიოდისთვის ჰაერის 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 ჰაერის პარამეტრების რეგულირება განხორციელებულია T_2 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 სამსვლიანი სარქველის 11 შემსრულებელ მექანიზმთან. როდესაც გარე ჰაერის სითბოშემცველობა მეტია სარწყავი კამერიდან გამოსული ჰაერის სითბოშემცველობაზე I_k (ნახ. XVII.18), ჰაერის გაცივება სარწყავ კამერაში რეგულირდება სამსვლიანი სარქველის 11 საშუალებით ცივი და კამერის ქვეშეში შემთბარი რეციკულირებული წყლის ნარევით.

სათავსის ჰაერის რეგულირება ზაფხულის პერიოდში ანალოგიურია ზამთრის პერიოდში სათავსის ჰაერის ზემოაღწერილი რეგულირებისა.

ამრიგად, შეგვიძლია ავწეროთ რეგულირების მუშაობის პრინციპი გარე ჰაერის პარამეტრების ცვლილებასთან დაკავშირებით. როგორც აღვნიშნეთ, ფრქვევანების წინ დგება T თერმორეგულატორი, რომელიც შეერთებულია პირველადი კალორიფერის შემსრულებელ მექანიზმებთან. პირველადი კალორიფერით რეგულირება საჭიროა მხოლოდ იმ მომენტამდე, როდესაც გარე ჰაერის სითბოშემცველობა მიაღწევს სარწყავი კამერიდან გამომავალი ჰაერის სითბოშემცველობას. ამ მომენტში შემსრულებელი მექანიზმი მთლიანად გამოთიშავს პირველად კალორიფერში სითბოშემცველის ხარჯს, ხოლო მრავალსაგდულიანი სარქველი კეტავს ჰაერის ხარჯს კალორიფერში და გადასასვლელი სარქველით ჰაერი უშუალოდ მიეწოდება სარწყავ კამერას.

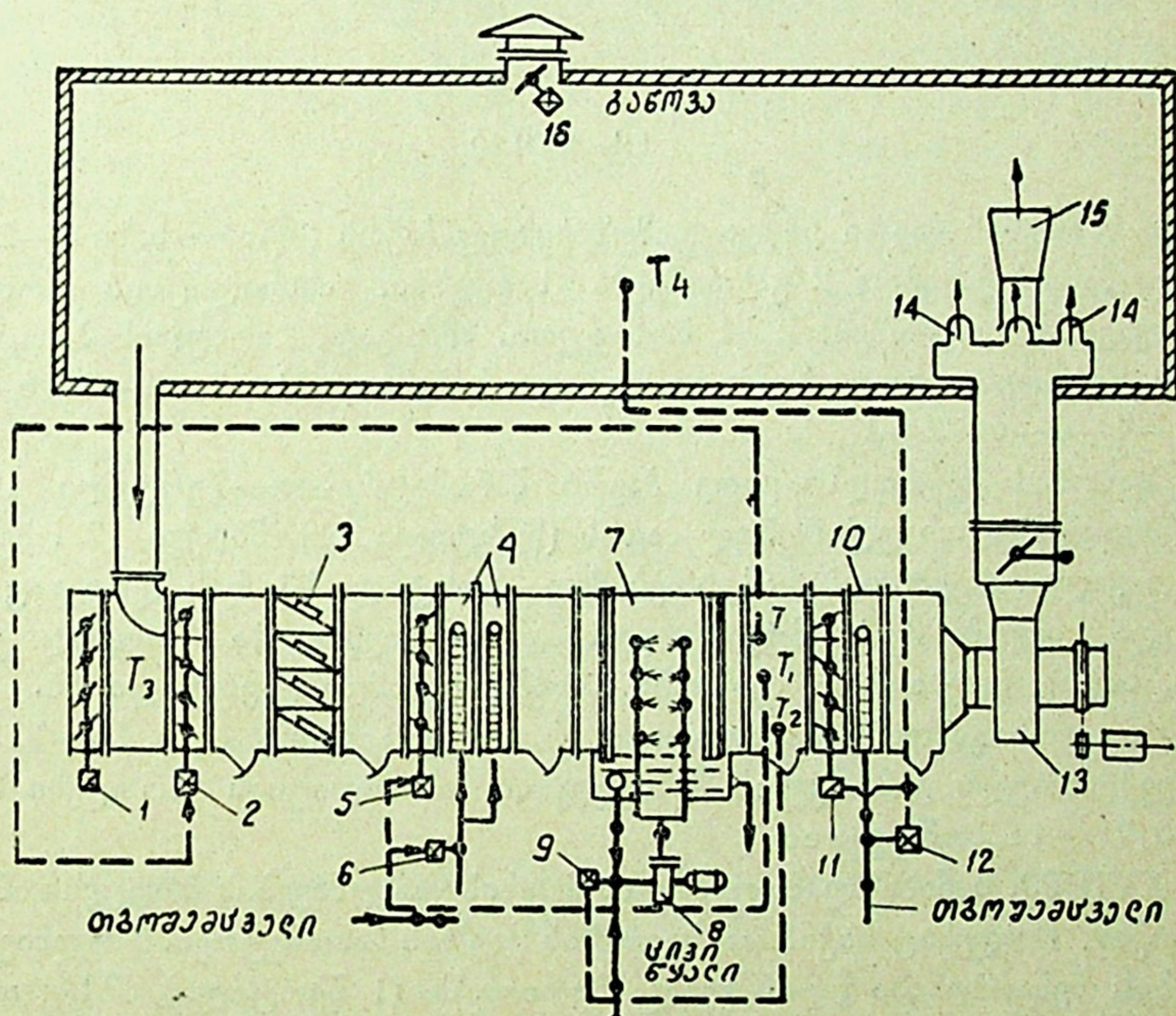
გარე ჰაერის ტემპერატურის შემდგომი ზრდა გამოიწვევს ნამის წერტი-

ლის მუდმივობის შენარჩუნების (k წერტილი) აუცილებლობას ჰაერის ხელოვნურად გაცივებით. როგორც აღვნიშნეთ, ამ მიზნისათვის ტუმბოს შემწოვ ხაზზე დგება სამსვლიანი წყლის სარქველი 11, რომლის რეგულირება წარმოებს T_1 თერმორეგულატორით.

ჰაერის კონდიციონირების სქემა პირველადი რეცირკულაციით

ჰაერის კონდიციონირების 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, შემრევი სარქვე-



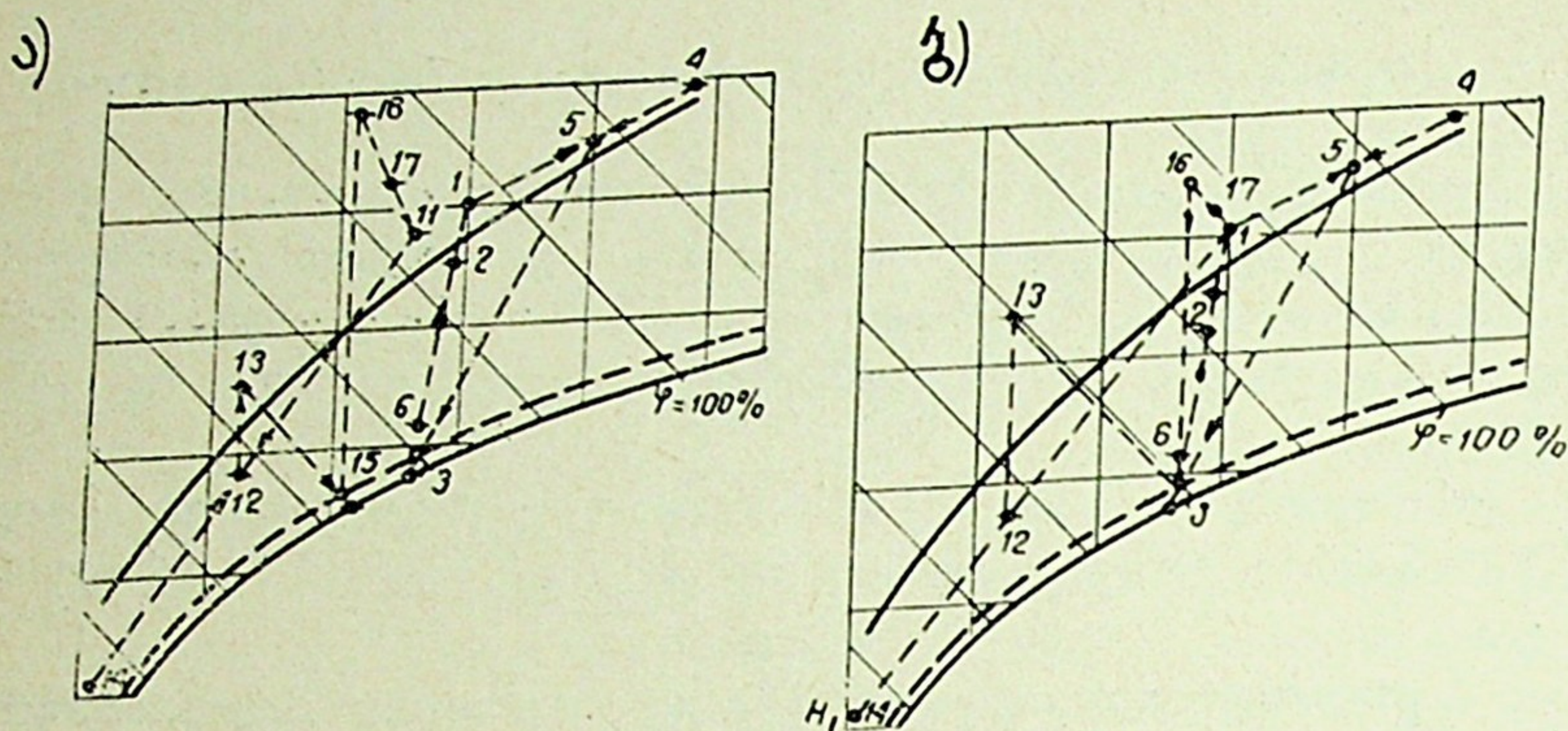
ნახ. XVII.19

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 ვენტილატორი 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. მიღებული ნარევი 5 ცივდება და შრება სარწყავ კამერაში, რომელსაც შეესაბამება წერ-

ტილი 3. დამუშავებული ჰაერი თბება ვენტილატორში (წერტილი 6) და მიეწოდება სათავსს ან ჩვეულებრივი მოდინებითი ნაცმით 14, ანდა ექვექტორული ნაცმებით 15. სითბოსა და ტენის ასიმილაციის პროცესი ჩვეულებრივი ნაცმის შემთხვევაში მიმდინარეობს 6—1 მიმართულებით. ექვექტორი 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. ექვექტორული 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 პროცესი 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 ზედაპირის გაყინვა და უზრუნველყოთ სისტემის ჰიდრაულიკური მდგრადობა.

ზამთრის პერიოდში ნამის წერტილის რეგულირება წარმოებს ჰაერის შემრევი სარქველით 2, რომელიც ნარევაში 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-5 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 $I_k = \text{const.}$ იგი მოქმედებს მრავალსაგდულიანი სარქველისა და თბოშემცველის სარქველის შემსრულებელ მექანიზმებზე. T_1 თერმორეგულატორი კალორიფერთან მთლიანად აიღებს გადამშვებ 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 დიაპაზონი 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 სათავსის ჰაერის თბოშემცველობას, ირთება T_2 თერმორეგულატორი, რომლის საშუალებითაც წარმოებს გაფრქვეული წყლის ტემპერატურის რეგულირება. სათანადოდ რეგულირდება ჰაერის გაცივების ხარისხიც ცივი წყლის ეკონომიის თვალსაზრისით, გარე ჰაერის მაღალ ტემპერატურასთან დაკავშირებით საჭირო 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.

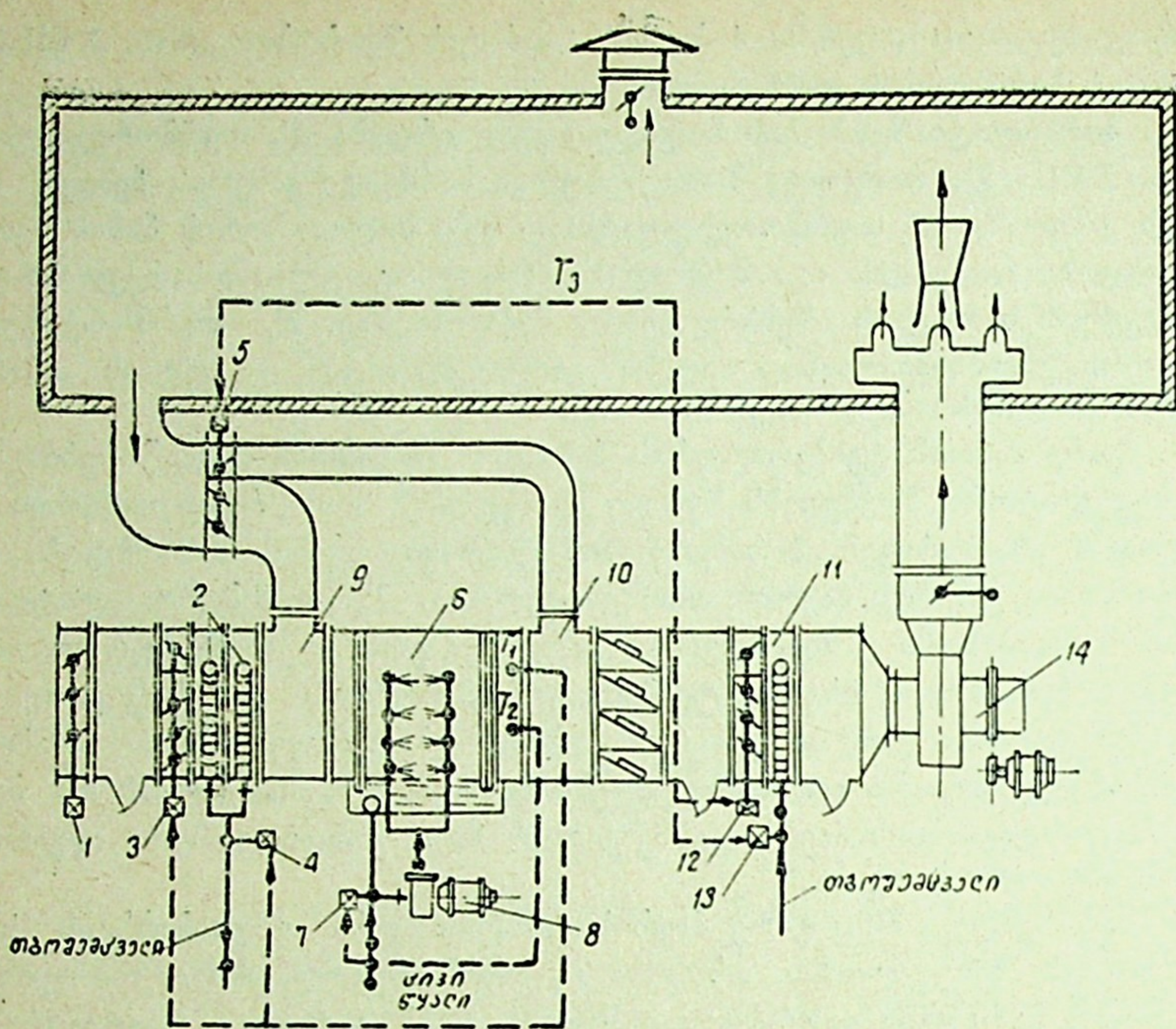
T_4 თერმორეგულატორი სათავსის ჰაერის პარამეტრებს არეგულირებს მეორეული კალორიფერისა და 11 და 12 სარქველების საშუალებით.

ჰაერის კონდიციონირების სქემა პირველადი და მეორეული რეცირკულაციებით

პირველადი და მეორეული რეცირკულაციით ჰაერის კონდიციონირების სქემებში გამოყენებულია სარწყავ კამერაში დასამუშავებელი ნარევის შეთბობა სათავსის 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 საძსვლიან სარქველთან 7.



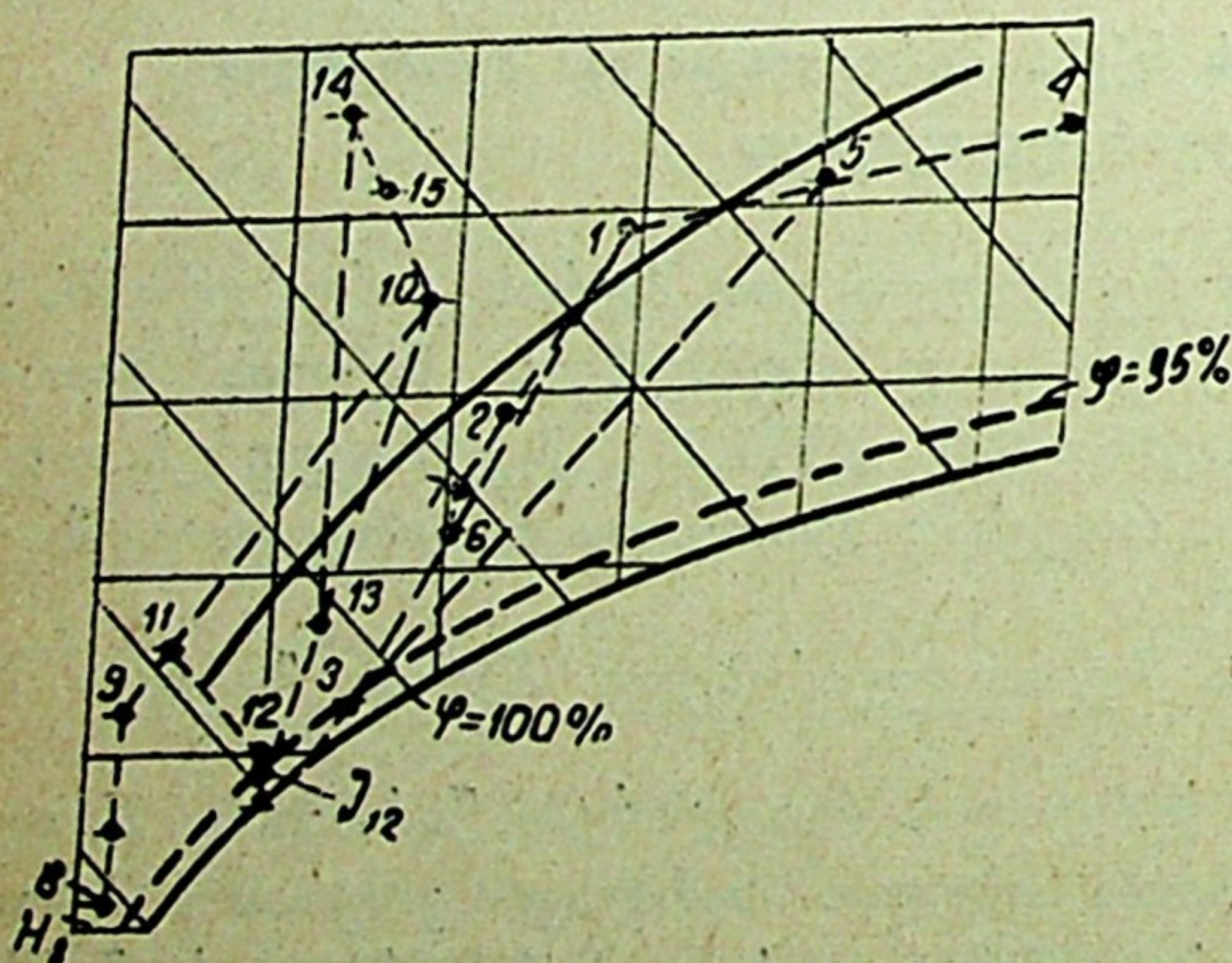
ნახ. XVII.21

სათავეს ტემპერატურის რეგულირება მიმდინარეობს T_3 თერმორეგულატორით, რომელიც მოქმედებს მე-5 სარქვლის შემსრულებელ მექანიზმზე. ამ სარქვლის საშუალებით პროპორციულად იცვლება ჰაერის რაოდენობა, რომელიც პირველადი რეცირკულაციის არხით მიეწოდება შემრევ კამერას 9 და მეორეული რეცირკულაციის არხით — შემრევ კამერას 10.

მას შემდეგ, რაც მთლიანად რეცირკულირებული ჰაერი გამოყენებული 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_3 თერმორეგულატორით და მე-12 და მე-13 სარქვლების დახმარებით.

ჰაერის მომზადების პროცესის სქემის აგება $I-d$ დიაგრამაზე მოცემულია XVII.22 ნახაზზე.



ნახ. XVII.22

ზაფხულის პერიოდში სათავესიდან რეცირკულირებული ჰაერის ნაწილი პარა-

მეტრებით (წერტილი 1) ერევა გარე ჰაერს (წერტილი 4), ნარევი პარამეტრებით (წერტილი 5) ცივდება და შრება სარწყავ კამერაში პარამეტრებამდე (წერტილი 3) და ისევ შეერევა მეორეულ რეცირკულირებული სათავსის ჰაერთან. მიღებული ნარევი პარამეტრებით (წერტილი 6) ვენტilatორსა და ჰაერსადენში თბება მე-7 მდგომარეობამდე, რის შემდეგაც დამუშავებული ჰაერი მიეწოდება სათავსს (პროცესი 7—1), ან ექვექტორულ-შემრევის საშუალებით მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრები მიიღებს მე-2 მდგომარეობას და მიეწოდება სათავსში. 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 სათავსს. ექვექტორი მიწოდების დროს ნარევი მიიღებს მე-15 მდგომარეობას. ამ შემთხვევაში სითბოსა და ტენის ასიმილაციის პროცესი მიმდინარეობს 15—10 მონაკვეთით.

მაგალითი 1. განვსაზღვროთ სავენტilatაციო 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) სათავსის საანგარიშო პარამეტრები (ნახ. XVII.23, წერტილი 2)

$$t_2 = 22^\circ; \varphi_2 = 50\%; I_2 = 10,4; d_2 = 8,4.$$

მისაწოდებელ და სათავსის ჰაერს შორის ტემპერატურათა სხვაობა მივიღოთ $\Delta t = 5^\circ \text{C}$ ტოლად, ხოლო სითბოსა და ტენის ასიმილაციის პროცესის სხივი

$$\varepsilon = \frac{Q}{W} = \frac{10000}{5} = 2000.$$

პროცესი აიგება $I-d$ დიაგრამაზე (ნახ. XVII.23).

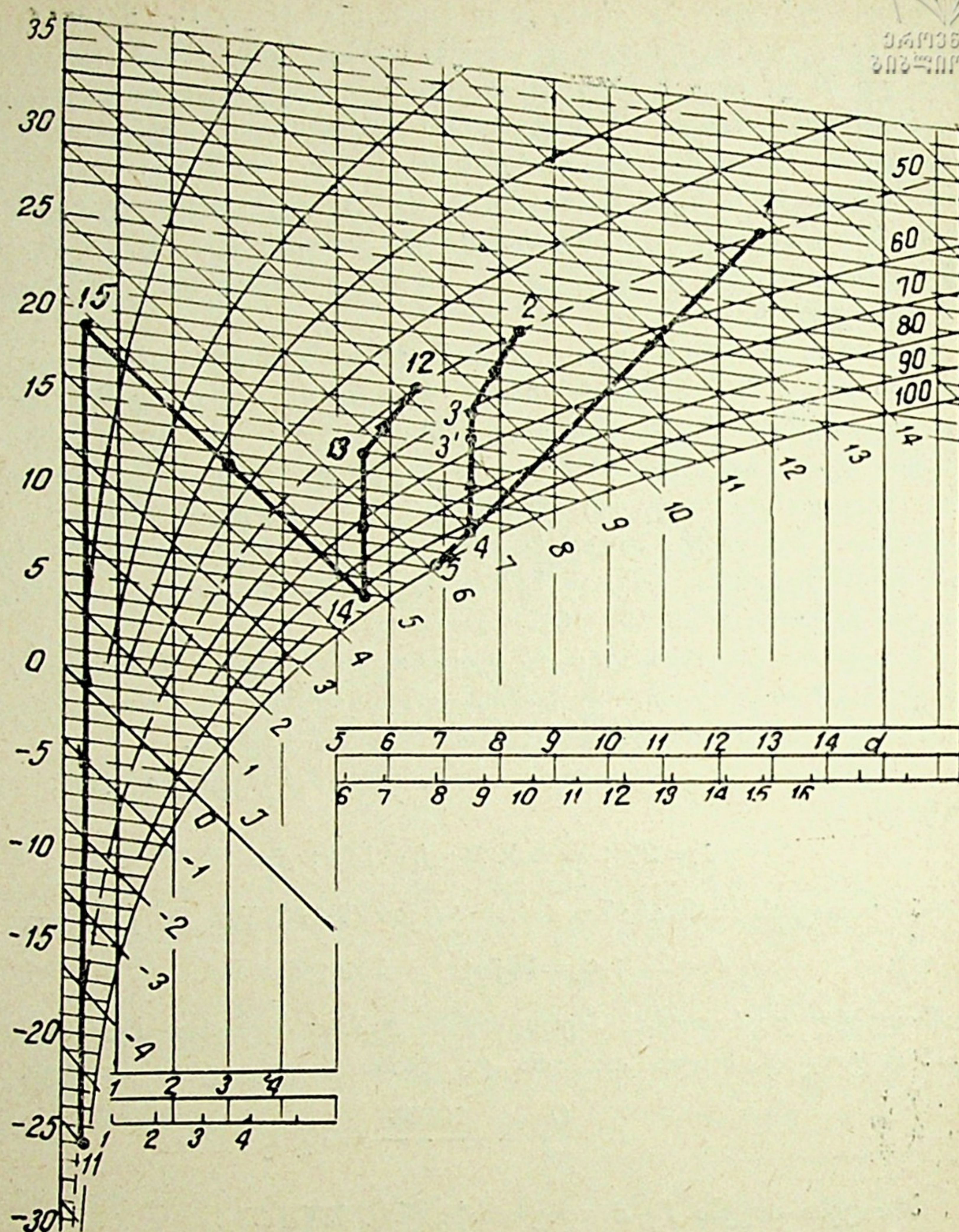
ამოხსნა. მეორე წერტილიდან, რომელსაც შეესაბამება სათავსის ჰაერის პარამეტრები, ვატარებთ ასიმილაციის პროცესის სხივს $\varepsilon = 2000$ და მისი გადაკვეთა ჩვენ მიერ დაშვებულ იზოთერმასთან $t_3 = t_2 - \Delta t = 22 - 5 = 17^\circ \text{C}$ მოგვცემს მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრების მნიშვნელობას (წერტილი 3):

$$t_3 = 17^\circ; I_3 = 8,6 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}; \varphi_3 = 61\%; d_3 = 7,55 \frac{\text{ბ}}{\text{კგ}}.$$

მისაწოდებელი სავენტilatაციო ჰაერის რაოდენობა

$$G = \frac{Q}{I_2 - I_3} = \frac{10000}{10,4 - 8,6} = 55,50 \text{ კგ/სთ.}$$

ვინაიდან მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრები (წერტილი 3) მიიღება მეორეულ კალორიფერში ჰაერის შეთბობით, ამიტომ მე-3 წერტილიდან შეთბობის სხივს ვავლებთ მუდმივი ტენშემცველობით. ამ სხივის გადაკვეთა



ნახ. XVII.23

$\varphi = 95\%$ მრუდთან განსაზღვრავს ჰაერის მდგომარეობას სარწყავი კამერის შემდეგ (წერტილი 4):

$$t_4 = 10,2^\circ; I_4 = 6,95; \varphi_4 = 95\%; d_4 = 7,55.$$

მეორეულ 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. ამგვარად, 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 $t_5=8,4^\circ\text{C}$ (წერტილი 5).

ჰაერის გაცივებაზე დახარჯული ენერგია

$$Q_{\text{სიგ}} = G(I_1 - I_4) = 5550(14,7 - 6,95) = 43000 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}};$$

სითბოს ხარჯი მეორეულ კალორიფერში

$$Q_{\text{II}} = G(I_{3'} - I_4) = 5550(8,25 - 6,95) = 7210 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}}.$$

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 $10000 \text{ მ}^3/\text{სთ}$ 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) სათავის საანგარიშო პარამეტრები

$$t_{12} = 18^\circ; \varphi_{12} = 50\%; I_{12} = 8,2; d_{12} = 6,5.$$

სავენტილაციო ჰაერის რაოდენობა ტოლია ზაფხულის პერიოდისთვის მიღებული ჰაერის რაოდენობისა $G=5550 \text{ კგ/სთ}$. მივიღოთ სითბოსა და ტენის ასიმილაციის პროცესის სხივი

$$\varepsilon = \frac{8000}{5} = 1600.$$

ამოხსნა. მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრები განისაზღვრება სითბოს ბალანსიდან

$$Q_{\text{ზამთ}} = G(I_{12} - I_{13}) \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}.$$

აქედან $\Delta I = \frac{Q}{G} = \frac{8000}{5550} = 1,4 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}$, ე. ი. მისაწოდებელი ჰაერის სითბო-შემცველობა

$$I_{13} = 8,2 - 1,4 = 6,8 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}.$$

მე-12 წერტილიდან, რომელსაც შეესაბამება სათავის ჰაერის პარამეტრები, ვავლებთ ასიმილაციის პროცესის სხივს $\varepsilon=1600$ და მისი გადაკვეთა

სითბოშემცველობასთან $I_{13} = 6,8 \frac{\text{კკალ}}{\text{კგ}}$ მოგვცემს 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 გადაკვეთა $\varphi = 95\%$ 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 ადიაბატური პროცესის სხივის პირველად კალორიფერში შეთბობის სხივთან გადაკვეთაზე (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

$$Q_I = 5550 [4,8 - (-6)] = 60000 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}};$$

2. სითბოს ხარჯი მეორეულ კალორიფერში

$$Q_{II} = 5550 (6,8 - 4,8) = 11100 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}};$$

3. აორთქლებული წყლის რაოდენობა სარწყავ კამერაში

$$W = 5550 (5,7 - 0,45) \cdot 10^{-3} \approx 30,0 \text{ კგ/სთ.}$$

ამრიგად შეიძლება შეირჩეს პირველადი და მეორეული კალორიფერების ხურების ფართობი

$$F = \frac{Q}{\Delta t_{\text{ლ}} \cdot k} \text{ მ}^2,$$

სადაც Q არის სითბოს ხარჯი კალორიფერში;

k — თბოგადაცემის კოეფიციენტი და XVII.8 ნახაზიდან იანგარიშება წონითი სიჩქარეების მიხედვით;

$\Delta t_{\text{ლ}}$ — 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

$$t_{\text{ჰმ}} = \frac{t_{\text{ჰ1}} + t_{\text{ჰ2}}}{2}.$$

ჰორიზონტალური შემთბობი სექციების ჰაერისათვის ცოცხალი კვეთი $F_3 = 0,353 \text{ მ}^2$ (ცხრილი XVII. 5). ჩვენი შემთხვევისათვის ჰაერის სიჩქარე კალორიფერში

$$v = \frac{V}{3600 \cdot F} = \frac{6600}{3600 \cdot 0,353} \approx 5,5 \text{ მ/წმ};$$

სათანადო წონითი სიჩქარე $v_7 = 5,5 \cdot 1,2 = 6,6 \text{ კგ/მ}^2\text{წმ}$. თუ სითბოშემცველად მივიღებთ წყალს $t_1 = 90$ და $t_2 = 70^\circ\text{C}$ პარამეტრებით და კალორიფერში მის სიჩქარედ $v_5 = 0,2 \text{ მ/წმ}$, მაშინ 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

$$F_{II} = \frac{11100}{71,8 \times 20} = 7,7 \text{ მ}^2.$$

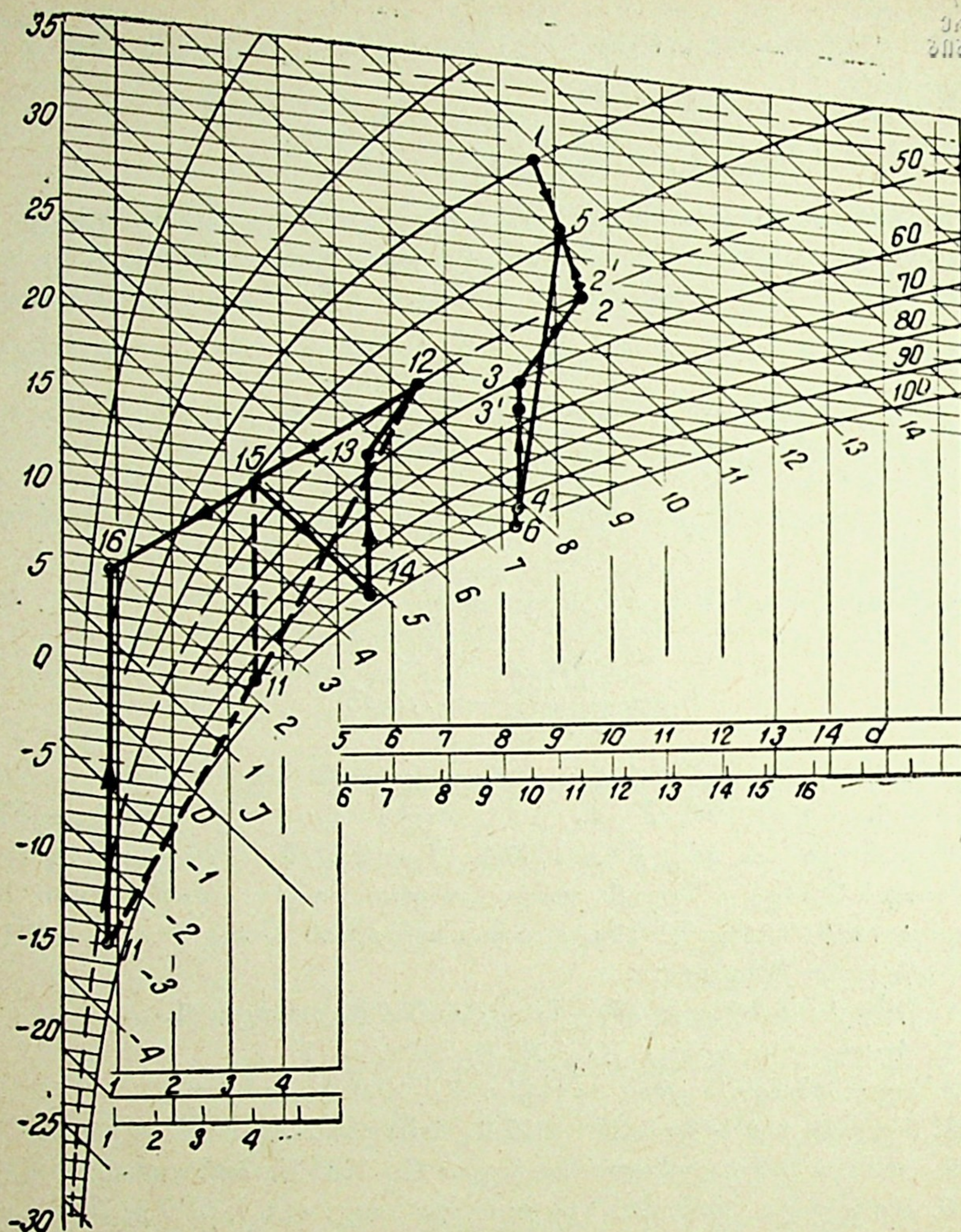
XVII.5 ცხრილიდან ვირჩევთ: პირველად კალორიფერს—სამრიგიან სექციას, ინდექსით Kd1019B; $F = 40,71 \text{ მ}^2$, ხოლო მეორეულ კალორიფერს—ერთრიგიან სექციას, ინდექსით 1017B, $F = 13,57 \text{ მ}^2$. ამრიგად, ტიპური სექციებისაგან შეიძლება შედგეს კონდიციონერი, რომლის პრინციპული სქემა მოცემულია XVII.16. ნახაზზე. ტიპური სექციების მიმდევრობა XVII.16 ნახაზის მიხედვით შემდეგია:

1. მიმღები სარქველი ინდექსით Kd-1034 B, პოზიცია 1.
2. შუალედური სექცია Kd-1007 B, პოზიცია 1'.
3. თვითმწმენდი ჰაერის ფილტრი Kd-1006 A, პოზიცია 2.
4. შუალედური სექცია Kd 1007 B, პოზიცია 2'.
5. ორმაგი შეწყვილებული სარქველი Kd-1046 B, პოზიცია 3.
6. პირველადი შეთბობის სექცია (კალორიფერი) Kd-1019 B, პოზიცია 4.
7. შუალედური სექცია Kd-1007 B, პოზიცია 4'.
8. ორრიგიანი სარწყავი კამერა Kd-1002 B, პოზიცია 5.
9. შუალედური სექცია Kd-1007 B, პოზიცია 5'.
10. ორმაგი შეწყვილებული სარქველი Kd-1046 B, პოზიცია 6.
11. მეორეული შეთბობის სექცია (კალორიფერი) Kd-1017 B, პოზიცია 7.
12. შუალედური სექცია Kd-1007 B, პოზიცია 7.
13. გარდამავალი სექცია Kd-1009 B, პოზიცია 8'.
14. სავენტილაციო დანადგარი Kd 1061 II, პოზიცია 8.

მაგალითი 3. განვსაზღვროთ სავენტილაციო ჰაერის რაოდენობა, სიცივისა და სითბოს ხარჯები, თუ ჰაერის კონდიციონირების პროცესი ზაფხულის პერიოდში მიმდინარეობს პირველადი რეცირკულაციის 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. სათავსის საანგარიშო პარამეტრები (ნახ. XVII.24, წერტილი 2)

$$t_2 = 24^\circ; \quad \varphi_2 = 50\%; \quad I_2 = 11,5; \quad d_2 = 9,5.$$

მისაწოდებელ და სათავსის ჰაერს შორის ტემპერატურათა სხვაობა მივიღოთ $\Delta t = 5^\circ\text{C}$, ხოლო სათავსის სითბოსა და ტენის ასიმილაციის პროცესის სხივი

$$\varepsilon = \frac{40000}{25} = 1600.$$

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 ვატარებთ სათავსის პროცესის სხივს $\varepsilon=1600$ და მისი გადაკვეთა $t_3=t_2-\Delta t=24-5=19^\circ\text{C}$ იზოთერმასთან მოგვცემს მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრებს (წერტილი 3)

$$t_3=19^\circ; \quad \varphi_3=60\%; \quad I_3=9,55; \quad d_3=8,3.$$

სავენტილაციო ჰაერის საერთო რაოდენობა

$$G=\frac{Q}{I_2-I_3}=\frac{40000}{11,5-9,55}=20822 \text{ კგ/სთ.}$$

მე-3 წერტილიდან გატარებული შეთბობის სხივის $d=\text{const}$ გადაკვეთა $\varphi=95\%$ მრუდთან განსაზღვრავს ჰაერის მდგომარეობას სარწყავი კამერის შემდეგ (წერტილი 4):

$$t_4=11,5^\circ; \quad \varphi_4=95\%; \quad I_4=7,75; \quad d_4=8,3.$$

კალორიფერში შეთბობა მიმდინარეობს მხოლოდ მე-3' წერტილამდე, რომლის პარამეტრებია:

$$t_{3'}=17,5^\circ; \quad \varphi_{3'}=65\%; \quad I_{3'}=9,15; \quad d_{3'}=8,3.$$

ვინაიდან კონდიციონერების სქემა ითვალისწინებს პირველად რეცირკულაციას, ამიტომ სათავსიდან რეცირკულირებული ჰაერის პარამეტრები ჰაერსადენებში თბოგადაცემის გამო იზრდება 2—2' მონაკვეთით:

$$t_{2'}=24,5^\circ; \quad \varphi_{2'}=48\%. \quad I_{2'}=11,6; \quad d_{2'}=9,5.$$

ცხადია, სათავსიდან რეცირკულირებული და გარე ჰაერის ნარევის პარამეტრები მდებარეობს 2' და 1 წერტილების შემაერთებელ 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 გადავზომოთ მიღებული მონაკვეთის სიგრძე 8,78 მმ (წერტილი 5). მე-5 წერტილი განსაზღვრავს სარწყავი კამერის წინ ნარევის პარამეტრების მნიშვნელობას:

$$t_5=27,6^\circ; \quad \varphi_5=39\%; \quad I_5=12,1; \quad d_5=9,05.$$

მე-4 და მე-5 წერტილებზე ვატარებთ სარწყავ კამერაში ჰაერის გაცივებისა და გაშრობის პროცესის სხივს. ამ სხივის გადაკვეთა $\varphi=100\%$ მრუდთან განსაზღვრავს წყლის ტემპერატურას კონდიციონერის ქვეშ (წერტილი 6) $t_6=10,8^\circ\text{C}$.

რეცირკულირებული ჰაერის რაოდენობა

$$G_1=20820-10000=10820 \text{ კგ/სთ.}$$

სიცივის ხარჯი სარწყავ კამერაში

$$Q_{\text{სიცი}}=20820(12,1-7,75)=90500 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}};$$

სითბოს ხარჯი მეორეულ კალორიფერში

$$Q_{II} = 20820 (9,15 - 7,75) = 29190 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}};$$

კონდიციონერის მწარმოებლობა ჰაერის მიმართ

$$V = G\gamma = 20820 \times 1,2 = 25000 \text{ მ}^3/\text{სთ}.$$

უნდა შევარჩიოთ კონდიციონერის ტიპური სექციები 20000 მ³/სთ მწარმოებლობით.

პირველადი რეცირკულირებული სქემის გაანგარიშება განვიხილოთ 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. სათავსის 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. სათავსის ასიმილაციის პროცესის სხივი

$$\varepsilon = \frac{28000}{21} = 1500.$$

სავენტილაციო საერთო ჰაერის რაოდენობა ზაფხულის პერიოდისთვის მივიღოთ საანგარიშო ჰაერის რაოდენობის ტოლად $G = 20820$ კგ/სთ.

ამოხსნა. მისაწოდებელი ჰაერის პარამეტრები განისაზღვრება ბალანსიდან

$$\Delta d = \frac{\omega 1000}{G} = \frac{21 \cdot 1000}{20800} = 1,008 \text{ გ/კგ}.$$

მისაწოდებელი ჰაერის ტენზემცველობა

$$d_{13} = 6,55 - 1,008 = 5,542 \text{ გ/კგ}.$$

სათავსის პროცესის 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 განსაზღვრავს 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 დასადგენად ვაგებთ დამხმარე 11—12 სწორ ხაზს და მასზე ვპოულობთ ჰაერის ნარევის 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 გატარებთ პირობით შეთბობის სხივს და ამ სხივის გადაკვეთის ადგილი ადიაბატურ დატენიანების სხივთან $I_{14} = \text{const}$ განსაზღვრავს ჰაერის ნარევის პარამეტრებს სარწყავი კამერის წინ:

$$t_{15} = 11,0^\circ; \varphi_{15} = 41\%; d_{15} = 3,5; I_{15} = 4,9.$$

პირველადი გათბობის სწორი ხაზის გადაკვეთა $d_{11} = \text{const}$ 1--2 და მე-15 წერტილებზე გატარებულ სწორ ხაზთან გვაძლევს გარე ჰაერის მდგომარეობას პირველად კალორიფერში შეთბობის შემდეგ (წერტილი 16):

$$t_{16} = 5,5^\circ; \varphi_{16} = 15\%; d_{16} = 0,8; I_{16} = 1,9.$$

$I-d$ დიაგრამაზე ამით მთავრდება პირველადი რეცირკულაციით ჰაერის კონდიციონირების პროცესის აგება.

მიღებული პარამეტრებით განისაზღვრება:

1. სითბოს ხარჯი პირველად კალორიფერში

$$Q_I = 11000 [1,9 - (-3,1)] = 55000 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}};$$

2. სითბოს ხარჯი მეორეულ კალორიფერში

$$Q_{II} = 20820 (6,65 - 4,75) = 39700 \frac{\text{კკალ}}{\text{სთ}};$$

3. აორთქლებული 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 მ³/სთ ჰაერის მწარმოებლობით. სარწყავი კამერის გაანგარიშება მოცემულია IX თავში (კალორიფერების შერჩევის მეთოდის დეტალურად განხილული იყო წინა მაგალითში).

პირველადი რეცირკულაციით კონდიციონერის ტიპური სექციების მიმღევრობა XVII.19 ნახაზის მიხედვით შემდეგია:

- | | |
|---|-------------|
| 1. მიმღები სარქველი ინდექსით Kd 2034 B, | პოზიცია 1 |
| 2. შემრევი სექცია Kd 2012 БИ, | პოზიცია 1' |
| 3. შეწყვილებული სარქველი Kd 2046 B, | პოზიცია 2 |
| 4. შუალედური სექცია Kd 2007 БИ, | პოზიცია 2' |
| 5. თვითმწმენდი ჰაერის ფილტრი Kd 2006 A, | პოზიცია 3 |
| 6. შუალედური სექცია Kd 2007 БИ, | პოზიცია 3' |
| 7. ორმაგი შეწყვილებული სარქველი Kd 2046 B, | პოზიცია 5 |
| 8. პირველადი შემთბობი სექცია Kd 2018 B, | პოზიცია 4 |
| 9. შუალედური სექცია Kd 2007 БИ, | პოზიცია 5' |
| 10. ორიგინალი სარწყავი კამერა Kd 2002 B, | პოზიცია 7 |
| 11. შუალედური სექცია Kd 2007 БИ, | 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 БИ, | პოზიცია 10' |
| 15. გარდამავალი სექცია Kd 2009 B, | პოზიცია 13' |
| 16. სავენტილაციო დანადგარი Kd 2010 B, | პოზიცია 13 |

სავენტილაციო სისტემების რეგულირება და ექსპლუატაცია

§ 86.

სისტემების რეგულირების უმთავრესი ხარისხები

სავენტილაციო დანადგარების გაანგარიშებისას შეიძლება დაშვებულ იქნეს რაიმე შეცდომა, ანდა სისტემების დამონტაჟებისას — ზოგიერთი გადახვევა პროექტიდან. ამის შედეგად ზოგჯერ სავენტილაციო სისტემები ვერ უზრუნველყოფენ პროექტით გათვალისწინებული მოქმედების ეფექტს. კერძოდ, ზოგიერთ სათავსს (სხვა სათავსების ხარჯზე) შეიძლება მიეწოდოს საჭიროზე მეტი ან ნაკლები რაოდენობის ჰაერი. გარდა ამისა, შეიძლება სათავსებში მისაწოდებელი ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა არ შეესაბამებოდეს პროექტით გათვალისწინებულ პარამეტრებს. ამ დეფექტების გამოსწორებისათვის საჭიროა სავენტილაციო 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.

სავენტილაციო სისტემების მწარმოებლობის რეგულირება შეიძლება როგორც ვენტილატორის მახასიათებლის ცვლით (მისი ბრუნთა რიცხვის შემცირებით ან გაზრდით), ასევე ჰაერსატარების ქსელის ჯამური წინააღობის შემცირებით ან გაზრდით (რაც ხორციელდება ქსელში დაყენებული ჩამკეტ-მარეგულირებელი მოწყობილობების — შიბერების, დროსელების, სარქვლების და სხვ. გამოყენებით).

სავენტილაციო 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 ელექტროენერგიის ხარჯი). სავენტილაციო ქსელის რეგულირებას კი იწყებენ ვენტილატორთან უახლოეს მანძილზე განლაგებული განშტოებებიდან ამ უკანასკნელში დამატებითი წინააღობების (შიბერებისა და დროსელ-სარქვლების საშუალებით) შექმნით ისეთნაირად, რომ განშტოებებში მიწოდებული ჰაერის რაოდენობა შეესაბამებოდეს პროექტით

გათვალისწინებულს. ჭარბი ჰაერი კი მიეწოდება იმ უბნებს, რომლებშიც გვაქვს ჰაერის ნაკლებობა.

რეგულირებას აწარმოებენ მანამდე, ვიდრე ჰაერის ხარჯი მოდინების ან ამომწოვ ნახვრეტებში 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 მთლიანი ხარჯის რეგულირება სისტემაში წარმოებს შახტში განლაგებული დათბუნებული დროსელ-სარქვლის საშუალებით. ჰაერის ხარჯის შემცირება ამა თუ იმ არხიდან ხდება საჯალუზო გისოსის ნაწილობრივ მიკეტვით ანდა ფოლადის ფურცლისგან დამზადებული დიაფრაგმის საშუალებით, რომელსაც არხში აყენებენ ამ უკანასკნელის მთავარ შემკრებ არხთან მიერთების ადგილას. მთავარ შემკრებ არხში ჰაერის ხარჯის რეგულირებაც წარმოებს მასში განლაგებული ფოლადის დიაფრაგმით.

ვენტილაციის გრაფიტაციული სისტემების რეგულირება წარმოებს მანამდე, ვიდრე ისინი არ უზრუნველყოფენ გაანგარიშებით მიღებულ საჭირო ჰაერცვლის 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 მინის ფიზიკურ თვისებებზე.

ჰაერის ტემპერატურის გაზომვისას, როდესაც თერმომეტრზე გავლენას ახდენს სხივური სითბო, ჩვეულებრივი 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 გამომყოფი 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

$$t_{\text{ნამდ}} = t_{\text{მოვერცხ}} - k(t_{\text{რგ}} - t_{\text{მოვერცხ}}),$$

სადაც $t_{\text{ნამდ}}$ არის ჰაერის ტემპერატურა სინამდვილეში, $^{\circ}\text{C}$ -ით;

$t_{\text{მოვერცხ}}$ — ტემპერატურა იმ თერმომეტრით, რომლის რეზერვუარი მოვერცხლილია, $^{\circ}\text{C}$ -ით;

$t_{\text{რგ}}$ — ტემპერატურა ჩვეულებრივი თერმომეტრით, $^{\circ}\text{C}$ -ით.

k — კოეფიციენტი, რომელსაც 0,2 ტოლს იღებენ.

თერმოწყვილები. თერმოწყვილებით ტემპერატურათა გაზომვის მეთოდს საფუძვლად უდევს თერმოელექტრული მოვლენები. მათი გამოყენება ტემპერატურათა გაზომვისათვის ემყარება გარკვეულ დამოკიდებულებებს თერმოელექტრომამოძრავებელ ძალასა, რომელიც სხვადასხვა სახის გამტარებისაგან შემდგარ რგოლში წარმოიქმნება, და ამ გამტარების შეერთების ადგილში წარმოქმნილ ტემპერატურათა შორის.

ელექტრომამოძრავებელი 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 იფანგებოდნენ; ელექტროწინალობის 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°C და მეტი) გასაზომად.

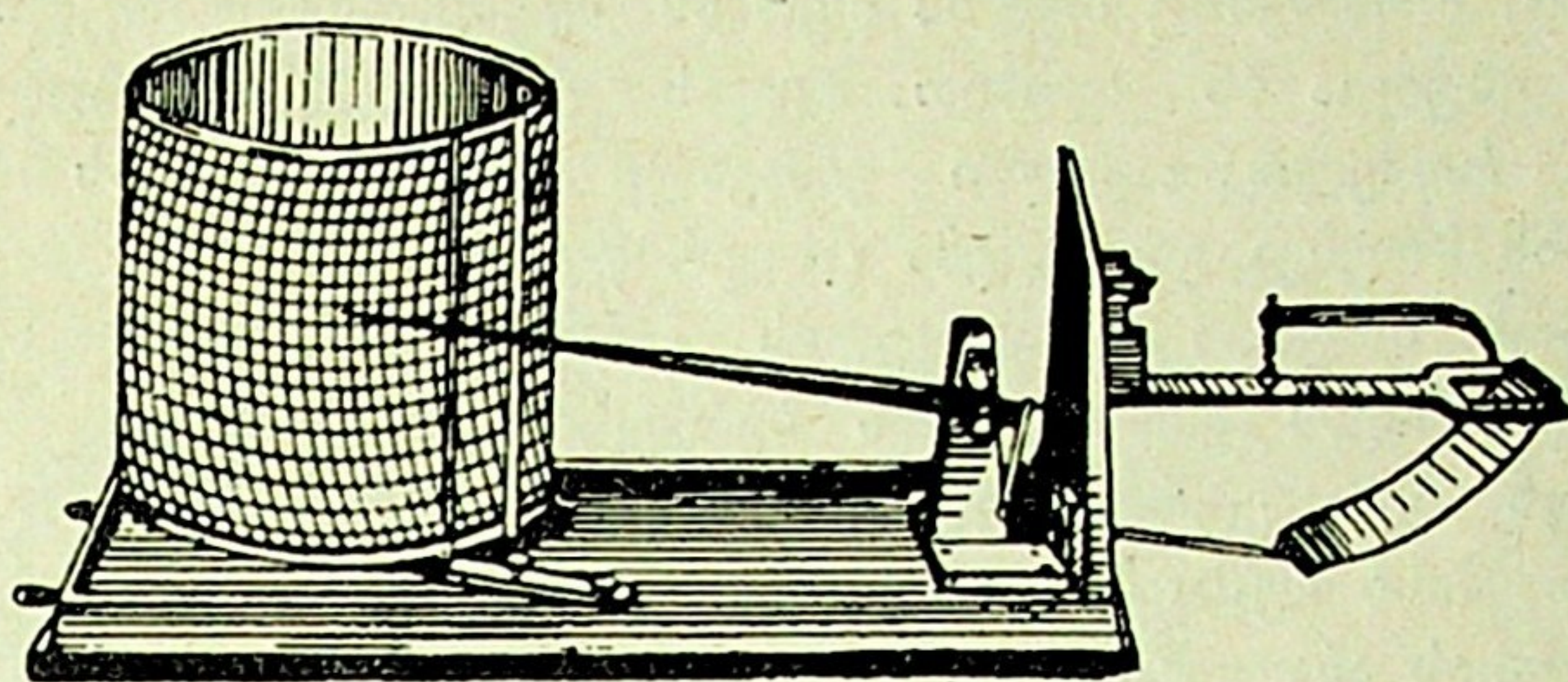
მეორე ჯგუფის თერმოწყვილები ფართოდ გამოიყენება ტემპერატურათა გასაზომად ტექნიკის სხვადასხვა დარგში. მათი დამზადება შეიძლება მთელი რიგი არაკეთილშობილი ლითონებისგან: სპილენძი, რკინა, ალუმელი, ქრომელი, კონსტანტანი და სხვ. გათბობისა და ვენტილაციის ტექნიკაში ყველაზე მეტი გავრცელება ჰპოვეს სპილენძ-კონსტანტანისგან დამზადებულმა თერმოწყვილებმა, რომლებიც უმთავრესად გამოიყენება დაბალი ტემპერატურების (0° -დან 100°C -მდე) გასაზომად.

წინააღობების თერმომეტრები. მათში გამოიყენება გამტარების ის თვისება, რომ ტემპერატურათა ცვალებადობისას იცვლება ელექტროწინალობაც.

წინააღობების თერმომეტრების საშუალებით ტემპერატურათა განსაზღვრისათვის საჭიროა მათი ელექტროწინალობის გაზომა, 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 (შევსებული უშრობი მელნით), და ზამბარასთან მიერთებული ბერკეტების სისტემისაგან. ისრის დახრის შესაცვლელად ბერკეტზე დაყენებულია ხრახნი. ამ უკანასკნელით ხდება ზამბარის რეგულირება. ტემპერატურის აწევისას ზამბარა სწორდება, ხოლო შემცირებისას — იგრიხება. ეს ცვალებადობა გადაეცემა კალამს, რომელიც დოლზე დახვეულ ლენტზე ავლებს ტემ-

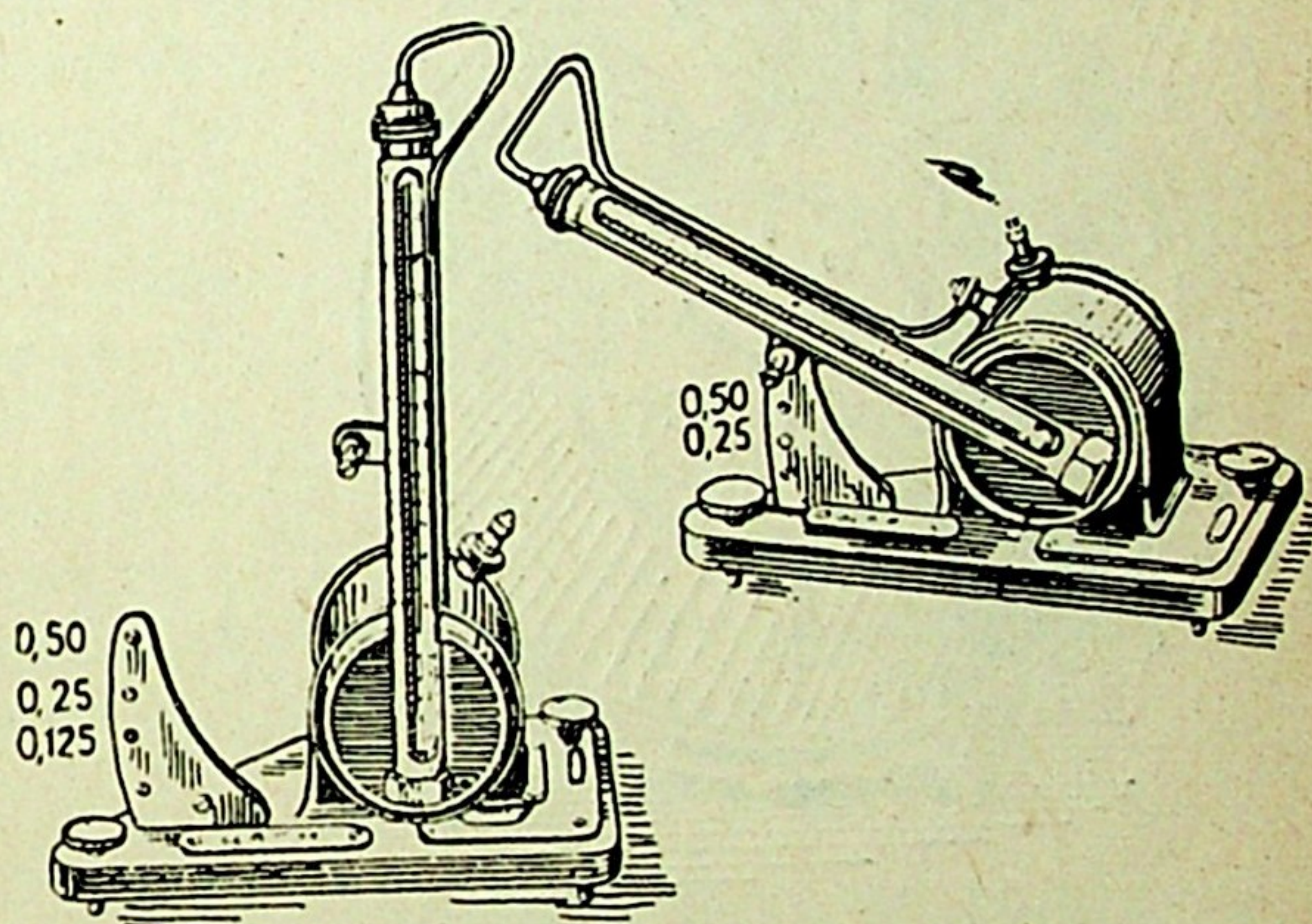
პერატურათა უწყვეტ ზიგზაგისებრ ხაზს. დოლის შიგნით განლაგებულია საათის მექანიზმი, რომლითაც დოლი ბრუნავს. დოლის სრული ბრუნის სრულდება დროის იმ შუალედში, რომელზეც გათვლილია მექანიზმი.



ნახ. XVIII.1

ჰაერსატარში წნევის საზომი ხელსაწყოები. სავენტილაციო სისტემის ცალკეულ წერტილებში წნევის სიდიდე იზომება მიკრომანომეტრ-თან მიერთებული პნევმომეტრული მილაკის საშუალებით. XVIII.2 ნახაზზე

მოცემულია მიკრომანომეტრ ЦАГИ-ს საერთო ხედი. იგი შედგება რეზერვუარის, მინის კაპილარული მილაკის, შტიფტისა და ფინისაგან, რომელშიც გათვალისწინებულია სამი ნახვრეტი, რომლებიც შეესაბამება მილაკის ჰორიზონტისადმი დახრის კუთხეებს — 0,125, 0,25 და 0,5. მინის მილაკის დახრის კუთხის ცვლით და ამ მილა-



ნახ. XVIII.2

კის შტიფტის საშუალებით ამა თუ იმ მდგომარეობაში დამაგრებით ხდება მიკრომანომეტრის მაჩვენებლის სიზუსტის უზრუნველყოფა. პნევმომეტრული მილაკი მიკრომანომეტრს უერთდება ორი შლანგით. მიკრომანომეტრის დაყენების სიზუსტის შემოწმება წარმოებს მიკრომანომეტრის სადგარზე დაყენებული თარაზობებით.

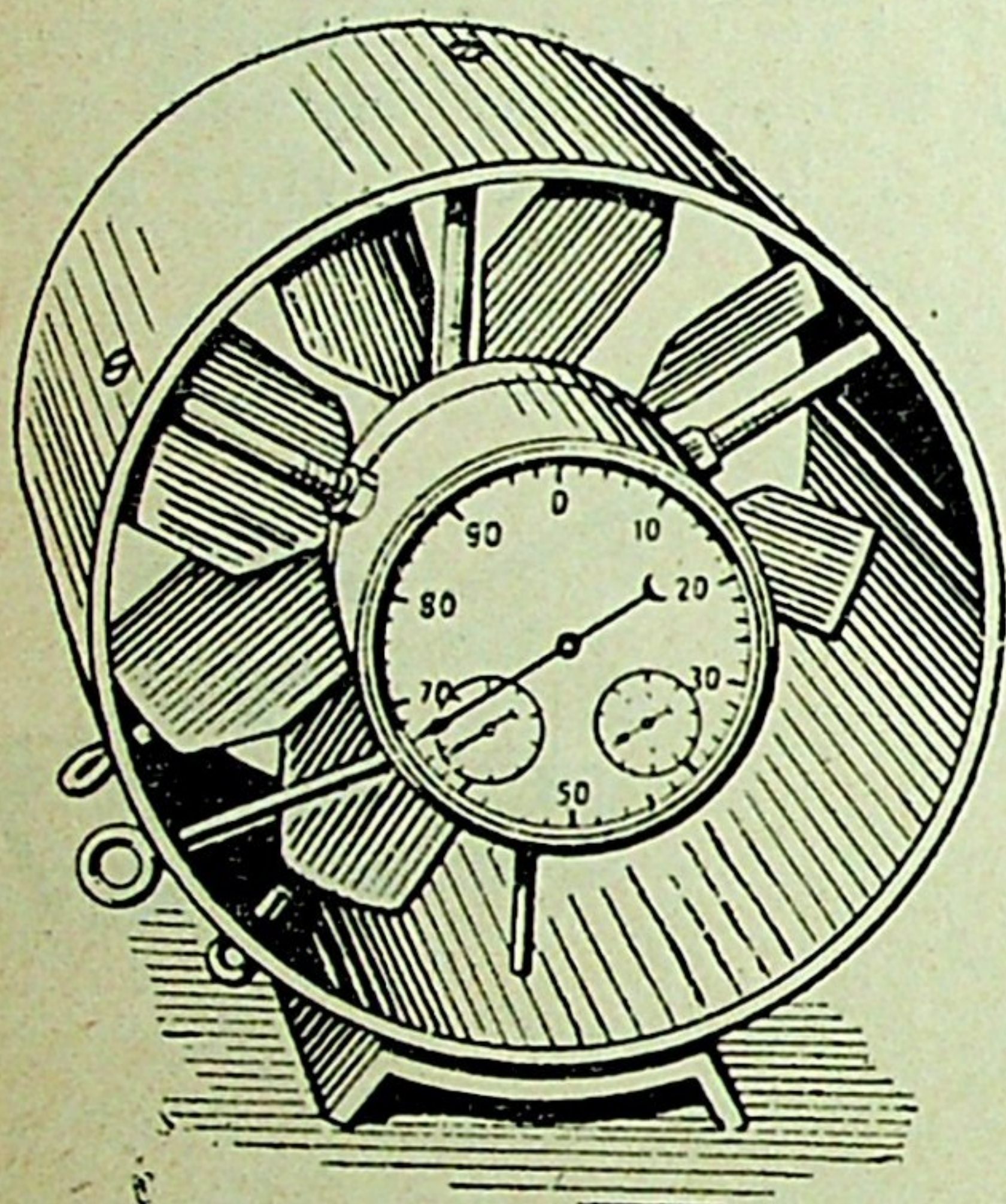
მიკრომანომეტრი ЦАГИ გამოიყენება იმ შემთხვევებში, როდესაც ჰაერსატარში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე აღემატება 2 მ/წმ (სიზუსტე შეადგენს $\pm 5\%$), ხოლო როცა სიჩქარე 2 მ/წმ-ზე ნაკლებია, იყენებენ ელექტრომანომეტრს.

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის საზომი ხელსაწყოები. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის განსასაზღვრავად, როცა სიჩქარეები არ აღემატება 15 მ/წმ, იყენებენ ფრთებიან ანემომეტრს (ნახ. XVIII.3), ხოლო როდესაც

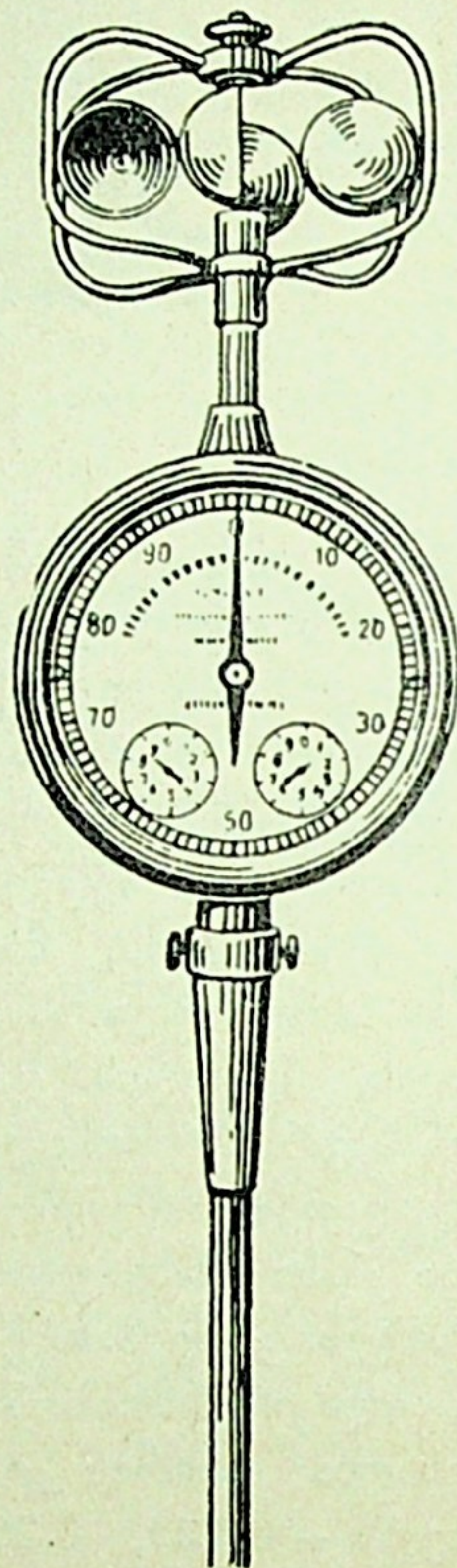
ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე 35 მ/წმ-ს აღწევს — ფიალებიან ანემომეტრს (ნახ. XVIII.4).

ფრთებიანი ანემომეტრი შედგება თვლისაგან მასზე დამაგრებული ალუმინის ფრთებით, რომლებიც თვლის ღერძის პერპენდიკულარული სიბრტყის მიმართ განლაგებულია 45° კუთხით. თვლის ღერძი 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 აძლიერებს ამ ბრუნვას, ანდა უკუქმედებს მასზე.

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეების გასაზომად შეიძლება აგრეთვე სხვადასხვა ელექტროგადამწოდებიანი ელექტროანემომეტრების გამოყენება.

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის საზომი ხელსაწყოები. ჰაერის ფარდობით ტენიანობას ზომავენ ფსიქრომეტრებით.

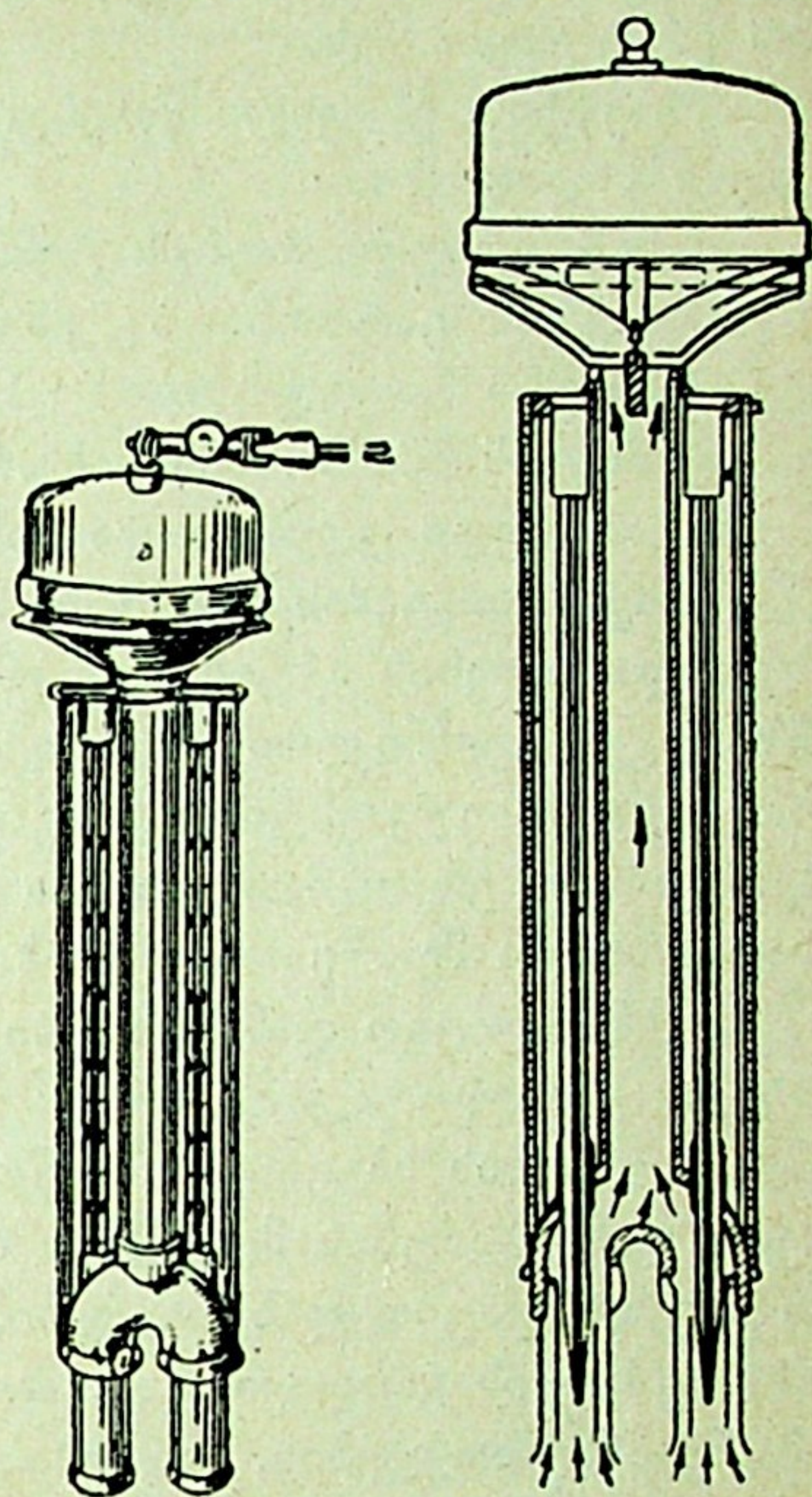
უმარტივესი ფსიქრომეტრი (ავგუსტის) შედგება ორი — მშრალი და ტენიანი თერმომეტრისგან. ტენიანი თერმომეტრის ვერცხლისწყლის რეზერვუარს შემოხვეული აქვს მარლის ნაჭერი, რომლის ერთი ბოლო ჩაშვებულია წყლით სავსე ფიალაში. ვინაიდან წყალი აორთქლებსას ართმევს სითბოს, ამიტომ ტენიან თერმომეტრს უფრო დაბალი ტემპერატურა აქვს, ვიდრე მშრალს.

ამ თერმომეტრების მაჩვენებლებისა და მათ შორის არსებულ ტემპერატურათა სხვაობის სიდიდეების მიხედვით სპეციალური ცხრილის დახმარებით საზღვრავენ ჰაერის ფარდობით ტენიანობას.

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის უფრო 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 ჯგუფს შემოხვეული აქვს სველი მარლის ნაჭერი.

ჰაერის ტენიანობის ცვალებადობის ჩასაწერად გამოიყენება თერმოგრაფის ანალოგიური თვითმწერი ხელსაწყო — ჰიგროგრაფი.



ნახ. XVIII.5

§ 88.

სავენტილაციო სისტემების მოვლა

სწორად დაგეგმილი და დამონტაჟებული სავენტილაციო სისტემების მუშაობის ეფექტურობა ბევრადაა დამოკიდებული 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 მონაცემების შედარება პროექტით გათვალისწინებულთან;

2) სავენტილაციო დანადგარების ისეთი მაჩვენებლების შემოწმება, როგორიცაა ჰაერის ხარჯი, ტემპერატურა და სხვ.;

3) სათავსებში მავნე მინარევების კონცენტრაციის შემცირების სიდიდის გამოვლინება და არსებული კონცენტრაციის სანიტარული ნორმებით დასაშვებთან შედარება.

სავენტილაციო დანადგარების ეფექტურობაზე გამოცდისათვის საჭიროა ყველა ვენტილატორის, ელექტრომოდოტორის, 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 ეფექტურობის 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 სათავსისათვის) მუშაობის გრაფიკი. ასე, მაგალითად, იმ სათავსებში, რომლებშიც ხდება მავნე ანაორთქლების, აირებისა და მტერის გამოყოფა, 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 ჟურნალი, 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 ჰაერის ფიზიკური თვისებები
 $P_{\text{ბარ}} = 760$ მმ ვერცხ. წყ. სვ. წნევისას

ტემპერატურა °C	1 მმ მშრალი ჰაერის			წყლის გაყვრებული ორთქლის მმ ვერცხ. წყ. სვ.	წყლის ორთქლის შემცვე- ლობა მთლიანი გაჯერებისას		
	წონა, კგ	აღებული 0°-ის დროს t° -ის დროს მოგვცემს $(1+\alpha t)$, მმ	აღებული t° -ის დროს 0°-ის დროს მოგვცემს $\frac{1}{1+\alpha t}$, მმ		1 მმ ჰაერში, გ	1 კგ ტენიან ჰაერში, გ	1 კგ მშრალ ჰაერში, გ
1	2	3	4	5	6	7	8
—20	1,396	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	1,379	0,938	1,066	1,207	1,4	1,03	1,04
—16	1,374	0,941	1,062	1,303	1,5	1,10	1,11
—15	1,368	0,945	1,058	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	1,630	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	1,78	1,79
—9	1,337	0,967	1,034	2,267	2,5	1,91	1,93
—8	1,332	0,971	1,030	2,455	2,7	2,06	2,08
—7	1,327	0,974	1,026	2,653	2,9	2,23	2,25
—6	1,322	0,978	1,023	2,876	3,1	2,33	2,40
—5	1,317	0,982	1,019	3,160	3,4	2,58	2,60
—4	1,312	0,985	1,015	3,368	3,6	2,73	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	1,298	0,996	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	6,998	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	8,00	8,15
12	1,239	1,044	0,958	10,520	10,6	8,60	8,75
13	1,235	1,048	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	1,062	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	0,929	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	26,3	27,2

დანართი I (გაგრძელება)

1	2	3	4	5	6	7	8
31	1,161	1,114	0,898	33,70	31,8	27,8	28,8
32	1,157	1,117	0,895	35,66	33,5	29,5	30,6
33	1,154	1,121	0,892	37,73	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	35,6
36	1,142	1,132	0,884	44,56	41,4	37,0	38,8
37	1,139	1,136	0,881	47,07	43,6	39,2	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	1,128	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	51,6	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	72,8
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	96,6
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

მშრალი ჰაერის ფიზიკური თვისებები

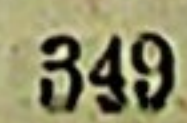
$P_{\text{ბარ}} = 760$ მმ ვერცხ. წყ. სვ. წნევისას

$t^{\circ}\text{C}$	γ , კგ/მ ³	C_p კკალ/კგ $^{\circ}\text{C}$	$\lambda \cdot 10^2$ კკალ/მ.სთ $^{\circ}\text{C}$	$a \cdot 10^2$ მ ² /სთ	$\mu \cdot 10^6$ კგ. წმ/მ ²	$\nu \cdot 10^6$ მ ² /წმ	Pr
1	2	3	4	5	6	7	8
-50	1,584	0,242	1,75	4,57	1,49	9,23	0,728
-40	1,515	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	1,395	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	15,06	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	1,95	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	22,10	0,690
100	0,946	0,241	2,76	12,11	2,23	23,13	0,688
120	0,898	0,241	2,87	13,26	2,33	25,45	0,686
140	0,854	0,242	3,00	14,52	2,42	27,80	0,684
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	0,680
250	0,674	0,248	3,67	21,96	2,79	40,61	0,677
300	0,615	0,250	3,96	25,76	3,03	48,33	0,674

დანართი II (გაგრძელება)



1	2	3	4	5	6	7	8
350	0,566	0,253	4,22	29,47	3,20	55,46	0,676
400	0,524	0,255	4,48	33,52	3,37	63,09	0,678
500	0,456	0,261	4,94	41,51	3,69	79,38	0,687
600	0,404	0,266	5,35	49,78	3,99	96,89	0,699
700	0,362	0,271	5,77	58,82	4,26	115,4	0,706
800	0,329	0,276	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	5,00	177,1	0,719
1100	0,257	0,286	7,31	99,45	5,22	199,3	0,722
1200	0,239	0,289	7,87	113,94	5,45	223,7	0,724

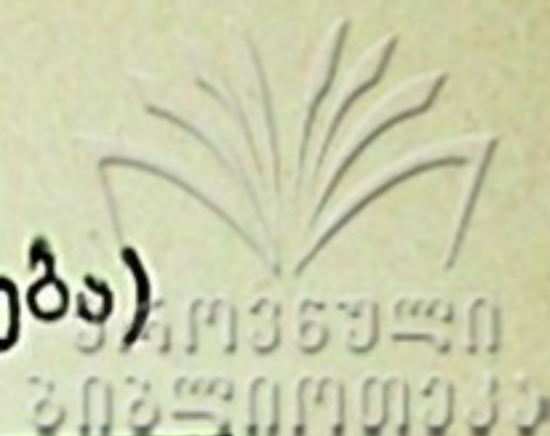


გარე ჰაერის საანგარიშო პარამეტრები

ბუნქტების დასახელება	საანგარიშო ბარომეტრული წნევა, მმ ვერცხ. სვ.	წლის პერიოდი	A პარამეტრები		B პარამეტრები		B პარამეტრები	
			ტემპერატურა, °C	სითბოშემცველობა, კკალ/კმ	ტემპერატურა, °C	სითბოშემცველობა, კკალ/კმ	ტემპერატურა, °C	სითბოშემცველობა, კკალ/კმ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
აბაკანი	745	თბილი	23,8	12	30,9	13	38	16,4
		ცივი	-26	-6,1	-40	-9,6	-50	-12
აქტიუბინსკი	745	თბილი	27,6	11,8	35,3	12,6	43	18,9
		ცივი	-21	-4,7	-29	-6,8	-48	-11,5
ალმა-ათა	700	თბილი	27,4	12,3	34,7	13	42	19,5
		ცივი	-13	-2,4	-24	-5,6	-36	-8,7
არხანგელსკი	760	თბილი	18,4	10,5	25,7	11,6	33	17,6
		ცივი	-17	-3,6	-32	-7,6	-45	-10,8
ასტრახანი	760	თბილი	29,3	14,7	35,2	15,6	41	20,2
		ცივი	-11	-1,9	-32	-5	-32	-7,6
აშხაბადი	730	თბილი	36	14	40,5	14,9	45	18,4
		ცივი	-6	-0,4	-11	-2	-26	-6
ბაქო	760	თბილი	27,9	15,7	31	16,6	36	19,3
		ცივი	-1	-1,3	-3	-0,6	-13	-2,5
ბარნაული	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	16,6	36	19,3
		ცივი	-1	-2	0	-1,6	-8	-1
ბერეზნიკი	760	თბილი	20	9,9	27,5	11,9	35	13,9
		ცივი	-22	-5	-34	-8,1	-48	-11,5
ბიისკი	730	თბილი	24,2	12,2	30,1	13,2	36	16,7
		ცივი	-22	-5	-37	-8,8	-47	-11,3
ბოდაიბო	715	თბილი	23,1	11,9	30,1	13,8	37	15,7
		ცივი	-37	-8,8	-45	-10,8	-60	-14,4
ბრატსკი	730	თბილი	22,5	11,4	28,8	12,7	35	14
		ცივი	-30	-7,2	-44	-10,6	-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
ბრძანსკი	745	თბილი	22,5	11,9	29,8	12,7	37	18,1
		ცივი	-12	-2,2	-23	-5,3	-40	-9,6
ვერხოიანსკი	745	თბილი	19,2	8,7	26,6	10,5	34	12,3
		ცივი	-55	-13,2	-63	-15,1	-68	-16,3
ვილნიუსი	745	თბილი	21,5	11,5	27,8	12,4	34	16,7
		ცივი	-9	-1,2	-21	-4,7	-37	-8,8
ვინიცა	730	თბილი	23	12,2	30,5	12,9	38	16,7
		ცივი	-10	-1,7	-21	-4,7	-38	-9,1
ვიტებსკი	745	თბილი	21	10,7	27,5	12,4	34	14,1
		ცივი	-11	-1,9	-23	-5,3	-41	-9,8
ვლადივოსტოკი	745	თბილი	22,1	13,8	28,1	14,7	34	19,3
		ცივი	-16	-3,5	-24	-5,6	-31	-7,4
ვოლგოგრადი	745	თბილი	23,6	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	21,6	12,2	28,8	13,1	36	16,8
		ცივი	-17	-3,7	-28	-6,6	-41	-9,9
გროზნი	745	თბილი	28,8	14,9	35,4	16,2	42	17,4
		ცივი	-8	-1	-16	-3,4	-32	-7,6
ვურევი	760	თბილი	29,7	13,7	37,4	15,5	45	17,2
		ცივი	-15	-3,1	-23	-5,3	-38	-9,1
ჯამბული	760	თბილი	31,1	13	37,1	14,5	43	16
		ცივი	-9	-1,5	-20	-4,5	-41	-9,8
დერბენტი	760	თბილი	26,6	17,1	30,3	17,5	34	17,9
		ცივი	-2	-1	-10	-1,6	-17	-3,6
დნეპროპეტროვსკი	745	თბილი	26,5	12,9	32,3	13,7	38	20,2
		ცივი	-9	-1,3	-21	-4,8	-38	-9,1
დუშანბე	685	თბილი	35	14	38,5	14,9	42	17,8
		ცივი	2	-2,9	-10	-1,7	-27	-6,3
ერევანი	685	თბილი	30,2	13,2	35,1	14	40	17,4
		ცივი	-9	-1,2	-18	-3,9	-27	-6,3
ზაპოროჟიე	760	თბილი	27,1	12,4	33,1	13,5	39	14,6
		ცივი	-9	-1,3	-21	-4,7	-32	-7,6
ზლატოუსტი	715	თბილი	20,6	10,8	27,8	13	35	15,1
		ცივი	-20	-4,5	-32	-7,6	-46	-11
ივანოვო	745	თბილი	22,2	11,9	30,1	12,6	38	19,3
		ცივი	-16	-3,4	-28	-6,6	-46	-11
ირკუტსკი	715	თბილი	22,6	11,2	28,8	12,2	35	16,9
		ცივი	-23	-5,3	-35	-8,3	-50	-12
ყაზანი	745	თბილი	24	12,2	31	13,1	38	17,2
		ცივი	-18	-4	-29	-6,8	-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	-10,8
კაუნასი	745	თბილი	20,8	10,3	26,9	12,1	33	13,8
		ცივი	-8	-0,9	-20	-4,5	-34	-8,1
კემეროვო	745	თბილი	21,8	11,1	17,9	12,7	34	17,6
		ცივი	-25	-5,8	-39	-9,4	-51	-12,2
ქერჩი	760	თბილი	26	13,4	31	14,8	36	16,2
		ცივი	-4	-0,4	-13	-2,5	-26	-6,1
კიევი	745	თბილი	23,5	12,5	31,3	13,3	39	16,9
		ცივი	-10	-1,6	-21	-4,8	-32	-7,6
კიროვი	745	თბილი	21,8	11,4	28,9	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
ქოქჩეტავი	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	36,8	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	-6	-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
კუიბიშევი	745	თბილი	24,2	12,2	30,6	13	37	16
		ცივი	-18	-4	-29	-6,8	-43	-10,3



1	2	3	4	5	6	7	8	9
კურგანი	745	თბილი	23,6	11,7	31,3	13,6	39	15,4
		ცივი	-23	-5,2	-35	-8,3	-46	-11
ლენინაბადი	715	თბილი	34	13,6	38,5	14,3	43	17
		ცივი	-4	0	-13	-2,7	-26	-6,1
ლენინაკანი	630	თბილი	25,9	11,7	30	12,1	34	12,4
		ცივი	-14	-2,7	-23	-5,2	-35	-8,3
ლენინგრადი	760	თბილი	20,3	11,2	26,2	12	32	16
		ცივი	-12	-2,2	-24	-5,5	-36	-8,6
ვოროშილოვგრადი	760	თბილი	27,4	12,5	33,7	13,6	40	14,7
		ცივი	-11	-2	-22	-5	-42	-10,1
ლვოვი	730	თბილი	22,1	11,9	29,1	12,7	36	16,9
		ცივი	-7	-0,6	-16	-3,4	-24	-8,1
მაგნიტოგორსკი	730	თბილი	23,5	11,3	30,8	12,2	38	16,4
		ცივი	-22	-5	-33	-7,9	-46	-11
მახაჩყალა	760	თბილი	27,3	15,2	31,7	16	36	21,3
		ცივი	-4	-0,4	-13	-2,5	-25	-5,8
მინსკი	745	თბილი	21,4	11,4	27,7	12,2	34	16,4
		ცივი	-10	-1,6	-22	-5	-39	-9,3
მოსკოვი	745	თბილი	21,4	11,8	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	-2,8	-26	-6,1	-39	-9,3
ნამანგანი	715	თბილი	34,2	16	38,1	16,6	42	17,2
		ცივი	-6	-0,5	-14	-2,9	-26	-6
ნარიმი	745	თბილი	22,8	11,9	28,4	13,4	34	14,8
		ცივი	-28	-6,6	-42	-10,1	-52	-12,5
ნიჟნი ტაგილი	730	თბილი	21,5	10,9	29,3	11,8	37,1	15,6
		ცივი	-21	-4,7	-33	-7,9	-47	-11,3
ნიკოლაევი	760	თბილი	27,8	12,6	33,4	14,9	39	17,2
		ცივი	-7	-0,6	-18	-4	-30	-7,1
ნოვგოროდი	760	თბილი	20,8	11,6	27,4	12,6	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	-5,3	-37	-8,8	-52	-12,5
ნოვოროსიისკი	760	თბილი	27	14,3	32	15,7	37	17,1
		ცივი	-4	-0,2	-12	-2,3	-24	-5,5
ნოვოსიბირსკი	745	თბილი	23	12,1	30	13	37	18,8
		ცივი	-24	-5,5	-39	-9,3	-51	-12,2
ოდესა	760	თბილი	24,9	13,6	30,5	14,5	36	17,6
		ცივი	-7	-0,6	-15	-3,1	-28	-6,6
ომსკი	745	თბილი	23,6	11,6	31,3	12,5	39	15,7
		ცივი	-24	-5,5	-36	-8,6	-49	-11,88
ორჯონიკიძე	700	თბილი	23,8	13,4	30,9	14,7	38	16
		ცივი	-8	-0,9	-16	-3,3	-28	-6,6
ორენბურგი	745	თბილი	26,9	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	-7,3	-45	-10,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
პეტროზავოდსკი	760	თბილი	19,2	10,5	26,1	11,3	33	15,2
		ცივი	-14	-2,8	-26	-6,1	-40	-9,6
პეტროპავლოვსკი	745	თბილი	23,5	11,5	31,8	13,6	40	15,6
		ცივი	-24	-5,5	-36	-8,6	-46	-11
პოლტავა	745	თბილი	24,8	12,4	31,4	13,1	38	16,4
		ცივი	-11	-1,9	-23	-5,2	-34	-8,1
პიატიგორსკი	760	თბილი	26,3	13,5	33,2	15,2	40	16,8
		ცივი	-8	-1	-16	-3,1	-33	-7,9
რიგა	760	თბილი	21	11,4	27,5	12,3	34	15,9
		ცივი	-8	-1	-19	-4,2	-31	-7,3
დონის როსტოვი	745	თბილი	27,2	13,4	32,6	14,3	38	17,8
		ცივი	-10	-1,6	-22	-5	-33	-7,9
სამარყანდი	685	თბილი	33,1	13,4	36,6	14,4	40	20,3
		ცივი	-3	-0,5	-12	-2,2	-26	-6,1
სარანსკი	745	თბილი	23,5	11,9	30,3	12,9	37	16
		ცივი	-16	-3,4	-28	-6,6	-44	-10,6
სარატოვი	745	თბილი	25,7	12,3	32,9	13,1	40	16,3
		ცივი	-17	-3,7	-28	-6,6	-38	-9,1
სვერდლოვსკი	730	თბილი	21,1	11,2	29,1	11,8	37	15,8
		ცივი	-21	-4,7	-32	-7,6	-43	-10,3
სევასტოპოლი	760	თბილი	25,9	14,1	31	15,2	36	16,2
		ცივი	-4	-0,3	-9	-1,4	-22	-5
სემიპალატინსკი	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	38	13,8
		ცივი	-7	-0,7	-15	-3,2	-30	-7,1
სმოლენსკი	745	თბილი	21,1	11,5	27,6	12,5	34	18
		ცივი	-13	-2,5	-24	-5,5	-40	-9,6
სოჰი	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	10,9	25,5	11,7	32	15,4
		ცივი	-10	-1,6	-21	-4,8	-31	-7,3
ტამბოვი	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	33,3	14	37,7	14,7	42	19,8
		ცივი	-4	0	-13	-2,7	-30	-7
თბილისი	715	თბილი	28,7	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	35	17,5
		ცივი	-24	-5,5	-35	-8,3	-46	-11
ტოშკი	745	თბილი	22,5	11,7	29,3	13,4	36	15,1
		ცივი	-25	-5,8	-39	-9,3	-55	-13,2
ტულა	745	თბილი	22,8	11,9	29,9	12,7	37	16,7
		ცივი	-14	-2,8	-26	-6	-42	-10,1
ტურგაი	745	თბილი	29	11,3	35,5	12,8	42	14,2
		ცივი	-22	-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	-7,3	-42	-10,1

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	-5,3	-35	-8,3
ხერსონი	760	თბილი	29	13,8	34,5	14,3	40	17,8
		ცივი	-6	-0,3	-18	-4	-31	-7,3
ცელინოგრადი	730	თბილი	25,2	11,1	33,6	11,8	42	15,4
		ცივი	-23	-5,2	-34	-8,1	-49	-11,8
ჩეხოქსარი	745	თბილი	22,9	12	19,5	13	36	16,7
		ცივი	-18	-4	-29	-6,8	-46	-11
ჩელიაბინსკი	745	თბილი	22,8	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	-9,1	-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
იალტა	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	21,6	11,5	28,3	12,4	35	17
		ცივი	-15	-3,1	-27	-6,3	-46	-11

დანართი IV-ის შენიშვნები

1. ცხრილში ნაჩვენები 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

$$I_B = \frac{I_A + I_B}{2} \text{ კკალ/კგ;}$$

B პარამეტრები — ჰაერის სითბოშემცველობა (I_B), რომელიც შეესაბამება მაქსიმალურ ტემპერატურას და მისთვის გამოთვლილ ჰაერის აბსოლუტურ ტენიანობას.

4. ცხრილში მოცემული ყველა გეოგრაფიული პუნქტისათვის წლის თბილი პერიოდის საანგარიშო ტემპერატურებად მიღებულია:

A პარამეტრები — ყველაზე ცხელი თვის საშუალო ტემპერატურა, გაზომილი 13 საათზე (t_A);

B პარამეტრები — ჰაერის საშუალო ტემპერატურა, რომელიც გამოითვლება ფორმულით

$$t_B = \frac{t_A + t_B}{2} \text{ } ^\circ\text{C};$$

B პარამეტრები — ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურა (t_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 СНиП II-A. 6—62 მიხედვით.

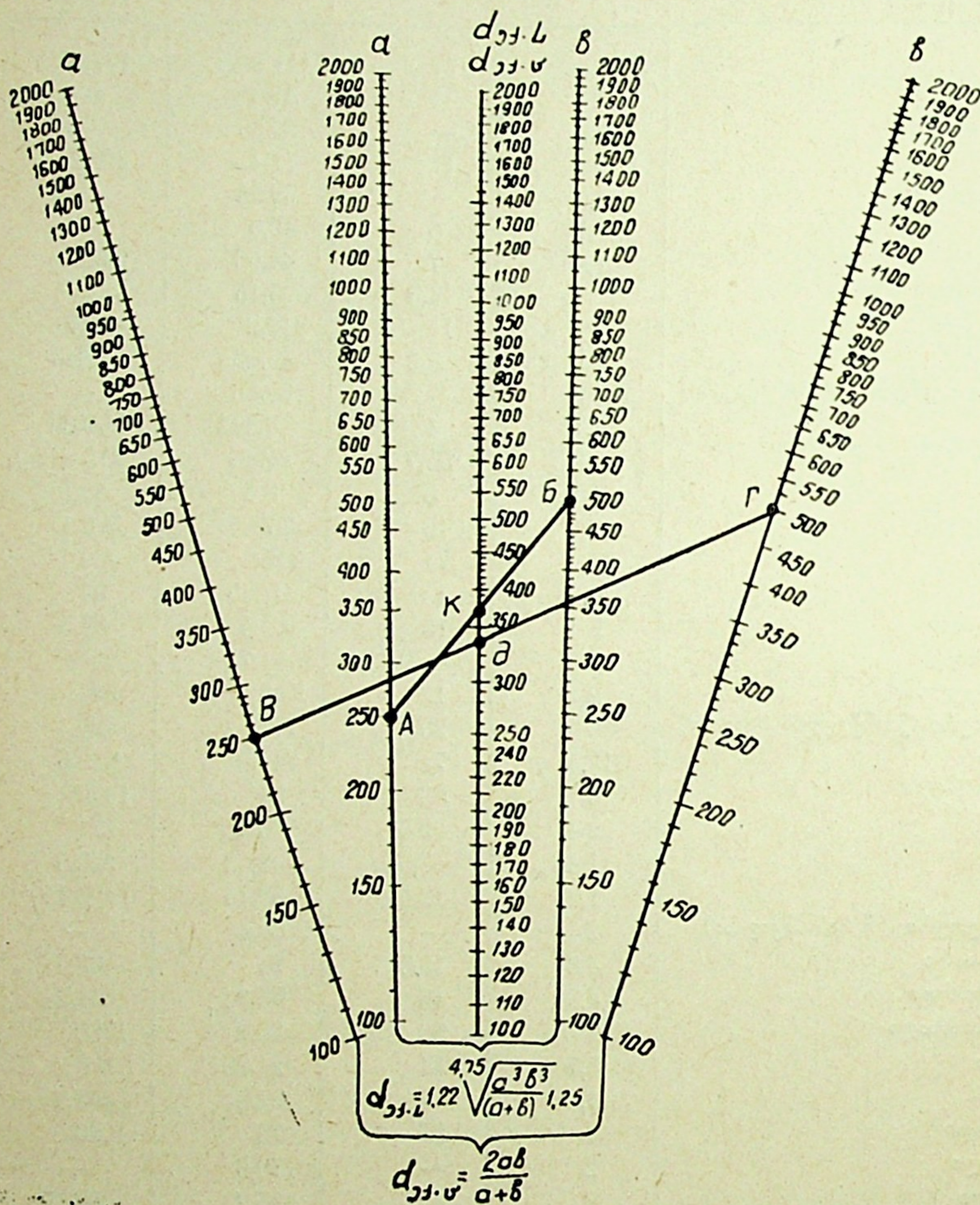
სხვადასხვა აირის ფეთქებასაფრთხო კონცენტრაციების ზღვრები

აირის დასახელება	ქვედა ზღვარი	ზედა ზღვარი	ქვედა ზღვარი	ზედა ზღვარი
	მოცულობითი, %-ობით		წონითი, მგ/ლ-ობით	
ამიაკი	16	27	111,2	187,65
აცეტილენი	3	—	31,8	—
აცეტილენი არევისას	2,3	—	24,38	—
აცეტონი	3	11	71,1	260,7
აცეტონი არევისას	2,5	—	69,25	—
ბენზინი	1,1	6	40,9	—
ბენზოლი	1,4	7	44,66	223,3
ბრომიანი მეთილი	13,5	14,5	525,15	564,05
ბრომიანი ეთილი	7	11	312,2	490,6
ბუტანი	1,9	8,5	45,03	201,45
ბუტილოვანი ეთერი (ძმარმეავასი)	1,7	—	80,58	—
წყალბადი	4,1	4	3,362	60,63
წყლის აირი	6,9	55,7	30,45	275—350
გაზოლინი	1,4	6	8,4	36
დიქლორეთილენი	10	13	397	516,1
ბრძმედის აირი	35	74	315	666
მეთანი	5,3	14	34,45	91
მეთანი არევისას	5	15	32,5	97,5
მეთილის სპირტი	7	—	91,7	—
მეთილეთილკეტონი	2	12	49	294
მეთილის ეთერი (ჰიანჰველას მჟავასი)	6	20	147	490
ნახშირჟანგი	12,5	74	142,5	843,6
ეთილენის ჟანგი	3	80	54	1440
პროპანი	2,4	9,5	43,2	171
პეპტანი	1,45	7,5	42,63	220,5
პირადინი	1,8	12,5	58,14	403,75
პროპილის ეთერი (ძმრის მჟავასი)	2	—	83,4	—
ბუნებრივი აირი	4,8	13,5	24	67,5
წყალბადგოგირდი	4,3	46	59,94	641,24
გოგირდნახშირბადი	1	50	31,2	1560
სანათი აირი	5,3	31	22,26	130,2
ტოლუოლი	1,4	7	52,64	463,2
ძმარალდეჰიდი	4	57	72	1026
ფურფოროლი	2	—	78,6	—
ქლორმეთილი	8	19	165,2	392,35
ქლორეთილი	4	15	105,6	396
ვინილქლორიდი	4	22	102,4	563,2
ციკლოპექსანი	1,3	8,3	44,72	285,5
ეთანი	3,2	12,5	39,36	153,75
ეთილენი	3	29	34,5	333,5
ეთილის სპირტი	4	19	75,2	357,2
ეთილის ეთერი	1,7	26	51,51	787,8
ეთერი ეთილჰიანჰველასი	3,5	16,5	76,05	499,95
ეთერი ეთერძმრისა	2,5	11,5	90	414
ეთილნიტრატი	3	—	92,1	—

ფანჯრა VI

ჰაერსაშუალო ნაკადის სიჩქარის დადგენის

შესაძლებელი ნათესავი



შეწოვის სიჩქარეები ამომწოვი კარადების ღია ხვრელებში

№	ოპერაციის სახე	გამოყოფილი მავნეობების დასახელება	მინიმალური საანგარიშო შეწოვის სიჩქარე მ/წმ-ობით
1	2	3	4
I. ლითონების თერმული დამუშავება			
1	წრთობა და მოშვება ზეთის აბაზანაში	ზეთის ორთქლი და მისი დაშლის პროდუქტები	0,3
2	წრთობა გვარჯილას აბაზანაში; $t=400-700^{\circ}$	გვარჯილას აეროზოლი, სითბო	0,3
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
II. ლითონების გალვანური დამუშავება			
6	მოკადმიუმება	სინილმეავას ორთქლი	1—1,5
7	ციანური მოსპილენძება	" "	1—1,5
8	გაუცხიმოვნება: ა) ბენზინით ბ) ქლორირებული ნახშირწყალბადებით გ) ელექტროლიზური	ბენზინი ქლორირებული ნახშირწყალბადების ორთქლი ტუტეების ნისლი	0,3—0,5 0,5—0,7 0,3—0,5
9	მოტყვიება	ტყვია	1,5
10	გალვანური ამოქმა: ა) აზოტმეავათი ბ) მარილმეავათი	მეავას ორთქლი და აზოტის ჟანგი ქლორწყალბადი	0,7—1 0,5—0,7
11	ქრომირება	ქრომის მეავას ორთქლი	1—1,5
12	ციანური მოთუთიება	სინილმეავას ორთქლი	1—1,5
III. პროცესები ფხვიერი მასალებიდან მტვრის გამოყოფით			
13	ჩატვირთვა	დასამუშავებელი პროდუქტის მტვერი, როდესაც დასაშვები კონცენტრაცია შეადგენს: 4—10 მგ/მ ³ 1—4 "	0,7 0,7—1
14	გაცრა	ნაკლები 1 " 4—10 " 1—4 "	1—1,5 1 1,25
15	გადაწონვა და შეფუთვა	ნაკლები 1 " 1—10 "	1,5 0,7
16	მცირე დეტალების ჰავლური გაწმენდა	ნაკლები 1 " სილიკატური მარილი	0,7—1 1—1,5
17	მცირე დეტალების მოლითონება გაფრქვევით	სხვადასხვა ლითონის დისპერსიული მტვერი	1—1,5

1	2	3	4
IV. შეღებვა			
18	შეღებვა ფუნჯით ან ამოვლებით, რი- დესაც გამხსნელად გამოიყენება:		
	ა) ბენზოლი, ქსილოლი, ტოლუოლი	გამხსნელის ორთქლი	0,5—0,7
	ბ) ნავთი, უაიტსპირტი, სკიპიდარი	"	0,5
	გ) მეთილაცეტატი, ამილაცეტატი, მეთილის სპირტი	"	0,7—1
19	პულვერიზაციული შეღებვა	შეწონილი ლაქი და გამხსნელის ორთქლი	1—1,5
V. სხვადასხვა ოპერაცია			
20	აორთქლება ხსნარებიდან	წყლის ორთქლი	0,3
24	ქიმიური ლაბორატორიული სამუშა- ოები კარადებში	სხვადასხვა ანაორთქლი და აირი	0,5—1,0
25	რჩილვა ტყვიით ან ტრენტიკით	"	0,5—0,7
26	რჩილვა კალით ან სხვა შენადნობე- ბით, რომლებიც ტყვიას არ შეიცა- ვენ	"	0,3—0,5
27	მცირე ნაკეთობათა ელექტროშედუ- ლება	ლითონების ქანგები	0,5—0,7

დანართი VIII

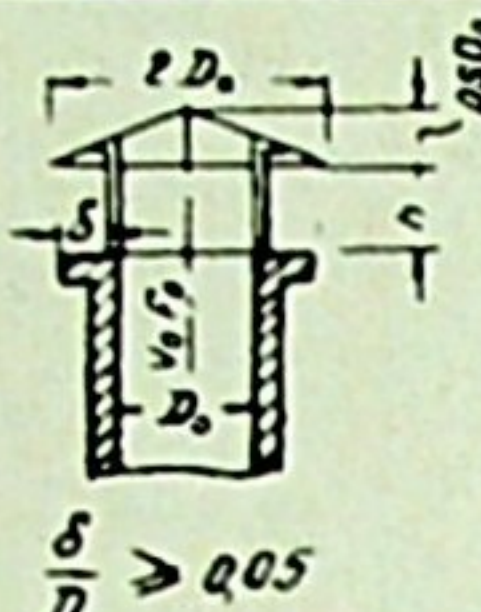
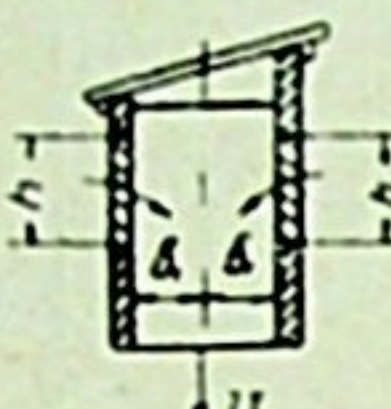

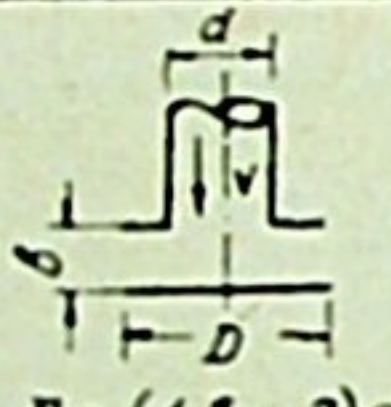
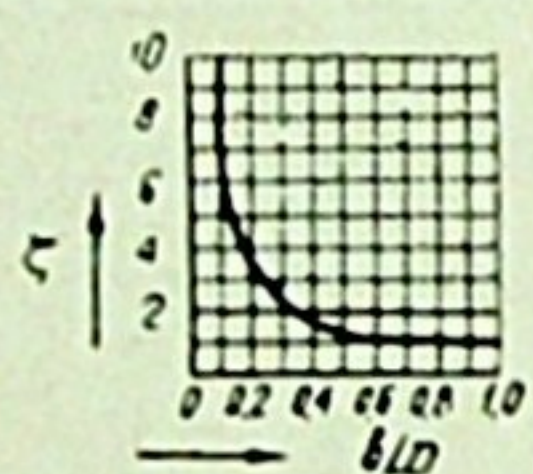

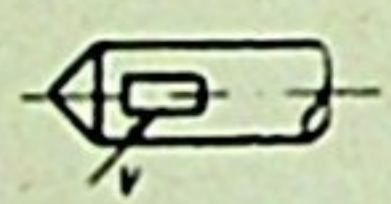
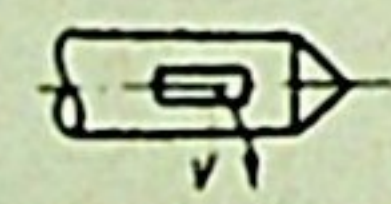
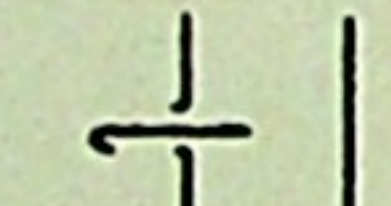
ადგილობრივი ამომწოვები სამსხვრევი და საუქვაგი მოწყობილობიდან

მოწყობილობის დასახელება	ადგილობრივი ამომწოვის დახასიათება	გარსაცმის მო- ცულობა მ³/მთ	გასაწოვი პერის რაოდენობა მ³/სთ-ობით	წნევის კარგვა ამომწოვში კმ/მ²-ობით
1	2	3	4	5
ყბებიანი სამსხვრეველა 30 ტ/სთ-მდე მწარმოებ- ლობით	ჩასატვირთი ხვრელის სრუ- ლი გარსაცმი ზემო ამომ- წოვით	0,25 0,5 1,0	500 800 1100	28,0 28,0 28,0
ვალცებიანი სამსხვრეველა 10 ტ/სთ-მდე მწარმოებლო- ბით	ჩასატვირთი ხვრელის სრუ- ლი გარსაცმი ზემო ამომ- წოვით	0,5 1,0 4,0	750 1000 1200	28,0 28,0 28,0
დეზინტეგრატორი 6 ტ/სთ- მდე მწარმოებლობით	ჩასატვირთი ხვრელის სრუ- ლი გარსაცმი ამომწოვი ელევატორის ბუნიკიდან	2,0 4,0 6,0	1000 1750 2500	24,0 24,0 24,0
სხვადასხვა სამსხვრეველა	გვერდითი ამომწოვი და ჩასატვირთი ხვრელიდან		7000 ჩასატვირთი ძაბრის ყოველ 1 მ²	14,0

დანართი VIII (გაგრძელება)

1	2	3	4	5
დეროებიანი და ბურთუ- ლოვანი წისქვილი 10 ტ/სთ- მდე მწარმოებლობით	სრული გარსაცმი ამომწო- ვით ჩასატვირთი ხოკერის ზემოდან	0,5 1,0 2,0 6,0	500 700 800 900	34 34 34 34
ვიბრაციული საცერი	სრული გარსაცმი ზემო ამომწოვით	—	1500 საცრის ყოველ 1 მ ²	—
ელევატორი 30 ტ/სთ-მდე მწარმოებლობით. მასალა მიეწოდება დეზინტეგრა- ტორიდან	ელევატორი სრული გარ- საცმით. ამომწოვი ელევა- ტორის ბუნიკიდან	2,0 4,0 6,0	1000 1750 2500	24 24 24
ელევატორი 30 ტ/სთ-მდე მწარმოებლობით. მასალა მიეწოდება სადინარიო, თვითდენით	გარსაცმი. ამომწოვი ელე- ვატორის ბუნიკიდან	2,0 4,0 6,0	500 1000 1500	24 24 24
ელევატორი ცხელი მასა- ლის გადასატანად. 1-ელე- ვატორის სიმაღლე	ამომწოვი ელევატორის გარსაცმიდან თავურასთან	—		21,0
დახურული ბუნკერი. მასა- ლა მიეწოდება სადინარი- დან	ამომწოვი ბუნიკის ზემო ხუფიდან	—	300	15,0
მაგნიტური სეპარატორი. მასალა მიეწოდება სადინა- რით	ამომწოვი გარსაცმის ზემო- დან	0,5 1,0 2,0 6,0	750 1000 1200 1400	28,0 28,0 28,0 28,0

დანართი X

	წიგნის სახელი	სახელი	აღნიშნული წიგნის ავტორები																					
1	შახტი ქოლბით		<p>მოცემულია</p> <table><tr><th>h/D</th><td>0.1</td><td>0.3</td><td>0.5</td><td>0.7</td><td>0.8</td><td>1.0</td></tr><tr><th>ζ</th><td>2.13</td><td>0.95</td><td>0.75</td><td>0.65</td><td>0.63</td><td>0.6</td></tr></table> <p>ან</p> <table><tr><th>ζ</th><td>40</td><td>15</td><td>118</td><td>105</td><td>105</td><td>1.05</td></tr></table> <p>ζ აიღება ψ სიჩქარის მიხედვით</p>	h/D	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	ζ	2.13	0.95	0.75	0.65	0.63	0.6	ζ	40	15	118	105	105	1.05
h/D	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0																		
ζ	2.13	0.95	0.75	0.65	0.63	0.6																		
ζ	40	15	118	105	105	1.05																		
2	მოღებებითი შახტი		<table><tr><th>d/h</th><td>0.8</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><th>ζ</th><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>2.6</td></tr></table> <p>ζ აიღება ψ სიჩქარის მიხედვით</p>	d/h	0.8	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	ζ	4.0	3.4	3.0	2.8	2.7	2.6	2.6					
d/h	0.8	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0																	
ζ	4.0	3.4	3.0	2.8	2.7	2.6	2.6																	
3	იხვევის რა		<table><tr><th>α</th><th>R/d = 1.5</th><th>R/d = 1.0</th></tr><tr><td>30</td><td>0.18</td><td>0.23</td></tr><tr><td>45</td><td>0.25</td><td>0.30</td></tr><tr><td>60</td><td>0.30</td><td>0.38</td></tr><tr><td>90</td><td>0.39</td><td>0.40</td></tr></table>	α	R/d = 1.5	R/d = 1.0	30	0.18	0.23	45	0.25	0.30	60	0.30	0.38	90	0.39	0.40						
α	R/d = 1.5	R/d = 1.0																						
30	0.18	0.23																						
45	0.25	0.30																						
60	0.30	0.38																						
90	0.39	0.40																						
4	დისკური მოღებებითი საცმი																							
5	სფერული მოღებებითი საცმი		$\zeta = 1$																					
6	გვერდითი შესვლა ჰერმეტიკის დასაწყისში		$\zeta = 0.6$																					
7	გვერდითი გამოსვლა ჰერმეტიკის ბოლოს		$\zeta = 2.5$																					
8	შიპერი (ლია)		$\zeta = 0.1$																					
9	კვადრატული კეტიდან მრგვალი გადასვლა	—	$\zeta = 0.1$																					
10	ნახევრულიდან გამოსვლა როდესაც ბაღის ყოყმანი კვეთი შეადგენს 80%	—	$\zeta = 1.1$																					

შინაგეგმვის მრეწველი ჯარსსაგებობის საანგარიშოდ: ზედა სტრუქტურის ჯარის ხარჯი L მ³/სმ; ქვედა სტრუქტურის ჯარის ხარჯი R მ³/სმ-მძით

დასაწყისი X

მუდგობის მ ³ /სმ ²	სიღრმე მ/სმ	ჰაერსაგებობის ლიამეტრი მმ-ობით და ფარსობი მ ³ -ობით																											
		100	115	130	140	150	165	195	215	235	265	285	320	375	440	495	545	595	660	775	885	1025	1100	1200	1325	1425	1540		
		0,0078	0,0104	0,01327	0,0154	0,01767	0,02138	0,0298	0,0363	0,0433	0,0551	0,0638	0,0809	0,1104	0,152	0,1924	0,2332	0,2780	0,3421	0,4717	0,6151	0,8251	0,9503	1,1309	1,3788	1,5948	1,8626		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
0,0153	0,5	14 0,007	19 0,006	24 0,005	28 0,005	32 0,004	39 0,004	54 0,003	65 0,003	78 0,002	99 0,002	115 0,002	145 0,002	200 0,001	275 0,001	345 0,001	420 0,0009	500 0,0008	615 0,0007	850 0,0006	1110 0,0005	1490 0,0004	1710 0,0004	2040 0,0003	2480 0,0003	2870 0,0003	3350 0,0002		
0,061	1,0	28 0,024	37 0,020	48 0,017	55 0,016	64 0,014	77 0,013	100 0,010	130 0,009	155 0,008	200 0,007	230 0,006	290 0,006	395 0,005	545 0,004	690 0,003	840 0,003	1000 0,003	1230 0,002	1700 0,002	2210 0,002	2970 0,001	3420 0,001	4070 0,001	4960 0,0009	5740 0,0009	6700 0,0008		
0,138	1,5	42 0,048	56 0,041	72 0,035	83 0,032	95 0,029	115 0,026	160 0,021	195 0,019	235 0,017	300 0,014	345 0,013	436 0,011	595 0,009	820 0,008	1040 0,007	1260 0,006	1500 0,005	1850 0,005	2550 0,004	3320 0,003	4450 0,003	5130 0,003	6100 0,002	7440 0,002	8610 0,002	10050 0,002		
0,245	2,0	57 0,080	75 0,067	96 0,058	110 0,052	125 0,048	155 0,043	215 0,035	260 0,031	310 0,027	395 0,024	460 0,022	580 0,019	795 0,015	1090 0,013	1390 0,011	1660 0,010	2000 0,009	2460 0,008	3400 0,006	4430 0,005	5940 0,004	6840 0,004	8140 0,004	9920 0,003	11500 0,003	13400 0,003		
0,383	2,5	71 0,118	93 0,099	119 0,085	140 0,077	160 0,071	190 0,063	270 0,051	325 0,046	390 0,041	495 0,035	575 0,032	725 0,028	995 0,023	1370 0,019	1730 0,016	2100 0,014	2500 0,013	3080 0,011	4240 0,009	5530 0,008	7420 0,007	8550 0,006	10150 0,005	12400 0,005	14350 0,004	16750 0,004		
0,551	3,0	85 0,162	112 0,136	143 0,117	165 0,107	190 0,098	230 0,088	320 0,070	380 0,062	470 0,056	595 0,048	690 0,044	870 0,038	1190 0,031	1640 0,026	2080 0,022	2520 0,019	3000 0,018	3690 0,015	5090 0,013	6640 0,011	8910 0,009	10250 0,008	12200 0,008	14900 0,007	17200 0,006	20100 0,006		
0,750	3,5	99 0,212	131 0,178	167 0,153	195 0,140	225 0,128	270 0,114	375 0,092	455 0,082	545 0,073	695 0,063	805 0,057	1010 0,050	1390 0,040	1920 0,033	2420 0,029	2940 0,026	3500 0,023	4310 0,020	5940 0,017	7750 0,014	10400 0,012	11950 0,011	14250 0,010	17350 0,009	20100 0,008	23450 0,008		
0,979	4,0	113 0,268	150 0,225	191 0,193	220 0,176	255 0,162	310 0,143	430 0,116	525 0,103	625 0,092	795 0,079	920 0,073	1160 0,063	1590 0,051	2190 0,042	2770 0,047	3360 0,033	4000 0,030	4720 0,026	6790 0,022	8850 0,019	11900 0,016	13700 0,014	16300 0,013	19850 0,012	22950 0,011	26800 0,010		
1,24	4,5	127 0,330	168 0,277	215 0,238	250 0,217	285 0,199	345 0,176	485 0,143	590 0,127	700 0,113	895 0,097	1030 0,089	1300 0,077	1790 0,063	2460 0,052	3120 0,046	3780 0,041	4500 0,036	5440 0,032	7640 0,027	9960 0,023	13350 0,019	15400 0,018	18300 0,016	22350 0,014	25800 0,013	30150 0,012		
1,53	5,0	141 0,397	187 0,333	239 0,286	275 0,261	320 0,239	385 0,212	535 0,172	665 0,152	780 0,136	990 0,117	1150 0,107	1450 0,092	1990 0,076	2740 0,063	3460 0,055	4200 0,049	5000 0,044	6160 0,039	8490 0,032	11050 0,028	14850 0,028	17100 0,022	20350 0,019	24800 0,017	28700 0,016	33500 0,014		
1,85	5,5	155 0,469	206 0,393	263 0,338	305 0,308	350 0,281	425 0,251	590 0,203	720 0,180	860 0,161	1080 0,138	1260 0,125	1590 0,109	2190 0,091	3010 0,075	3810 0,065	4620 0,058	5500 0,052	6770 0,046	9340 0,038	12150 0,033	16350 0,028	18800 0,025	22400 0,023	27300 0,020	31550 0,019	36850 0,017		
2,20	6,0	170 0,546	224 0,458	287 0,393	330 0,358	380 0,329	460 0,292	645 0,236	785 0,210	935 0,188	1190 0,160	1380 0,147	1740 0,128	2380 0,106	3280 0,088	4160 0,076	5040 0,068	6000 0,061	7390 0,054	10200 0,045	13300 0,038	17800 0,032	20500 0,030	24400 0,027	29750 0,024	34450 0,022	40200 0,020		
2,59	6,5	184 0,628	243 0,527	310 0,452	360 0,412	415 0,378	500 0,336	700 0,272	850 0,241	1010 0,215	1290 0,185	1490 0,170	1880 0,148	2580 0,122	3560 0,101	4500 0,088	5460 0,078	6500 0,071	8000 0,063	11050 0,052	14400 0,045	19300 0,037	22250 0,034	26450 0,031	32250 0,028	37300 0,026	43550 0,023		
3,00	7,0	198 0,715	262 0,600	334 0,515	390 0,469	445 0,430	540 0,382	750 0,310	915 0,274	1090 0,244	1330 0,212	1610 0,194	2030 0,169	2780 0,140	3830 0,116	4850 0,101	5880 0,090	7000 0,081	8620 0,072	11900 0,059	15500 0,057	20800 0,043	23500 0,039	28500 0,038	33750 0,032	40150 0,029	46900 0,026		
3,44	7,5	212 0,806	280 0,677	358 0,581	415 0,530	475 0,485	575 0,431	805 0,350	980 0,307	1170 0,276	1490 0,239	1720 0,219	2170 0,192	2980 0,158	4100 0,131	5190 0,114	6300 0,102	7500 0,092	9230 0,081	12750 0,067	16600 0,058	22250 0,048	25650 0,044	30500 0,040	37200 0,036	43050 0,033	50250 0,030		
3,92	8,0	226 0,903	299 0,758	382 0,650	445 0,593	510 0,544	615 0,483	860 0,389	1050 0,346	1250 0,311	1590 0,270	1840 0,248	2320 0,215	3180 0,178	4380 0,148	5540 0,128	6720 0,115	8000 0,103	9850 0,091	13900 0,076	17700 0,065	23750 0,054	27850 0,050	32550 0,045	39700 0,040	45900 0,037	53600 0,034		
4,42	8,5	240 1,0	318 0,843	406 0,723	470 0,659	540 0,605	655 0,537	975 0,433	1110 0,386	1330 0,348	1690 0,301	1950 0,276	2460 0,240	3380 0,199	4650 0,164	5890 0,143	7140 0,128	8500 0,116	10450 0,102	14450 0,085	18800 0,073	25250 0,060	29050 0,056	34600 0,050	42150 0,045	48800 0,041	56950 0,038		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
4,96	9,0	254 1,11	336 0,891	430 0,799	500 0,728	570 0,668	590 0,593	965 0,481	1180 0,428	1410 0,385	1790 0,334	2070 0,306	2600 0,267	3580 0,221	4930 0,183	6230 0,159	7560 0,142	9000 0,128	11100 0,113	15300 0,094	19900 0,080	26700 0,067	30800 0,062	36650 0,056	44500 0,050	51650 0,046	60300 0,042
5,52	9,5	269 1,22	365 1,02	454 0,878	525 0,801	605 0,735	730 0,647	1020 0,530	1240 0,472	1480 0,424	1890 0,368	2180 0,338	2750 0,296	3780 0,244	5200 0,204	6580 0,175	7970 0,157	9500 0,140	11700 0,125	16150 0,103	21050 0,089	28200 0,075	32500 0,069	38650 0,062	47150 0,055	54500 0,051	63650 0,046
6,12	10	283 1,33	374 1,12	478 0,961	555 0,876	635 0,803	770 0,710	1080 0,583	1310 0,519	1560 0,466	1990 0,404	2300 0,370	2890 0,323	3970 0,268	5470 0,204	6920 0,192	8300 0,172	10000 0,155	12300 0,137	16950 0,113	22150 0,097	29700 0,082	34200 0,075	40700 0,068	49700 0,060	57400 0,055	67600 0,051
6,74	10,5	297 1,45	692 1,23	502 1,03	580 0,954	670 0,870	810 0,777	1130 0,663	1370 0,566	1640 0,509	2080 0,442	2410 0,405	3040 0,353	4170 0,292	5750 0,242	7270 0,211	8810 0,188	10500 0,169	12950 0,150	17800 0,124	23250 0,106	31200 0,090	35900 0,082	42750 0,074	52100 0,066	60750 0,061	70350 0,055
7,41	11	311 1,58	411 1,32	525 1,14	610 1,04	700 0,945	845 0,844	1180 0,691	1440 0,615	1720 0,554	2180 0,480	2530 0,439	3180 0,383	4370 0,318	6022 0,263	7620 0,228	9230 0,204	11000 0,184	13550 0,163	18650 0,135	24350 0,115	32650 0,097	37600 0,089	44750 0,081	54600 0,072	63100 0,066	73700 0,060
8,09	11,5	325 1,70	430 1,43	549 1,23	635 1,11	730 1,03	885 0,915	1240 0,750	1500 0,668	1800 0,600	2280 0,520	2640 0,478	3330 0,416	4570 0,345	6290 0,285	7960 0,248	9650 0,222	11500 0,200	14150 0,177	19500 0,147	25450 0,125	34150 0,105	39300 0,097	48800 0,088	57050 0,078	66000 0,074	77050 0,065
8,81	12	339 1,84	449 1,54	573 1,31	665 1,20	765 1,01	925 0,987	1290 0,810	1570 0,720	1870 0,648	2380 0,562	2760 0,515	3470 0,450	4470 0,372	6570 0,308	8310 0,268	10050 0,240	12000 0,216	14750 0,191	20350 0,158	26550 0,135	33650 0,114	41050 0,104	48830 0,094	59550 0,084	68850 0,077	80450 0,071
9,56	12,5	353 1,97	467 1,66	597 1,41	690 1,30	795 1,19	960 1,06	1345 0,872	1630 0,775	1950 0,698	2480 0,605	2870 0,555	3620 0,434	4970 0,460	6840 0,331	8660 0,288	10500 0,258	12500 0,232	15400 0,205	21200 0,170	27650 0,145	37100 0,123	42750 0,113	50850 0,102	62000 0,091	71750 0,084	83800 0,076
10,34	13	367 2,11	486 1,77	621 1,51	720 1,39	825 1,28	1000 1,14	1400 0,935	1700 0,832	2030 0,748	2580 0,648	2980 0,598	3760 0,519	5170 0,430	7110 0,355	9000 0,310	10900 0,276	13000 0,249	16000 0,220	22050 0,183	28750 0,156	38600 0,132	44450 0,121	52900 0,109	64600 0,097	74600 0,089	87150 0,082
11,15	13,5	382 2,26	505 1,88	645 1,62	750 1,49	860 1,37	1040 1,33	1450 1,00	1760 0,892	2110 0,802	2680 0,696	3100 0,639	3910 0,557	5370 0,461	7390 0,381	9350 0,332	11350 0,296	13500 0,268	16600 0,237	22900 0,196	29900 0,168	40100 0,141	46150 0,130	54950 0,118	67000 0,105	77450 0,096	90500 0,088
12,0	14	396 2,40	523 2,00	669 1,73	775 1,58	890 1,46	1075 1,30	1500 1,07	1830 0,952	2190 0,857	2780 0,743	3210 0,681	4050 0,594	5560 0,492	7660 0,407	9690 0,355	11750 0,316	14000 0,285	17250 0,253	23750 0,209	31000 0,179	41550 0,151	47850 0,139	50950 0,125	69450 0,112	80350 0,102	93850 0,094
12,87	14,5	410 2,56	542 2,14	693 1,85	805 1,69	920 1,58	1115 1,39	1560 1,14	1890 1,01	2260 0,918	2880 0,792	3330 0,728	4200 0,694	5760 0,524	7930 0,435	10050 0,378	12150 0,338	14500 0,304	17850 0,268	24600 0,223	32100 0,190	43050 0,160	49600 0,148	59000 0,134	71950 0,119	83200 0,110	97200 0,100
13,77	15	424 2,71	561 2,27	716 1,96	830 1,80	955 1,66	1155 1,48	1610 1,21	1960 1,08	2340 0,970	2980 0,840	3440 0,773	4340 0,674	5960 0,558	8210 0,462	10400 0,402	12600 0,359	15000 0,324	18450 0,286	25450 0,237	33200 0,204	44550 0,171	51300 0,158	61050 0,142	74400 0,127	86100 0,116	100050 0,106
15,67	16	450 3,02	600 2,56	765 2,20	885 2,02	1020 1,86	1230 1,66	1720 1,36	2090 1,21	2500 1,09	3180 0,945	3670 0,870	4630 0,757	6360 0,728	8750 0,520	11100 0,452	13450 0,404	16000 0,364	19700 0,322	27150 0,267	35400 0,229	47500 0,193	54700 0,177	65100 0,160	79400 0,143	91800 0,131	107200 0,120
17,69	17	480 3,37	635 2,85	810 2,46	940 2,15	1080 2,08	1310 1,85	1830 1,52	2220 1,35	2650 1,22	3370 1,05	3900 0,970	4920 0,845	6760 0,700	9300 0,580	11750 0,505	14250 0,45	17000 0,406	20950 0,360	28850 0,298	37650 0,256	50450 0,215	58150 0,198	69200 0,179	84350 0,159	97550 0,146	113900 0,134
19,83	18	510 3,73	675 3,16	860 2,73	995 2,50	1140 2,30	1380 2,06	1930 1,68	2350 1,50	2810 1,35	3570 1,17	4130 1,07	5210 0,938	7150 0,758	9850 0,623	12450 0,560	15100 0,500	18000 0,450	22150 0,399	30550 0,331	39850 0,284	53450 0,239	61550 0,220	73250 0,199	89300 0,177	103300 0,163	120600 0,149
22,09	19	535 4,11	710 3,48	905 3,01	1050 2,75	1210 2,54	1450 2,26	2040 1,86	2480 1,66	2970 1,49	3770 1,29	4360 1,19	5500 1,03	7550 0,858	10400 0,710	13150 0,618	15950 0,552	19000 0,497	23400 0,440	32250 0,365	42050 0,314	56400 0,264	64950 0,242	77300 0,219	94250 0,195	109000 0,180	127300 0,164
24,48	20	565 4,52	745 3,82	955 3,30	1110 3,02	1270 2,78	1540 2,49	2150 2,04	2610 1,82	3120 1,64	3970 1,42	4590 1,30	5790 1,14	7950 0,942	10950 0,780	13850 0,679	16800 0,605	20000 0,546	24600 0,484	33950 0,401	44250 0,344	59400 0,290	68400 0,266	81400 0,241	99250 0,214	114800 0,197	134000 0,180

№	დაწვრილი დასახელება	მარკა	ჯსი	მუშაობის ქარსმარების მანქანების დასახელება	დაწვრილი მანქანების	მანქანების რაოდენობა	მანქანების მოძრაობის მანქანების მოძრაობის მანქანების მოძრაობის		მანქანების მოძრაობის მანქანების მოძრაობის მანქანების მოძრაობის		მანქანების მოძრაობის მანქანების მოძრაობის	მანქანების მოძრაობის მანქანების მოძრაობის	მანქანების მოძრაობის მანქანების მოძრაობის
							20%-ზე მანქანების	20%-ზე მანქანების	მანქანების მოძრაობის	მანქანების მოძრაობის			
1	მანქანების დაწვრილი	4-6			მანქანების მოძრაობის - 500 აა	1	15	16	340	840	$\frac{1.0}{1.0}$	მანქანების	
2	მანქანების დაწვრილი	CP-6			მანქანების მოძრაობის მოძრაობის - 500 აა	1	17	18	1320	1320	$\frac{0.8}{1.1}$	მანქანების	
3	მანქანების დაწვრილი	CP6-5F			—	1	17	18	1320	1320	$\frac{0.8}{1.1}$	მანქანების	
4	მანქანების დაწვრილი	MC-80-3			მანქანების მოძრაობის - 50 აა	1	15	16	1200	1200	$\frac{0.8}{1.1}$	მანქანების	
5	მანქანების დაწვრილი	ΦA-4			—	1	17	18	960	960	$\frac{0.8}{1.1}$	მანქანების	
6	მანქანების დაწვრილი	MA-3			—	2	10	—	A - 1500 B - 1000	2500	$A - \frac{1.0}{1.0}$ $B - \frac{1.0}{1.0}$	მანქანების	
7	მანქანების დაწვრილი	CP3-5			მანქანების მოძრაობის მოძრაობის - 315 აა	1	17	18	1080	1080	$\frac{0.8}{1.1}$	მანქანების	
8	მანქანების დაწვრილი	MAPK-5			მანქანების მოძრაობის მოძრაობის - 80 აა	4	18	18	A - 1200 B - 960 B - 960 Γ - 1200	4320	$B - \frac{0.8}{1.1}$ $A - \frac{0.8}{1.1}$	მანქანების	

პრეცედენტი მანერსატარების საანგარიშო კოეფიციენტები წყვეტ. ზედა სტრიქონი L მმ/სმ-ობით;

$$\text{ქვედა სტრიქონი } \zeta_{\text{მეც}} = \frac{\lambda}{d} \cdot 1 \text{ გრძ. მ-ზე}$$

ს მ/სმ-ობით	$\frac{d}{F}$ მმ-ობით							
	80/0,0050	85/0,0056	90/0,0063	95/0,0071	100/0,0078	107/0,0089	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	212 0,230	238 0,222	270 0,203	295 0,196	335 0,179	392 0,164	465 0,149
11	199 0,252	224 0,236	254 0,220	280 0,206	311 0,193	356 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	430 0,160	510 0,144
12	217 0,248	245 0,232	274 0,215	306 0,200	339 0,189	389 0,174	448 0,159	530 0,145
12,5	226 0,246	252 0,230	284 0,213	320 0,198	350 0,187	400 0,172	466 0,158	555 0,143
13	236 0,244	265 0,228	297 0,211	332 0,197	367 0,185	421 0,171	486 0,157	574 0,142
13,5	246 0,242	272 0,226	307 0,210	346 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	406 0,181	465 0,167	540 0,154	640 0,139
15	272 0,236	306 0,220	343 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 0,232	326 0,216	366 0,202	409 0,190	452 0,178	518 0,164	598 0,150	706 0,136
16,5	298 0,230	332 0,215	375 0,200	424 0,188	463 0,177	530 0,163	617 0,150	730 0,135
17	308 0,229	347 0,214	389 0,199	434 0,186	481 0,176	552 0,162	635 0,149	750 0,134

დანართი XII (გაგრძელება)



1	2	3	4	5	6	7	8	9
17,5	316 0,227	354 0,213	399 0,198	449 0,186	490 0,175	560 0,161	655 0,148	770 0,134
18	326 0,226	367 0,212	412 0,197	459 0,185	509 0,174	583 0,160	672 0,147	795 0,133
18,5	333 0,225	374 0,211	420 0,196	475 0,184	520 0,173	594 0,159	690 0,146	820 0,133
19	344 0,224	388 0,210	435 0,195	485 0,183	537 0,172	618 0,158	710 0,145	838 0,132
19,5	352 0,223	394 0,209	443 0,194	500 0,182	546 0,171	625 0,157	725 0,145	860 0,132
20	362 0,222	408 0,208	452 0,193	510 0,181	565 0,170	648 0,157	748 0,144	883 0,131

$\frac{d}{F}$ მმ-ობით

ს მ/მმ-ობით	140/0,0154	155/0,0188	170/0,0227	185/0,0269	200/0,0314	220/0,0380	240/0,0452	260/0,0531
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	554 0,130	679 0,116	818 0,104	969 0,094	1130 0,085	1368 0,077	1628 0,069	1910 0,063
10,5	580 0,129	713 0,114	860 0,103	1020 0,093	1180 0,085	1445 0,076	1720 0,069	2000 0,063
11	609 0,128	747 0,114	898 0,102	1064 0,092	1242 0,084	1505 0,075	1792 0,068	2100 0,062
11,5	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	665 0,126	815 0,112	981 0,100	1161 0,091	1355 0,083	1642 0,074	1955 0,067	2292 0,061
12,5	690 0,125	847 0,111	1020 0,100	1210 0,091	1420 0,082	1710 0,074	2040 0,067	2380 0,061
13	720 0,124	883 0,110	1061 0,099	1258 0,090	1468 0,081	1778 0,073	2120 0,066	2482 0,060
13,5	745 0,123	915 0,109	1150 0,099	1310 0,090	1530 0,081	1850 0,073	2000 0,066	2580 0,060
14	776 0,122	951 0,108	1142 0,098	1355 0,088	1592 0,080	1915 0,072	2230 0,065	2778 0,059
14,5	800 0,121	985 0,108	1180 0,098	1400 0,087	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	1695 0,079	2050 0,071	2442 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	2960 0,058
16	886 0,119	1086 0,106	1308 0,096	1548 0,085	1809 0,078	2190 0,070	2606 0,063	3060 0,057
16,5	910 0,119	1120 0,106	1350 0,096	1600 0,085	1860 0,078	2260 0,070	2700 0,063	3150 0,057
17	943 0,118	1154 0,105	1389 0,095	1645 0,084	1921 0,078	2325 0,069	2775 0,062	3250 0,057
17,5	965 0,118	1190 0,105	1430 0,095	1700 0,084	1980 0,078	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 0,068	2936 0,062	3440 0,056
18,5	1020 0,117	1260 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	2260 0,075	2738 0,067	3260 0,061	3822 0,055

v მ/წმ-ობით	$\frac{d}{F}$ მმ-ობით							
	285/0,0618	310/0,0755	340/0,0908	370/0,1075	405/0,1288	445/0,1555	495/0,1847	525/0,2164
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	2300 0,056	2718 0,051	3270 0,046	3870 0,041	4640 0,037	5600 0,033	6650 0,030	7800 0,027
10,5	2420 0,056	2850 0,051	3420 0,046	4070 0,041	4860 0,037	5900 0,033	6970 0,030	8200 0,027
11	2530 0,055	2988 0,050	3600 0,045	4950 0,041	5090 0,037	6160 0,033	7320 0,030	8580 0,027
11,5	2650 0,055	3140 0,050	3760 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	2880 0,054	3400 0,049	4080 0,044	4850 0,040	5800 0,036	7000 0,032	8300 0,029	9750 0,026
13	2988 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	3100 0,053	3670 0,048	4400 0,044	5220 0,040	6250 0,036	7550 0,032	8960 0,029	10500 0,026
14	3220 0,052	3860 0,048	4570 0,043	5410 0,039	6480 0,035	7840 0,031	9300 0,028	10920 0,025
14,5	3340 0,052	3940 0,048	4730 0,043	5600 0,039	6700 0,035	8100 0,031	9650 0,028	11300 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	7620 0,034	9250 0,030	10950 0,027	12800 0,025
17	3910 0,051	4600 0,046	5560 0,042	6570 0,038	7880 0,034	9520 0,030	11300 0,027	13250 0,024
17,5	4040 0,051	4720 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

v მ/წმ-ობით	$\frac{d}{F}$ მმ-ობით						
	570/0,255	620/0,3019	665/0,3473	730/0,4180	810/0,5153	890/0,6221	990/0,7697
1	2	3	4	5	6	7	8
10	9200 0,025	10860 0,023	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	9700 0,025	11400 0,023	13100 0,021	15800 0,018	19500 0,016	23800 0,015	29100 0,013
11	10110 0,024	11920 0,022	13750 0,020	16600 0,018	20370 0,016	24620 0,014	30450 0,013
11,5	10550 0,024	12500 0,022	14400 0,020	17350 0,018	21400 0,016	25800 0,014	31900 0,013
12	11058 0,024	13000 0,022	15000 0,020	18000 0,018	22200 0,015	26850 0,014	32220 0,012
12,5	11450 0,024	13600 0,022	15600 0,020	18800 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	25900 0,015	31400 0,014	38800 0,012
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	16280 0,021	18750 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	28800 0,015	34800 0,014	43000 0,012
16	14710 0,022	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	20600 0,019	24800 0,017	30600 0,015	37000 0,014	45800 0,012
17	15620 0,022	18450 0,020	21250 0,018	25630 0,017	31500 0,015	38050 0,013	47200 0,011
17,5	18100 0,022	19000 0,020	21800 0,019	26400 0,017	32500 0,015	39300 0,013	48500 0,011
18	16550 0,022	19530 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 მრავალწონიანი КИМ-2,5 და КИМ-5
კონდიციონერების ტექნიკური მახასიათებლები

დასახელება XIII

გამომცემი
საგარეო ურთიერთობების
მინისტრო

	მაჩვენებლები	განზომი- ლების ერთეული	კონდიციონერი	
			КИМ-5	КИМ-2,5
1	მწარმოებლობა ჰაერის მიმართ	მმ	5000	2500
2	საპაერო ფილტრი, მფილტრავი ზედაპირის ფართობი	მ ²	2	1
3	პირველადი შეთბობის თბომცვლელი: ხურების ფართობი	"	26	13
	ცოცხალი კვეთი ჰაერის მიმართ	"	0,456	0,229
	ცოცხალი კვეთი წყლის მიმართ	"	0,00136	0,00136
	მილაკების რაოდენობა სიღრმეზე	ცალი	2	2
	სვლათა რაოდენობა წყლის მიმართ	"	4	4
	მიღების რაოდენობა ერთ სვლაზე	"	12	12
4	მეორეული შეთბობის თბომცვლელი: ხურების ფართობი	მ ²	27	13
	ცოცხალი კვეთი ჰაერის მიმართ	"	0,166	0,083
	ცოცხალი კვეთი წყლის მიმართ	"	0,00091	0,00091
	მილაკების რაოდენობა სიღრმეზე	ცალი	6	6
	სვლათა რაოდენობა წყლის მიმართ	"	6	6
	მიღების რაოდენობა ერთ სვლაზე	"	8	8
5	ჰაერსაცვარი (ორი სექცია): თბოგაცვლის ზედაპირი	მ ²	96	48
	ცოცხალი კვეთი წყლის მიმართ	"	0,29	0,146
	ცოცხალი კვეთი ჰაერის მიმართ	"	0,00158	0,00158
	მილაკების რაოდენობა სიღრმეზე	ცალი	12	12
	სვლათა რაოდენობა წყლის მიმართ	"	12	12
	მიღების რაოდენობა ერთ სვლაზე	"	14	14
6	დამატენიანებელი სექცია: დატენიანების ეფექტურობა	კგ, მ ³	0,75	0,75
	მომრწყველი კასეტების სატენის სიმჭიდროვე	"	20	20
7	თავისუფალი წნევა კონდიციონერის შემდეგ	კგ/მ ²	25	25
8	დასაყენებელი სიმძლავრე: ვენტილატორის ელექტროძრავების	კვტ	2,8	1,7
	დატენიანების სექციის ტუმბოსი	"	0,15	0,15
9	გაბარიტული ზომები:			
	სიმაღლე	მმ	870	870
	სიგანე	"	1676	910
	სიგრძე	"	3724	3724
10	კონდიციონერის წონა	კგ	1054	706

რაფის ქვედა ტიპის არაავტონომიური კონდიციონერების
ტექნიკური მახასიათებლები



მაჩვენებლები	განზომილების ერთეული	კონდიციონერის მარკები			
		RHC-1	RHC-0,5	RHC-0,3	RHC-0,15
საერთო მწარმოებლობა ჰაერის მი- ხედვით	მ ³ /სთ	1000	500	300	150
დასამუშავებელი გარე ჰაერის მაქსი- მალური რაოდენობა	"	300	125	75	—
თბომცვლელში მისაწოდებელი ცივი წყლის რაოდენობა	კგ/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	კგ/სთ	380	180	100	50
თბური მწარმოებლობა, როცა ჰაერის საწყისი ტემპერატურა 5°C და წყლის საწყისი ტემპერატურა 95°C	კკალ/სთ	8000	4000	2500	1800
თბომცვლელების წინაღობა წყლის გავ- ლისადმი:					
ცხელი წყლის მიმართ	კგ/მ ²	60	100	40	30
ცივი წყლის მიმართ	კგ/მ ²	500	800	400	300
ელექტროძრავების დასაყენებელი სიმ- ძლავრე	კვტ	0,08	0,04	0,02	0,02
კონდიციონერის წონა	კგ	90	70	40	30
გაბარიტული ზომები:					
სიმაღლე	მმ	700	700	700	380
სიღრმე	"	280	280	280	180
სიგანე	"	1050	760	570	700

შინაარსი

თავი I

ვენტილაციის ჰიგიენური და ფიზიკური საფუძვლები

§ 1. ჰაერი და მისი თვისებები	3
§ 2. ჰაერის ტენიანობა	8
§ 3. გარემომცველი არის ფიზიოლოგიური გავლენა ადამიანზე	11
§ 4. ტენიანი ჰაერის I—II დიაგრამა	18

თავი II

ჰაერცვლის შექმნის ხერხები და ვენტილაციის მოწყობის პრინციპი

§ 5. სათავსების ვენტილაციის პრინციპული სქემები	28
§ 6. დახურულ სათავსებში ჰაერცვლის შექმნის ხერხები	29

თავი III

ჰაერცვლის განსაზღვრა საერთო ვენტილაციის შემთხვევაში

§ 7. გარე და შიგა ჰაერის საანგარიშო პარამეტრები	31
§ 8. ჰაერცვლის ძირითადი დიფერენციალური განტოლება	32
§ 9. ჰაერცვლის განსაზღვრა ჰაერცვლის ჯერადობის დადგენილი ნორმებით	34

თავი IV

ჰაერის მოძრაობა გასანიავებელ სათავსებში

§ 10. ჰაერის მოძრაობის კანონზომიერებები საჭირბნ ნახვრეტთან	38
§ 11. ჰაერის მოძრაობის კანონზომიერებები შემწვოვ ნახვრეტთან	41
§ 12. ჰაერის მოძრაობა სათავსებში მოდინებითი და ამომწოვი ნახვრეტების განლაგების მიხედვით	44

თავი V

ჰაერცვლის განსაზღვრა და ორგანიზაცია მავნე გამონაყოფებთან ბრძოლის დროს

§ 13. სამრეწველო დანიშნულების სათავსებში თბოგამომყოფი წყაროები და გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის განსაზღვრა	46
§ 14. თბოგამონაყოფისა და ჰარბი სითბოს წინააღმდეგ ბრძოლის ხერხები	63
§ 15. ჰაერცვლის განსაზღვრა ჰარბი სითბოს შემთხვევაში	65

ბრძოლა მავნე 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 აიროვანი ნარევეები	77

- § 19. მავნე აირებთან და ანაორთქლებთან ბრძოლის საშუალებები
 § 20. სათავსში ტენის გამოყოფის წყაროები და აორთქლებული წყლის რაოდენობის განსაზღვრა

თ ა ვ ი VI

ჰაერსატარების გაანგარიშება

- § 21. ჰაერსატარებში ჰაერის სტატიკური, დინამიკური და მთლიანი წნევა 92
 § 22. ჰაერსატარებში ხახუნზე წნევის დანაკარგების განსაზღვრა 95
 § 23. ადგილობრივი წინაღობების სახეები. ჰაერის წნევის დანაკარგები ადგილობრივ წინაღობებზე 91
 § 24. ნაკადების შერევა და დაყოფა 95
 § 25. ჰაერსატარების ქსელის გაანგარიშების მეთოდика 98

თ ა ვ ი VII

ვენტილატორები

- § 26. ცენტრიდანული ვენტილატორები 105
 § 27. ღერძული ვენტილატორი 109
 § 28. ვენტილატორის მახასიათებელი 111
 § 29. ქსელის მახასიათებელი და ვენტილატორის შერჩევა 113

თ ა ვ ი VIII

ჰაერის გაწმენდა

- § 30. ჰაერის გაწმენდის მნიშვნელობა 117
 § 31. ჰაერის გაწმენდის კოეფიციენტი 118
 § 32. როტაციული მტვერგამომყოფი 128
 § 33. ფილტრი 129
 § 34. ჰაერის გაწმენდა ტოქსიკური მავნეობებისაგან 137
 § 35. სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის ქაღალური გატყორცნა 138

თ ა ვ ი IX

ჰაერის მდგომარეობის ცვლა წყალთან კონტაქტის დროს იძულებითი მოძრაობის პირობებში

- § 36. ჰაერსა და წყალს შორის თბოცვლის საანგარიშო განტოლებები 141
 § 37. ჰაერსა და წყალს შორის თბოცვლის პროცესების ანალიზი 144
 § 38. ჰაერსა და წყალს შორის თბოცვლის რეალური პროცესები 151
 § 39. კონდიციონერების ძირითადი ელემენტები და მათი გაანგარიშების მეთოდика 158
 § 40. ჰაერის დატენიანება ორთქლით 179
 § 41. ჰაერის დატენიანება გადახურებული წყლით 180

თ ა ვ ი X

მოღინებული ჰაერის გათბობა

- § 42. ჰაერის გათბობის ხერხები 183
 § 43. კალორიფერების დაყენება 186
 § 44. კალორიფერის სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი 183
 § 45. კალორიფერის გაანგარიშება და შერჩევა 189

თ ა ვ ი X I

ჰაერის მშრალად გაცივება და გაშრობა



§ 46. ჰაერის გათბობა და გაცივება გამყოფი ზედაპირების საშუალებით	195
§ 47. ჰაერსაცივრების გამოთვლის მეთოდები	197
§ 48. ჰაერის გაშრობა აბსორბციით	203

თ ა ვ ი X I I

საერთო ჰაერცვლის ვენტილაციის სისტემების კონსტრუქციული ელემენტები

§ 49. სავენტილაციო სისტემების კონსტრუქციული შესრულება საცხოვრებელ, საზოგადოებრივ და სამრეწველო დანიშნულების შენობებში	206
§ 50. ვენტილაციის სისტემების ჰაერმიმღები და ამომწოვი შახტები	207
§ 51. ჰაერის მოდინებითი და ამომწოვი კამერები	209
§ 52. არხები და ჰაერსატარები	212
§ 53. ჰაერსანაწილებლები და საცმები	214

თ ა ვ ი X I I I

ვენტილაციასთან შეთავსებული ჰაერის სათბობი სისტემები

§ 54. ჰაერით სათბობი დეცენტრალიზებული სისტემები	216
§ 55. გათბობა ჰაერის თავმოყრილი მიწოდებით	218

თ ა ვ ი X I V

ლოკალიზებული, ადგილობრივი და ავარიული ვენტილაცია, ჰაერის ფარდები

§ 56. ადგილობრივი ამომწოვების კლასიფიკაცია	221
§ 57. ამომწოვი კარადები	222
§ 58. ადგილობრივი ამომწოვები ფხვიერი მასალების წარმოებისა და ტრანსპორტირების დანადგარებიდან მტვრის გასაყვანად	223
§ 59. ამომწოვი ქოლგები	225
§ 60. ბორტული ამომწოვები	231
§ 61. ჰაერის ფარდები	237
§ 62. ავარიული ვენტილაცია	241
§ 63. ადგილობრივი მომდენი ვენტილაცია (ჰაერის შხაპები)	242

თ ა ვ ი X V

ა ე რ ა ც ი ა

§ 64. სამრეწველო დანიშნულების შენობების აერაცია	249
§ 65. შიგა ჰარბი წნევა და ნეიტრალური ზონა	250
§ 66. სითბოს წყაროსაგან წარმოქმნილი ნაკადები დახურულ სათავსში	252
§ 67. სავენტილაციო ჰაერის რაოდენობის განსაზღვრა აერაციის დროს	254
§ 68. ჰარბის ზემოქმედება შენობაზე	256
§ 69. შემოუბერავი სარკმლები და სხვა სააერაციო მოწყობილობები	259
§ 70. აერაციისათვის გამოყენებული ფრამუგები	261
§ 71. ერთმალღიანი საამქროს აერაციის გაანგარიშება	265
§ 72. მრავალმალღიანი საამქროს აერაციის გაანგარიშება	269
§ 73. სააერაციო დეფლექტორები და შახტები	272
§ 74. აერაცია ზამთრის პერიოდში	276
§ 75. აერაციის რეგულირება	277
§ 76. ბუნებრივი ვენტილაციის არხული სისტემები	278

ვენტილაციის ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემები
და მათი გაანგარიშების მეთოდები

§ 77. ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ჰაერსატარების გაანგარიშების ძირითადი მონაცემები	285
§ 78. ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების ნარევის წონითი და მოცულობითი კონცენტრაციები	288
§ 79. ჰაერის სიჩქარეები ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ჰაერსატარებში	289
§ 80. ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემების ჰაერსატარების გაანგარიშება	290
§ 81. ასპირაციული და პნევმოტრანსპორტული სისტემებისადმი წაყენებული კონსტრუქციული მოთხოვნები	301

თ ა ვ ი XVII

ჰაერის კონდიცირება

§ 82. ჰაერის კონდიცირების სისტემები	302
§ 83. თანამედროვე კონდიციონერების კონსტრუქციები	304
§ 84. ვერტიკალური უნივერსალური არაავტონომიური კონდიციონერები	313
§ 85. ჰაერის საკონდიციო დანადგარების მუშაობის რეჟიმი და მათი რეგულირების მეთოდები	321

თ ა ვ ი XVIII

სავენტილაციო სისტემების რეგულირება და ექსპლუატაცია

§ 86. სისტემების რეგულირების უმთავრესი ხერხები	333
§ 87. საკონტროლო და საზომი აპარატურა	339
§ 88. სავენტილაციო სისტემების მოვლა	343
დ ა ნ ა რ თ ე ბ ი	345

რედაქტორი ზ. ჯიბლაძე
მხატვრული რედაქტორი ს. ბოტკოველი
ტექნიკური რედაქტორი გ. ჯოხაძე
კორექტორი ნ. მიქაძე

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 16/IX-70 წ. ქალაქის ზომა 70×108.
ნაბეჭდი თაბახი 23,5. სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 27,17

უე 00258

ტირაჟი 2000

შეკვეთის № 167

შპსი 1 შპს. 37 კპპ.

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, კამოს ქ. № 18.
Издательство „Ганатлеба“, Тбилиси, ул. Камо № 18.

1970

სპი-ს სტამბა, ლენინის ქ., 69.
„Типография ГПИ, ул. Ленина, 69.“

ДАРЧИЯ ГИВИ ИЛЬИЧ

Отопление и вентиляция

Часть II

Вентиляция

(на грузинском языке)

გამომცემლობა „განათლება“ პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სტუდენტებისათვის 1970 წელს გამოსცა შემდეგი სახელმძღვანელოები:

1. ვ. კოდანაშვილი — „ქიმიური ტექნოლოგიის პროცესები და აპარატები“;
 2. ა. ოსიპოვა — „მექანიზმებისა და მანქანების თეორია“;
 3. ა. კონიაშვილი და ა. შალამბერიძე — „რკინიგზების მშენებლობის ორგანიზაცია და დაგეგმვა“;
 4. ი. ადამია — „სამშენებლო ხაზვა“;
 5. ა. კუჭუხიძე — „ტრანსპორტის ეკონომიკა“;
 6. ა. რუხაძე — „უმაღლესი მათემატიკის კურსი, ნაწილი I“.
-

