

თ. კუნჭულია, მ. ქიტოშვილი

სამთო საწარმოთა აეროლოგია

მეთოდური მითითებები
ლაბორატორიული სამუშაოების შესასრულებლად

„ტექნიკური უნივერსიტეტი“

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თ. კუნჭულია, მ. ქიტოშვილი

სამთო საწარმოთა აეროლოგია

მეთოდური მითითებები
ლაბორატორიული სამუშაოების შესასრულებლად



დამტკიცებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

თბილისი
2007

მეთოდური მითითებები შეიცავს სუთ ლაბორატორიულ სამუშაოს. თითოეულ ლაბორატორიულ სამუშაოში მოცემულია ამოცანის მიზანი, აღწერილია გამოყენებული ხელსაწყოები, სამუშაოს ჩატარების თანამიმდევრობა და მიღებული შედეგების გაფორმება.

ლაბორატორიული სამუშაოები შედგენილია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მაღაროს აეროლოგიის, შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო სიტუაციების მართვის №27 კათედრის თანამშრომელთა მიერ. ამოცანა №1 - ასოც. პროფესორი თ. კუნჭულია; ამოცანა №2 - ასოც. პროფესორი თ. კუნჭულია; ამოცანა №3 - ასოც. პროფესორი თ. კუნჭულია; ამოცანა №4 - ასისტ. პროფესორი მ. ქიტოშვილი; ამოცანა №5 - ასისტ. პროფესორი მ. ქიტოშვილი.

რეცენზენტი ასოც. პროფ. ნ. მოლოდინი

ლაბორატორიული სამუშაო №1

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის საზომი ხელსაწყოები და გაზომვის ხერხები

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე მიწისქვეშა გვირაბებში იზომება ანემომეტრების საშუალებით. ანემომეტრი არსებობს ორი სახის - ფრთებიანი და ჯამებიანი (სურ. 1.1 და სურ. 1.2). ფრთებიანი ანემომეტრი გამოიყენება მცირე სიჩქარეების გასაზომად (0,1 - 5 მ/წმ), ხოლო ჯამებიანი დიდი სიჩქარეების გასაზომად (1 - 20 მ/წმ).



სურ. 1.1



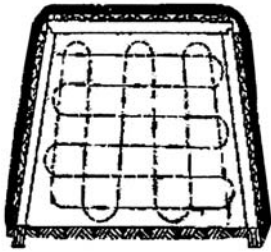
სურ. 1.2

გვირაბში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გასაზომად საჭიროა შევირჩიოთ გვირაბის სწორი და ნორმალური გამაგრების მქონე მონაკვეთი. ერთი და იგივე ადგილზე სიჩქარის გაზომვა ხდება ორჯერ ან სამჯერ, რათა გამოირიცხოს რაიმე ცდომილება გაზომვის ჩატარებისას. თუ გაზომვის შედეგები არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან 5%-ზე მეტი სიდიდით, თვლიან, რომ გაზომვა სწორედ არის ჩატარებული.

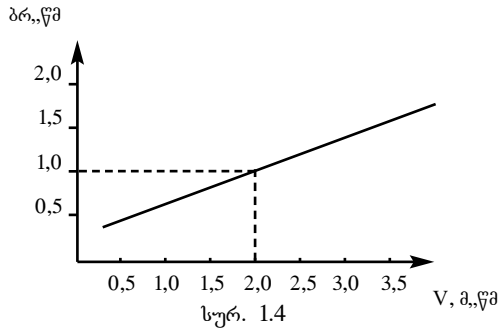
აღსანიშნავია, რომ როდესაც ჰაერი მოძრაობს მიწისქვეშა გვირაბში, ჰაერის ნაწილაკების გადაადგილების სიჩქარეები განსხვავდება ერთმანეთისაგან: ჰაერის ნაწილაკები, რომლებიც გადაადგილდებიან გვირაბის ცენტრში ან ცენტრთან ახლოს, მოძრაობენ უფრო სწრაფად, ვიდრე ის ნაწილაკები, რომლებიც გადაადგილდებიან გვირაბის კედლებთან, ჭერთან ან იატაკთან ახლოს. ამის გამო, როდესაც ვლაპარაკობთ გვირაბში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეზე, ყოველთვის ვგულისხმობთ ჰაერის მოძრაობის საშუალო სიჩქარეს.

იმისთვის, რომ ანემომეტრის საშუალებით გავზომოთ ჰაერის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე, საჭიროა ანემომეტრის მოძრავ ელემენტზე - ღერძზე დამაგრებულ ფრთებიან, ან ჯამებიან ბორბალზე იმოქმედოს გვირაბის განივი კვეთის ყველა წერტილში არსებულმა ჰაერის ნაწილაკების გადაადგილების სიჩქარემ. ამ

მიზნით სიჩქარის გაზომვისას ანემომეტრი უნდა გამოძრათ გვირაბის განივ კვეთში ნახ. 1.3-ზე მოცემული სქემის მიხედვით.



სურ. 1.3



ანემომეტრის საშუალებით ჰაერის მოძრაობის საშუალო სიჩქარის გასაზომად ყველაზე ხშირად გამოიყენება ხერხები: „გაზომვა ჩვენ წინ“ და „გაზომვა კვეთში“.

„გაზომვა ჩვენ წინ“ მდგომარეობს შემდეგში: ანემომეტრს ვამაგრებთ 1,5-2,0 მ სიგრძის ჯოხის ბოლოზე, რომელიც მზომავს უჭირავს ხელში და ატარებს გვირაბის კვეთში სურ. 1.3-ზე მოცემული სქემის მიხედვით.

როდესაც გაზომვას ვაწარმოებ ხერხით „გაზომვა კვეთში“, მზომავი დგება ზურგით გვირაბის კედელთან, მოძრაობს კვეთში განივი მიმართულებით და ატარებს ანემომეტრს სურ. 1.3-ზე მოცემული სქემის მიხედვით.

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გაზომვას ახორციელებს ორი ადამიანი. ერთ მათგანს ხელში უჭირავს ანემომეტრი და გადაადგილდება ზემოთ ნაჩვენები სქემის მიხედვით, ხოლო მეორე მათგანს - წამზომი. მზომავები წინასწარ თანხმდებიან გაზომვის დროზე. გაზომვის დრო უნდა შევირჩიოთ ისეთნაირად, რომ მზომავმა მოასწროს გვირაბის განივი კვეთის ყველა წერტილში ანემომეტრის გატარება. სამთო საწარმოების აეროლოგიაში მიღებულია, რომ გაზომვის დროთ შევირჩიოთ 100 წმ.

ჰაერის მოძრაობის საშუალო სიჩქარის გასაზომად, საჭიროა ჩავატაროთ შემდეგი ოპერაციები და შემდეგი თანამიმდევრობით:

1. ავიღოთ ანემომეტრის მრიცხველზე საწყისი ანათავალი ყველა ისრის ჩვენების მიხედვით;
2. მოვათავსოთ ანემომეტრი მოძრავი ჰაერის ნაკადში და 10-15 წმ-ის განმავლობაში ვაშუშაოთ იგი უქმ სვლაზე (ეს საჭიროა, რათა დამყარდეს ხელსაწყოს მუშა ბორბლის ბრუნვის სიჩქარე);
3. ერთდროულად ვრთავთ წამზომსა და ანემომეტრს და ვიწყებთ ანემომეტრის მოძრაობას გვირაბის განივ კვეთში;
4. 100 წმ-ის გასვლის შემდეგ გამოვრთოთ ანემომეტრი;
5. ავიღოთ ბოლო ანათავალი ანემომეტრის მრიცხველზე;
6. ვიანგარიშოთ დანაყოფთა რიცხვი წამში: ამისათვის განვსაზღვროთ

სხვაობა ანემომეტრის ბოლო და საწყის ანათვლებს შორის და იგი გავყოთ გაზომვის დროზე (100 წმ-ზე);

7. დავადგინოთ ჰაერის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე გრაფიკის საშუალებით (ნახ. 1.4), რომელიც თან ახლავს ყველა ანემომეტრს და წარმოადგენს მის პასსპორტს.

გაზომვის შედეგად მიღებული მონაცემები შევიტანოთ დაკვირვებათა ცხრილში (ცხრილი 1.1).

იმისთვის, რომ მივიღოთ ნამდვილი საშუალო სიჩქარე, გაზომვის ხერხის შესაბამისად ვსარგებლობთ შესაბამისი შემასწორებელი K კოეფიციენტით. მაშინ, როდესაც ჰაერის სიჩქარეს ვზომავთ ხერხით „ჩვენს წინ“ - $K=1,14$, ხოლო თუ ჰაერის სიჩქარეს ვზომავთ ხერხით „გაზომვა კვეთში“

$$K = \frac{S-0,4}{S},$$

სადაც S არის გვირაბის განივი კვეთი, მ₂.

ცხრილი 1.1

№ რიგზე	ხელსაწყო დასახელება	ანემომეტრის ჩვენება		გაზომვის დრო, წმ	ანათვალთა შორის სხვაობა	დანაყოფთა რიცხვი წმ-ში	ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ
		საწყისი ანათვალი	ბოლო ანათვალი				
	ფრთებიანი ანემომეტრი						

ლაბორატორიული სამუშაო №2

გვირაბის აეროდინამიკური წინაღობის კოეფიციენტის განსაზღვრა

გვირაბებში ჰაერის მოძრაობის დროს ადგილი აქვს ენერგიის კარგვას. ეს ენერგია იხარჯება იმ წინაღობათა გადასალახავად, რომლებიც ჰაერს ხვდება გვირაბებში მოძრაობის დროს.

გვირაბებში ჰაერის მოძრაობის დროს წინაღობის კანონში ვგულისხმობთ დამოკიდებულებას წნევის ვარდნას, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარესა და გვირაბების გეომეტრიულ ზომებს შორის. აღნიშნულ დამოკიდებულებას ნათლად ასახავს განტოლება

$$h = \alpha \cdot \frac{P \cdot L}{S^3} \cdot Q^2 \quad (2.1)$$

სადაც h არის წნევის ვარდნა (დეპრესია), მმ წყ.სვ.

L - გვირაბის სიგრძე, მ

S - გვირაბის განივი კვეთი, მ²

P - გვირაბის პერიმეტრი, მ

Q - გვირაბში გამავალი ჰაერის რაოდენობა, მ³/წმ

(2.1) განტოლებაში $\frac{\alpha \cdot P \cdot L}{S^3}$ წარმოადგენს გვირაბის აეროდინამიკურ

წინაღობას და აღინიშნება R -ით, ხოლო α არის აეროდინამიკური წინაღობის კოეფიციენტი, რომელიც დგინდება ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში ექსპერიმენტალურად.

განტოლება (2.1) არის ძირითადი განტოლება მაღაროს აეროლოგიაში, რომელიც საშუალებას გვაძლევს გავიანგარიშოთ ცალკეული გვირაბებისა და მთლიანი შახტის დეპრესია. ვენტილაციის პროექტირების დროს (2.1) განტოლებაში შემავალი P , S , L და Q სიდიდეები წინასწარ არის ცნობილი, ამიტომ დეპრესიის სწორად გაანგარიშება დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად სწორად არის შერჩეული კოეფიციენტი α -ს რიცხვითი მნიშვნელობა, რომელსაც გვირაბის აეროდინამიკური წინაღობის კოეფიციენტი ეწოდება.

თუ კოეფიციენტი α -ს მნიშვნელობა არ არის სწორად დადგენილი, შეუძლებელია დეპრესიის სწორად ანგარიში. აქედან გამომდინარე არ იქნება სწორად შერჩეული მთავარი განიავების ვენტილატორი და შახტა ვერ მიიღებს ჰაერის საჭირო რაოდენობას, რაც ხშირად ყოფილა აფეთქებისა და ხალხის დაღუპვის მიზეზი.

დავადგინოთ შახტა-ლაბორატორიაში ნებისმიერი გვირაბის α კოეფიციენტის სიდიდე. ამისათვის საჭიროა გავზომოთ გვირაბის აღებული მონაკვეთის დეპრე-

სია, მასში გამავალი ჰაერის რაოდენობა და გვირაბის გეომეტრიული ზომები. ღებრესიის გასაზომად გამოიყენება მიკრომანომეტრი, ჰაერმზომი მილაკი (პიტოს მილი) და რეზინის შლანგები. მუშა უბანზე (ნახ. 2.1) თავსა და ბოლოში დგება ორი ჰაერმზომი მილაკი. მიკრომანომეტრი უნდა მოვათავსოთ საზომი უბნის გარეთ და რეზინის შლანგებით ჰაერმზომი მილაკები მივუერთოთ მიკრომანომეტრს ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ. 2.1-ზე. მოსალოდნელი ღებრესიის



ნახ. 2.1

სიღიდის მიხედვით დაგაყენოთ მიკრომანომეტრის დახრილი მილი შესაბამის დახრის კუთხეზე. სპირტის ღონის დაზუსტება ხდება რეგულატორის საშუალებით. მიღებული სპირტის ღონეთა შორის სხვაობა გადაგყავს ვერტიკალურ სვეტებში შემდეგი ფორმულით:

$$h_{\text{ვერტ}} = (h_{\text{საბ}} - h_{\text{საწყი}}) \cdot F \cdot \Delta_{\text{სვ}} \cdot \varepsilon, \text{ მმ წყ. სვ} \quad (2.2)$$

სადაც $h_{\text{საბ}}$ არის სპირტის საბოლოო ღონე დახრილ მილში, მმ

$h_{\text{საწყი}}$ - სპირტის საწყისი ღონე დახრილ მილში, მმ

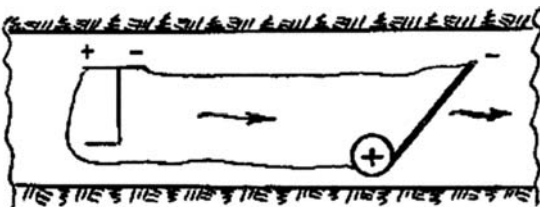
F - მიკრომანომეტრის დახრილი მილის დახრის კუთხე.

$\Delta_{\text{სვ}}$ - მიკრომანომეტრში ჩასხმული სპირტის მოცულობითი წონა.

ε - მიკრომანომეტრის შემასწორებელი კოეფიციენტი.

ჰაერის რაოდენობის (ხარჯის) დასადგენად საჭიროა გავზომოთ გვირაბში ჰაერის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე. ჰაერის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე გვირაბში შეიძლება გავზომოთ ანემომეტრით (იხ. ლაბორატორიული სამუშაო №1) ან მიკრომანომეტრითა და ჰაერმზომი მილაკით.

იმისათვის, რომ დავადგინოთ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, საჭიროა მიკრომანომეტრითა და ჰაერმზომი მილაკით ნახ. 2.2-ზე მოცემული სქემით გაიზომოს სიჩქარითი დაწნევის სიდიდე და შემდეგ ვიანგარიშოთ სიჩქარითი დაწნევის გაზომვის წერტილში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე ფორმულით:



$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h_{\text{სვ}}}{\gamma}}, \text{ მ/წმ} \quad (2.3)$$

სადაც $h_{სლ}$ არის სიჩქართი დაწნევის გაზომილი სიდიდე, კვ/მ².

g - თავისუფალი ვარდნის აჩქარება

V - ჰაერის მოცულობითი წონა

ამის შემდეგ ვიანგარიშებთ, რა გვირახში გამავალ ჰაერის რაოდენობას (ხარჯს)

$$Q = V \cdot S, \text{ მ}^3/\text{წმ} \quad (2.4)$$

განვსაზღვრავთ გვირახის აეროდინამიკური წინაღობის კოეფიციენტ α -ს მნიშვნელობას ფორმულით

$$\alpha \cdot 10^4 = \frac{h \cdot S^3}{P \cdot L \cdot Q^2}, \quad \frac{\text{კვ} \cdot \text{წმ}^2}{\text{მ}^4}, \quad (2.5)$$

გაზომვისა და ანგარიშის შედეგად მიღებული შედეგები შეგვაქვს დაკვირვებათა ცხრილში (ცხრილი 2.1)

ცხრილი 2.1

№ როგზე	გაზომვის ადგილი	გვირახის სიგრძე, მ	გვირახის განივი კვეთი, მ ²	გვირახის პერიმეტრი, მ	წნევის ვარდნა (დებრესია), კვ/მ ²	სიჩქართი დაწნევა, კვ/მ ²	ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ	გვირახში გამავალი ჰაერის რაოდენობა, მ ³ /წმ	აეროდინამიკური წინაღობის კოეფიციენტი $\alpha \cdot 10^4$ კვ·წმ ² /მ ⁴

ლაბორატორიული სამუშაო №3

ადგილობრივი წინაღობები და მათი გაანგარიშება მადარობებში

ადგილობრივ წინაღობებს განაპირობებს მოძრავი ჰაერის ნაკადის სიჩქარის ცვლილება სიდიდით და მიმართულებით, რაც იწვევს მისი სტრუქტურის შეცვლას, გრიგალური მოძრაობის წარმოშობას და დამატებით ენერგიის კარგვას, რომელსაც ადგილობრივ კარგვებს ანუ ადგილობრივ წინაღობებს უწოდებენ.

ადგილობრივ წინაღობებში ვგულისხმობთ: გვირაბების უეცარ გაფართოებას ან შევიწროებას, სავენტილაციო ფანჯრებს, საჰაერო ხიდებს (კროსინგებს), კენტილატორის არხს და სხვა.

შახტის საერთო ღებრესიის ანგარიშის დროს მხედველობაში მიიღება როგორც ხახუნის წინაღობა, ასევე ადგილობრივი წინაღობაც, ე.ი.

$$h_{\text{საერ}} = h + h_{\text{ად}}, \text{ კგ/მ}^2 \quad (3.1)$$

სადაც h არის გვირაბებში ენერგიის კარგვები, ძირითადად ხახუნის წინაღობა (ღებრესია);

$h_{\text{ად}}$ - ადგილობრივ წინაღობებზე დაკარგული ენერგია (ღებრესია).

სამთო საწარმოთა აეროლოგიაში ადგილობრივ წინაღობათა მიერ გამოწვეული წნევის დანაკარგი იანგარიშება ფორმულით

$$h_{\text{ა.წ.}} = \varepsilon \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \cdot \gamma, \text{ კგ/მ}^2 \quad (3.2)$$

სადაც $h_{\text{ა.წ.}}$ არის წნევის დანაკარგი (ღებრესია) ჰაერის მიერ ადგილობრივი წინაღობის გადალახვის დროს;

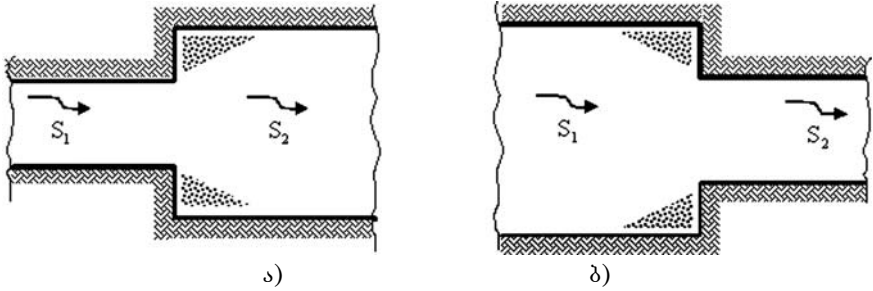
ε - ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი, რომელიც არის უგანზომილებო კოეფიციენტი და მისი სიდიდე განისაზღვრება ექსპერიმენტალურად ყოველი კონკრეტული შემთხვევისათვის;

V - ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ;

γ - ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ³;

g - სიმძიმის ძალის აჩქარება, $g=9,81$.

ადგილობრივი წინაღობის ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული მაგალითი საშახტო პრაქტიკაში არის გვირაბების უეცარი გაფართოება ან უეცარი შევიწროება. სქემატურად ეს ადგილობრივი წინაღობები ნაჩვენებია ნახ. 3.1.



ნახ. 3.1

ლაბორატორიული სამუშაოს მიზანია, განვსაზღვროთ შახტა-ლაბორატორიაში ადგილობრივი წინაღობის სიდიდე გვირაბების უეცარი გაფართოების შემთხვევაში (ნახ. 3.1 ა).

ენერგიის კარგვა გვირაბების უეცარი გაფართოების შემთხვევაში, როდესაც ჰაერის ნაკადი ვიწრო კვეთიდან გადადის ფართე კვეთში იანგარიშება ფორმულით

$$h_{\text{უგ.}} = \frac{(V_1 - V_2)^2 \cdot \gamma}{2 \cdot g}, \text{ კგ/მ}^2 \quad (3.3)$$

სადაც V_1 არის ჰაერის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე ვიწრო კვეთში, მ/წმ;

V_2 - ჰაერის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე ფართე კვეთში, მ/წმ.

ენერგია, რომელიც იხარჯება უეცარი გაფართოების დროს ვიანგარიშით (3.2) გამოსახულებით, მხოლოდ V -ს ნაცვლად უნდა ჩავსვათ ჰაერის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე ფართე კვეთში - V_2 , მ/წმ.

ადგილობრივი წინაღობის \mathcal{E} კოეფიციენტის მნიშვნელობას გვირაბების განივი კვეთების ფარდობის $\frac{S_2}{S_1}$ -ის შესაბამისად ვიღებთ ცხრილი 3.1-დან.

ცხრილი 3.1.

$\frac{S_2}{S_1}$	1,0	1,25	1,5	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
\mathcal{E} -ის მნიშვნელობა	0	0,06	0,25	2,25	4,0	6,25	9,0	10,5	25,0	36,0	49,0	64,0

ცხრილში 3.1 მოცემული კოეფიციენტ \mathcal{E} -ის მნიშვნელობები ისეთი გვირაბებისთვის, რომელთაც ახასიათებთ სხვადასხვა სიმაღლე, გადიდებული უნდა იქნეს შესაბამისად, გვირაბის სიმაღლისა მიხედვით:

თუ სიძქისეა 0,001, მაშინ ε უნდა გაიზარდოს 20-25%-ით;
 თუ სიძქისეა 0,001 - 0,0015 - 25-50%-ით;
 თუ სიძქისეა 0,0015 - 0,0020 - 50-75%-ით;
 თუ სიძქისეა 0,0020 - 0,0025 - 100%-ით.

გვირაბების უეცარი გაფართოების ან უეცარი შევიწროების დროს, გარდა წნევის კარგვისა, შეგვიძლია ვიანგარიშოთ თვითონ ადგილობრივი წინალობაც

$$R_{ა.წ.} = \varepsilon \cdot \frac{V}{2 \cdot g \cdot S^2}, \frac{\rho \cdot v^2}{\rho g}, \quad (3.4)$$

თუ (3.4)-ში შევიტანთ V -სა და g -ს რიცხვით მნიშვნელობებს, მაშინ

$$R_{ა.წ.} = 0,0612 \frac{\varepsilon}{S^2} \quad (3.5)$$

და შესაბამისად

$$\varepsilon = \frac{S^2 \cdot R_{ა.წ.}}{0,0612} = 16,34 \cdot R_{ა.წ.} \cdot S^2 \quad (3.6)$$

გარდა ამისა, გვირაბების უეცარი გაფართოების ან უეცარი შევიწროების შედეგად გამოწვეული ადგილობრივი წინალობა შეიძლება გამოვსახოთ გვირაბის ექვივალენტური სიგრძის საშუალებით შემდეგი ფორმულით:

$$L_{აქვ.} = \frac{0,015}{\alpha_2} \left(\frac{S_2}{S_1} - 1 \right)^2 \cdot \sqrt{S_2 \cdot \rho} \quad (3.7)$$

სადაც $L_{აქვ.}$ არის უეცარი გაფართოების შედეგად გამოწვეული ექვივალენტური წინალობა, გამოსახული ფართე გვირაბის სიგრძეში, მ;

S_1 - გვირაბის ვიწრო კვეთი, მ²;

S_2 - გვირაბის ფართე კვეთი, მ²;

α_2 - გვირაბის ფართე კვეთის აეროდინამიკური წინალობის კოეფიციენტი.

განვიხილოთ მაგალითი, თუ როგორ ხდება ადგილობრივი წინალობის სიდიდის დადგენა გვირაბის უეცარი გაფართოების შემთხვევაში (ნახ. 3.1 ა.)

მივიღოთ: $S_1=4,0$ მ²; $S_2=10,0$ მ²;

ვიცით, რა გვირაბის კვეთები, შეგვიძლია დავადგინოთ უეცარი გაფართოების შემთხვევაში ენერგიის კარგვა ადგილობრივ წინალობაზე. ამისათვის ვიტყვეთ შემდეგნაირად: გავზომოთ სიჩქარითი დაწინევა მიკრომანომეტრით და ჰაერმზომი მილაკით ფართე კვეთში ნახ. 2.2-ზე მოცემული სქემის მიხედვით (იხ. ლაბორატორიული სამუშაო №2), რის შემდეგაც ფორმულით (2.3) დავადგინოთ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე S_2 კვეთში (ფართე კვეთში). დავუშვათ სიჩქარე მივიღეთ $V_2=4$ მ/წმ. იგივე ფართე კვეთში, გვირაბის სიძქისე - აეროდინამიკური წინალობის კოეფიციენტი, $\alpha \cdot 10^4=0,0004$.

ვიცით რა ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, შეგვიძლია განვსაზღვროთ ენერგიის

კარგვა უეცარი გაფართოების დროს. კოეფიციენტ ε -ის მნიშვნელობას ვიღებთ ცხრ. 3.1-დან, როდესაც

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{10,0}{4,0} = 2,50, \quad \varepsilon = 2,50,$$

რომელსაც ვადიდებთ 10%-ით. ყველა ამ მონაცემის ჩასმით (3.2)-ში მივიღებთ:

$$h_{\text{ა.წ.}} = 2,25 \cdot 1,1 \cdot \frac{4^2}{19,62} \cdot 1,2 = 2,4 \text{ (კგ/მ}^2\text{)}$$

ესლა განვსაზღვროთ, გვირაბის ეკვივალენტური სიგრძე (3.7), ანუ განვსაზღვროთ, თუ $S_2=10,0$ მ², განიკვეთის გვირაბი, როგორი სიგრძის შემთხვევაში უზრუნველყოფს იგივე ენერგიის კარგვას, როგორსაც იწვევს აღნიშნული ადგილობრივი წინაღობა:

$$L_{\text{აძვ}} = \frac{0,015}{0,0004} \left(\frac{10,0}{4,0} - 1 \right)^2 \cdot \sqrt{10,0} = 267,0 \text{ (მ)}$$

ლაბორატორიული სამუშაო №4

საწარმოო სათავსებში მეტეოროლოგიური პირობების გამოკვლევა

ადამიანის ორგანიზმზე მეტეოროლოგიური პირობების გავლენა განისაზღვრება ჰაერის ტემპერატურით, ფარდობითი ტენიანობით, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარითა და ატმოსფერული წნევით.

ადამიანი მუდმივად გამოყოფს სითბოს გარკვეულ რაოდენობას, რომელიც ცვალებადობს იმის მიხედვით, ასრულებს იგი ფიზიკურ სამუშაოს, თუ იმყოფება მშვიდ მდგომარეობაში.

ადამიანი, თავის საჭიროებისათვის იყენებს ორგანიზმში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის მხოლოდ 10-15%-ს, რაც აუცილებელია ჩასუნთქული ჰაერისა და მიღებული საკვების გასათბობად. სითბოს დანარჩენი ნაწილი გადაეცემა გარემოს, რის გამოც სხეულის ტემპერატურა რჩება თითქმის მუდმივი.

იმისთვის, რომ არ მოხდეს ადამიანის ორგანიზმში ზედმეტი სითბოს დაგროვება ან ორგანიზმიდან ზედმეტი სითბოს გაცემა (რაც გამოიწვევს ორგანიზმის გაცივებას), საჭიროა სხეულმა სისტემატურად მოახდინოს სითბოს ბალანსის რეგულაცია ანუ თერმორეგულაცია. თერმორეგულაცია ეწოდება ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესს, რომელიც მიმართულია იქითკენ, რომ სხეულმა მუდმივად შეინარჩუნოს მეტად თუ ნაკლებად ერთნაირი ტემპერატურა - 36,5°C.

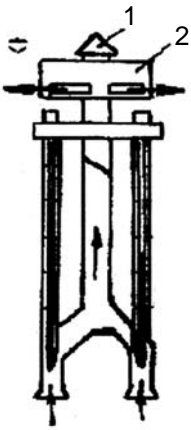
აღნიშნული თერმორეგულაცია ძირითადად დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე, ტენიანობასა და მისი მოძრაობის სიჩქარეზე. ასე, მაგალითად, ტემპერატურის მომატება, განსაკუთრების მძიმე სამუშაოს შესრულების დროს, ამნელებს სითბოს გაცემას ადამიანის ორგანიზმიდან, რაც იწვევს მის ორგანიზმში თერმორეგულაციის პროცესის დარღვევას. თერმორეგულაცია დამოკიდებულია აგრეთვე ჰაერის ტენიანობაზე და მისი მოძრაობის სიჩქარეზე.

დადგენილია, რომ ადამიანის ორგანიზმის ნორმალური გავრილებისათვის, მოცემული ტემპერატურის დროს, რაც მეტია ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მით მეტი უნდა იყოს ჰაერის ტენიანობა; განსაზღვრული ტენიანობის დროს კი საჭიროა მით უფრო მაღალი ჰაერის ტემპერატურა, რაც უფრო მეტია მისი მოძრაობის სიჩქარე; განსაზღვრული ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის დროს კი მით უფრო მეტი უნდა იყოს ჰაერის ტენიანობა, რაც უფრო ნაკლებია მისი ტემპერატურა.

გავარკვეოთ შანტა-ლაბორატორიის გვირაბებში მეტეოროლოგიური პირობების მდგომარეობა, რისთვისაც ამოცანის პირობის თანახმად გავცნოთ ჰაერის ტემპერატურის, ტენიანობისა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის საზომ ხელსაწყოებსა და გაზომვის ხერხებს.

ტემპერატურისა და ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის გასაზომად გამოიყენება ფსიქრომეტრები. ფსიქრომეტრი არსებობს ორი სახის სტაციონარული და ასპირაციული. მიწისქვეშა გვირაბებში ფარდობითი ტენიანობის გასაზომად

გამოიყენება ასპირაციული ფსიქრომეტრი (ნახ. 4.1). იგი შედგება ლითონის ჩარჩოში ჩადგმული ორი თერმომეტრის, ვენტილატორისა (1) და ვენტილატორის გასაშვები სახელურისაგან (2).



ნახ. 4.1

ფსიქრომეტრში არსებული ორი თერმომეტრიდან ერთ-ერთის ვერცხლისწყლის ბურთულას შემოხვეული აქვს ქსოვილი. ამ თერმომეტრს სველი თერმომეტრი ეწოდება, ხოლო მეორე ჩვეულებრივი ვერცხლისწყლიანი თერმომეტრია. თერმომეტრების გარდა ფსიქრომეტრს გააჩნია ვენტილატორი ზამბარიანი მექანიზმით.

ფარდობითი ტენიანობის გაზომვის წინ სველი თერმომეტრის ბურთულაზე შემოხვეულ ქსოვილს ვასველებთ გარემოს ტემპერატურის მქონე გამოხდილი წყლით. ამის შემდეგ ზამბარიანი მექანიზმის მომართვით ერთავთ ვენტილატორს, რომლის შეწოვილი ჰაერი გარსშემოედინება ვერცხლისწყლის ბურთულებს (ორივე: მშრალ და სველ თერმომეტრში) და აგრილებს მათ. ვენტილატორის გაშვებიდან 1,5 - 2,0 წთ-ის შემდეგ ერთდროულად ვიღებთ ანათვალს მშრალ და სველ თერმომეტრებზე. ანათვალთა შორის სხვაობის მიხედვით განვსაზღვრავთ ფარდობით ტენიანობას ფსიქრომეტრული ცხრილის, ფსიქრომეტრული ნომოგრამის ან ფორმულის საშუალებით:

$$\varphi = \left[F_1 - 0,5(t_{\text{შრ}} - t_{\text{სვ}}) \frac{P}{753} \right] \cdot \frac{100}{F} \quad (4.1)$$

სადაც F_1 არის წყლის ორთქლის მაქსიმალური შემცველობა 1 მ³ ჰაერში (მაქსიმალური ტენიანობა) სველი თერმომეტრის ჩვენების მიხედვით;

F - წყლის ორთქლის მაქსიმალური შემცველობა 1 მ³ ჰაერში მშრალი თერმომეტრის ჩვენების მიხედვით;

$t_{\text{შრ}}$ - მშრალი თერმომეტრის ჩვენება;

$t_{\text{სვ}}$ - სველი თერმომეტრის ჩვენება;

P - ბარომეტრული წნევა.

გაზომვისა და ანგარიშის შედეგები შეგვაქვს ცხრილში 4.1

ცხრილი 4.1

ხელსაწყოს დასახელება	თერმომეტრის ჩვენება		ჩვენებათა შორის სხვაობა, 0C	ფარდობითი ტენიანობა, %		
	სველი, 0C	მშრალი, 0C		ფორმულით (4.1)	ფსიქრომეტრული ცხრილით	ფსიქრომეტრული ნომოგრამით
ასპირაციული ფსიქრომეტრი						

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გასაზომად შესაძლებელია გამოვიყენოთ ანემომეტრი (იხ. ლაბორატორიული სამუშაო №1) ან მიკრომანომეტრი და ჰაერმზომი მილაკი (იხ. ლაბორატორიული სამუშაო №2). ამ უკანასკნელ შემთხვევაში საჭიროა გაიზომოს სიჩქარითი დაწნევის სიდიდე ($h_{\text{დ}}$) და შემდეგ (2.3) ფორმულით ვიანგარიშოთ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე.

გაზომვით მიღებულ ჰაერის ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობისა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის მნიშვნელობებს ვადარებთ ამ პარამეტრების დასაშვებ ნორმებს და სამუშაო ადგილებზე მიღებული მეტეოროლოგიური პირობებიდან გამომდინარე ვადგენთ, თუ რა ღონისძიებები უნდა გატარდეს რათა შეიქმნას ადამიანის ორგანიზმისათვის ნორმალური მუშაობის პირობები.

უსაფრთხოების წესებისა და სანიტარული ნორმების შესაბამისად მიწისქვეშა გვირაბებში სამუშაო ადგილებზე მიკროკლიმატის (მეტეოროლოგიური პირობების) პარამეტრების დასაშვები მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 4.2.

ცხრილი 4.2

ჰაერის მოძრაობის მაქსიმალური დასაშვები სიჩქარე, მ/წმ	ჰაერის დასაშვები ტემპერატურა, °C		
	ფარდობითი ტენიანობა 60 - 75 %	ფარდობითი ტენიანობა 75 - 90 %	ფარდობითი ტენიანობა >90 %
0,25	24	22	22
0,50	25	23	23
1,50	26	24	24
2,00	26	25	25

ლაბორატორიული სამუშაო №5

ჰაერის მტვრიანობის განსაზღვრა საწარმოო სათავსებში

მტვერი არის საწარმოო პროცესის შესრულების დროს წარმოშობილი მყარი სხეულის უმცირესი ნაწილაკები, რომლებიც ჰაერში გარკვეული დროის განმავლობაში იმყოფებიან შეტივტივებულ მდგომარეობაში.

მტვრის რეჟიმისა და მუშაობის სანიტარულ-ჰიგიენური პირობების დაცვის მიზნით საჭიროა რეგულარულად გაიზომოს სამუშაო ზონის ჰაერში მტვრის კონცენტრაცია. სამთო საწარმოებში ჰაერის მტვრიანობის განსაზღვრა წარმოებს ძირითადად წონითი მეთოდით.

ჰაერში მტვრის ნაწილაკების შემცველობის განსაზღვრა წონითი მეთოდით დამყარებულია მტვრის დამჭერ ფილტრში გარკვეული რაოდენობის მტვრიანი ჰაერის გატარებაზე და შემდეგ, მტვრის წონითი რაოდენობის განსაზღვრაზე ერთ კუბურ მეტრ ჰაერში.

ფილტრად გამოიყენება ჰიგროსკოპული და მინის ბაბა, უნაცრო ქალაღი და სპეციალური პოლიმერები. ფილტრი თავსდება სპეციალურ დამჭერში - ალონჟში. თუ ფილტრი ბამბისაა, მაშინ გამოიყენება მინის ალონჟი, ხოლო ქალაღის ან პოლიმერის ფილტრის შემთხვევაში - ლითონის ან პლასტმასის ალონჟი.

ფილტრში გატარებული ჰაერის რაოდენობა დამოკიდებულია მტვრიანობაზე: რაც უფრო მეტია ჰაერში მტვრის კონცენტრაცია, მით უფრო ნაკლებია გასატარებელი ჰაერის მოცულობა, რომლის განსაზღვრაც წარმოებს რეომეტრის ან როტამეტრის საშუალებით.

სინჟის ასაღები დანადგარი შედგება ფილტრიანი ალონჟის, რეომეტრის (როტამეტრის) და ასპირაციული ხელსაწყოთაგან.

ფილტრში ჰაერს ვატარებთ მანძაღე, ვიდრე არ მივიღებთ ფილტრზე 5-6 მგ წონის ნამატს, რაც საწარმოო პირობებში შესაძლებელია 10-15 წთ-ის განმავლობაში (ლაბორატორიაში ფილტრში ჰაერის გატარება შეიძლება ვაწარმოთ 2-3 წთ-ის განმავლობაში).

ჰაერის მტვრიანობის განსაზღვრისათვის ვიქცევით შემდეგნაირად: ცდის წინ კარგად გამოშრალ ფილტრს ვწონით და ვათავსებთ ალონჟში. შემდეგ ასპირაციული ხელსაწყოთა საშუალებით ხდება მტვრიანი ჰაერის გატარება ფილტრში და ფილტრის აწონვა ცდის დამთავრების შემდეგ. ფილტრში გატარებული ჰაერის მოცულობითი სიჩქარე დგინდება რეომეტრის (როტამეტრის) საშუალებით, ხოლო ცდის ჩატარების ხანგრძლივობა - წამზომის საშუალებით.

ცდის შედეგად მიღებული შედეგების მიხედვით ჰაერში მტვრის კონცენტრაციის ანგარიში წარმოებს შემდეგნაირად:

ჰაერში მტვრის კონცენტრაცია განისაზღვრება ფორმულით:

$$C_p = \frac{P_1 - P}{V_0} \cdot 1000, \text{ მგ/მ}^3. \quad (5.1)$$

სადაც P_1 არის ფილტრის (ალონჟის) წონა ცდის შემდეგ (მტკრიანი ჰაერის გატარების შემდეგ), მგ.

P - ფილტრის (ალონჟის) წონა ცდამდე, მგ.

V_0 - ფილტრში გატარებული ჰაერის მოცულობა დაყვანილი ნორმალურ პირობებზე (ე.ი. ისეთ მოცულობაზე, როგორც მას ექნება $0^{\circ}C$ ტემპერატურისა და 760 მმ ვერც. წყ. სვ. წნევის დროს), ლ. იგი განისაზღვრება ფორმულით:

$$V_0 = \frac{V_t \cdot 753}{273 + t}, \text{ ლ.} \quad (5.2)$$

სადაც V_t არის ჰაერის მოცულობა, რომელიც გადის ფილტრში ცდის პირობებში, ლ.;

t - ჰაერის ტემპერატურა სინჯის ალების ადგილზე, $^{\circ}C$.

მიღებული შედეგები შეგვაქვს დაკვირვებათა ცხრილში

ცხრილი 5.1

ცდის №	ჰაერის სინჯის ალების ადგილი	ფილტრის წონა ცდამდე P , მგ	ფილტრის წონა ცდის შემდეგ P_1 , მგ	ხელსაწყოთა დიაფრაგმა	მანომეტრის ჩვენება რეომეტრზე, მმ წყ. სვ.	ნომოგრამაზე ჰაერის შეწოვის მოცულობითი სიჩქარე, ლ/წთ	ცდის ჩატარების ხანგრძლივობა, წთ	გატარებული ჰაერის მოცულობა, V_t , ლ	დაჭერილი მტკრის წონა $(P_1 - P)$, მგ	მტკრის კონცენტრაცია ჰაერში, C_P , მგ/მ ³

ანგარიშით მიღებული მტკრის კონცენტრაცია ჰაერში უნდა შევადაროთ სან-იტარულ ნორმებს. ამ ნორმებით დადგენილია მტკრის დასაშვები კონცენტრაციები მასში კაჟმიწის (SiO_2) შემცველობის მიხედვით:

1. მტკერი, რომელიც შეიცავს 70%-ზე მეტ SiO_2 - 1,0 მგ/მ³;
2. მტკერი, რომელიც შეიცავს 10-70% SiO_2 - 2,0 მგ/მ³;
3. მტკერი, რომელიც შეიცავს 5%-მდე SiO_2 - 4,0 მგ/მ³;
4. მტკერი, რომელიც არ შეიცავს SiO_2 - 10,0 მგ/მ³.

იბეჭდება ავტორის მიერ წარმოდგენილი სახით

გადაეცა წარმოებას 26.05.2007. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 05.06.2007.
ქალაქის ზომა 60X84 1/16. ბეჭდვა ოფსეტური. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი
1,125. ტირაჟი 100 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“
თბილისი, კოსტავას 77

