

მ. გრძელიშვილი, თ. გიორგობიანი

გაზით გათბობა

“ტექნიკური უნივერსიტეტი”

“საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი”

მ. გრძელიშვილი, ო. გიორგობიანი

გაზით გათბობა



რეკომენდებულია სტუ-ის
სარედაქციო-საგამომცემლო საბჭოს
მიერ. 18.05.2011, ოქმი №2

თბილისი

2011

უპკ 697 (075.8)

განხილულია გაზით გათბობის სისტემები, გათბობის ტექნიკაში გამოყენებული გაზის თბოგენერატორები, ხელსაწყო - დანადგარები, გაზის წვის მეთოდები, წვის შედეგად გამოყოფილი მავნეობები და გარემოში მათი გაყვანის გზები.

განკუთვნილია თბოაირმომარაგების და ვენტილაციის სპეციალობის სტუდენტებისა და ამ დარგში მომუშავე სპეციალისტებისათვის.

რეცენზენტები: ო. ფურცელაძე,

ვ. ჩახნაშვილი

© საგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, 2011-07-04

ISBN 978-9941-14-957-3

<http://www.gtu.ge/publishinghouse/>



ყველა უფლება დაცულია. ამ წიგნის არც ერთი ნაწილი (იქნება ეს ტექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) არანაირი ფორმით და საშუალებით (იქნება ეს ელექტრონული თუ მექანიკური), არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე. საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

წინასიტყვაობა

1988 წელს გამოცემული გათბობის სახელმძღვანელო შედგენილია იმ დროინდელი სასწავლო გეგმის მიხედვით. აღწერილია გასული საუკუნის 60 - 80-იან წლებში არსებული გათბობის სისტემები, სახელდობრ შენობათა გათბობა ცენტრალიზებულ თბომომარაგების ბაზაზე. ცენტრალიზებული თბომომარაგება ხორციელდებოდა ცენტრალური რაიონული საქვაბიდან, რომელიც გათბობისა და ცხელი წყლისათვის საჭირო თბური ენერგიით მთელ რაიონს ამარაგებდა. ამ მიზნით ქუჩებში გაყვანილი იყო დიდი დიამეტრის თბოქსელები და ირგვლივ მდებარე შენობები მასთან იყო მიერთებული. დღეისათვის ცენტრალიზებული თბომომარაგება, როგორც არაეკონომიური, ტექნიკურად არასრულყოფილი და არაენერგოეფექტური აღარ გამოიყენება. არც გათბობის სისტემები კეთდება ისე, როგორც ეს გასულ საუკუნეში იყო. აქედან გამომდინარე, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ისეთი სახელმძღვანელოს შექმნა, რომელიც სტუდენტებს შესაძლებლობას მისცემს შეისწავლონ გათბობის თანამედროვე სისტემები. ამ მიზნით ჩაფიქრებული გვაქვს სახელმძღვანელოს რამდენიმე წიგნად გამოცემა. ესენია:

გაზით გათბობა;

მყარი და თხევადი სათბობით გათბობა;

გათბობა არატრადიციული თბური წყაროებით;

სამშენებლო თბოფიზიკა (გათბობის ვენტილაციის და ჰაერის კონდიციონირების თბოფიზიკური საფუძვლები);

წყლით, ორთქლით და ჰაერით გათბობის სისტემები.

სახელმძღვანელოში „გაზით გათბობა“ განხილულია გათბობის სისტემებში გამოყენებული თბოგენერატორები: გაზის ქვაბები, ჰაერგათბობები, კონვექტორები და ინფრაწითელი გამომსხივებლები, აგრეთვე გაზზე მომუშავე კოგენერაციული დანადგარის (ბლოკური თეცი) ძირითადი სქემა და მოქმედების პრინციპი. სტუდენტს საშუალება აქვს შეისწავლოს გაზის წვის მეთოდები, გაზის ატმოსფერული და შემხერი სანთურები, გათბობის ტრადიციული და საკონდენსაციო ტექნიკა. სახელმძღვანელოში მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა გაზის წვის შედეგად გამოყოფილი მავნე მინარევების შესწავლას და გარემოში მათი გატყორცნის მეთოდებს.

გათბობის სისტემები და მათი კლასიფიკაცია

წლის ცივ პერიოდში შენობათა სათავსების ტემპერატურა გარე ჰაერის ტემპერატურაზე მეტი უნდა იყოს. თერმოდინამიკის მეორე კანონის თანახმად, სითბო მაღალი ტემპერატურული წყაროდან (სათავსის შიგა ჰაერი) გადადის დაბალ ტემპერატურულ წყაროზე (გარე ჰაერი). სითბოს ეს გადასვლა მიმდინარეობს შემომზღუდი კონსტრუქციებიდან - კედლები, ფანჯრები, იატაკი, ჭერი. სითბოს, რომელიც სათავსიდან გარემოს გადაეცემა სათავსის თბოდანაკარგები ეწოდება. თუ ვერ შევძლებთ სათავსის თბოდანაკარგების კომპენსაციას (ანაზღაურებას), მაშინ სათავსის ტემპერატურა დაიწევს და გარე ჰაერის ტემპერატურას გაუტოლდება.

წლის განმავლობაში გარე ჰაერის ტემპერატურა იცვლება როგორც გათბობის სეზონის, ასევე დღე-ღამის განმავლობაში. შიგა ჰაერის ტემპერატურა კი მთელი ამ ხნის მანძილზე მუდმივი რჩება. ასევე იცვლება შიგა და გარე ჰაერს შორის ტემპერატურათა სხვაობა, რაც ნიშნავს, რომ იცვლება სათავსის თბოდანაკარგებიც. შენობათა შიგნით მუდმივი ტემპერატურის შესანარჩუნებლად სათავსში მისაწოდებელი სითბოს რაოდენობა ამ შენობის თბოდანაკარგების ტოლი უნდა იყოს.

შენობის შიგნით ჰაერის მუდმივი ტემპერატურის შესანარჩუნებლად გათბობის სისტემა კეთდება.

გათბობის სისტემა კონსტრუქციული ელემენტების ერთობლიობაა, რომლის დანიშნულებაც თბური ენერგიის (სითბოს) გამომუშავება, ტრანსპორტირება და მისი გადაცემა გასათბობი სათავსებისათვის, შენობებისათვის ან ნაგებობებისათვის.

გათბობის ნებისმიერი სისტემა სამი ძირითადი ელემენტისაგან შედგება: 1. თბური გენერატორი (თბური წყარო), რომელშიც ხდება თბური ენერგიის გამომუშავება; 2. თბოსადენები (მილები, არხები, ფასონური ნაწილები), რომელთა მეშვეობით წარმოებს თბური წყაროდან მიღებული თბური ენერგიის ტრანსპორტირება სათბობ ხელსაწყოებამდე; 3. სათბობი ხელსაწყოები (რადიატორები, კონვექტორები და ა.შ), რომლებიც უზრუნველყოფს თბოშემცველიდან თბური ენერგიის გადაცემას გასათბობ სათავსებში.

ამ სამი ძირითადი კონსტრუქციული ელემენტის განლაგების მიხედვით გათბობის სისტემა არის ადგილობრივი და ცენტრალური.

ადგილობრივი ეწოდება გათბობის ისეთ სისტემას, რომელშიც სამივე ძირითადი ელემენტი - თბური გენერატორი, თბოსადენები და სათბობი ხელსაწყოები გაერთიანებულია ერთ დანადგარად. ადგილობრივი გათბობის სისტემებს მიეკუთვნება: ღუმლები, გამომსხივებლები და სხვა მსგავსი ხელსაწყოები. ღუმლებში თბურ გენერატორს წარმოადგენს ღუმლის საცეცხლური, თბოსადენს - კვამლსაბრუნე არხები, რომლებშიც მოძრაობს თბოშემცველი, ცხელი ჰაერი, ხოლო სათბობ ხელსაწყოებს - ღუმლის კედლების ის ზედაპირები, რომლებიც გამოდის უშუალოდ სათავსში და სითბოს სათავსის ჰაერს გადასცემს.

ასეთი სისტემების მოქმედების რადიუსი მცირეა. ძირითადად ერთ სათავსს ემსახურება, უკეთეს შემთხვევაში ერთ პატარა ბინას.

ცენტრალური ეწოდება გათბობის ისეთ სისტემას, რომელშიც თბური გენერატორი გამოტანილია გასათბობი სათავსის გარეთ, ხოლო თბოშემცველი მილსადენის საშუალებით მიეწოდება უშუალოდ სათავსში განლაგებულ სათბობ ხელსაწყოებს. ცენტრალური გათბობის სისტემების მოქმედების რადიუსი გაცილებით დიდია, ვიდრე ადგილობრივი სისტემებისა. ერთი ემსახურება ერთ ბინას, ერთ სართულს, შენობის ნაწილს, მთელ შენობას, შენობათა ჯგუფს ან მთელ რაიონს. გათბობის სისტემა, რომელიც მთელ რაიონს ემსახურება გათბობის რაიონული სისტემა ეწოდება. საქართველოში ეს სისტემები მრავლად იყო საბჭოთა პერიოდში. ასეთი სისტემები, სხვადასხვა უარყოფითი თვისებების გამო დღეისთვის აღარ გამოიყენება.

გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი ორი ძირითადი სახეობისა, არსებობს გათბობის სისტემების რამდენიმე კლასიფიკაცია.

დღეს მოქმედებაშია გათბობის სისტემები ტრადიციული და არატრადიციული თბური წყაროებით.

ტრადიციულ თბურ წყაროებს მიეკუთვნება ორგანული სათბობი (გაზი, თხევადი და მყარი).

არატრადიციულ თბურ წყაროებს მიეკუთვნება მზე, ქარი, გრუნტი და წყალი.

დღეისათვის ყველაზე მეტად გავრცელებულია გათბობის სისტემები ტრადიციული თბური წყაროებით, სადაც გასათბობად გამოიყენება გაზი, თხევადი ან მყარი სათბობი. რადგან საქართველოში ყველაზე მეტად გავრცელებულია გაზისებრი სათბობი (ბუნებრივი გაზი და პროპან-ბუტანი), ამიტომ წინამდებარე სახელმძღვანელოში ძირითადად შეისწავლება გაზით გათბობის ცენტრალური და ადგილობრივი სისტემები. შემდეგი ნაწილები კი დაეთმოთ თხევადი და მყარი სათბობით გათბობის და ასევე არატრადიციული თბური წყაროებით გათბობის სისტემებს.

გაზისებრი სათბობი

გაზისებრ სათბობად გამოიყენება შემდეგი გაზები: ბუნებრივი (მოიპოვება გაზის საბადოებიდან), თანამგზავრული (მიიღება ნავთობის საბადოების დამუშავებისას), გათხევადებული ნახშირწყალბადოვანი (მიიღება თანამგზავრული ნავთობის საბადოების დამუშავებისას) და გაზსაკონდენსაციო საბადოებიდან მოპოვებული.

ბუნებრივი გაზის შედგენილობა ერთგვაროვანია და ძირითადად მეთანს შეიცავს. ნავთობის საბადოების თანამგზავრული გაზი შეიცავს აგრეთვე ეთანს, პროპანს და ბუტანს; გათხევადებული გაზები პროპანისა და ბუტანის ნარევიანია. გაზი, რომელიც მიიღება ნავთობგადამამუშავებელ ქარხნებში ნავთობის თერმული გადამამუშავების დროს, პროპანისა და ბუტანის გარდა შეიცავს ეთილენს, პროპილენს და ბუტილენს. წვადი კომპონენტების გარდა ბუნებრივი გაზი მცირე რაოდენობით შეიცავს გოგირდწყალბადს, ჟანგბადს, აზოტს, ნახშირორჟანგს, წყლის ორთქლს და მექანიკურ მინარევებს.

ბუნებრივი სათბობი გაზების რეგლამენტირება (დაყოფა) სახელმწიფო სტანდარტებით ხდება. გაზის ხელსაწყოების, სანთურების ნორმალური მუშაობა დამოკიდებულია მაგისტრალურ და მანაწილებელ გაზსადენებში გამავალი გაზის შედგენილობის მუდმივობასა და მასში მავნე მინარევების რაოდენობაზე.

ბუნებრივი გაზის შედგენილობა

საწვავი გაზები არის ბუნებრივი და ხელოვნური.

ბუნებრივი გაზი სამ ჯგუფად იყოფა:

1. მოპოვებული სუფთა გაზის საბადოებიდან, რომელიც მშრალი გაზია მძიმე ნახშირწყალბადების გარეშე;

2. მოპოვებული ნავთობის საბადოებიდან ნავთობთან ერთად, რომელიც მშრალი გაზის ნარევია გაზისებრ ბენზინსა და პროპან-ბუტანის ფრაქციასთან;

3. მოპოვებული გაზსაკონდენსაციო საბადოებიდან, რომელიც მშრალი გაზისა და კონდენსატის ნარევია.

ბუნებრივი გაზი ძირითადად შედგება ზღვრული ნახშირწყალბადებისგან, გვხვდება აგრეთვე გოგირდწყალბადი, აზოტი, ნახშირორჟანგი და წყლის ორთქლი.

სუფთა გაზის საბადოებიდან მოპოვებული გაზი ძირითადად მეთანისგან შედგება.

გაზი და ნავთობი მიწის სიღრმეში ავსებს ფოროვანი ქანების სიცარიელებს და დიდი რაოდენობით დაგროვებისას მიზანშეწონილია მათი სამრეწველო დამუშავება და ბუდობების ექსპლუატაცია. გაზის ან ნავთობის ფენის წნევა მათი განლაგების სიღრმეზეა დამოკიდებული. პრაქტიკულად, ყოველი 10 მეტრი სიღრმის შემდეგ წნევა ფენაში 0,1 მპა (1კგ/მ^2) მატულობს.

გაზისებრი სათბობის შედგენილობაში წვადი და არაწვადი ნაწილები შედის. რაც მეტია სათბობის წვადი ნაწილი, მით მეტია მისი კუთრი დაწვის სითბო. გაზისებრი სათბობის ფიზიკურ-ქიმიურ და თბოტექნიკურ მახასიათებლებს შორის განსხვავება განპირობებულია გაზის შედგენილობაში წვადი და არაწვადი კომპონენტებისა და მავნე მინარევების სხვადასხვა რაოდენობით.

სათბობის წვად კომპონენტებს შემდეგი ნივთიერებები მიეკუთვნება:

წყალბადი H_2 - უფერო, უსუნო და უგემო არატოქსიკური გაზი, რომლის 1 მ³ მასა 0,09 კგ-ია. იგი ჰაერზე 14,5-ჯერ მსუბუქია. წვის კუთრი სითბო: $Q_{\text{უდ}}=108000\text{კჯ/მ}^3$ (28640 კკალ/კგ); $Q_{\text{უგ}}=127500\text{კჯ/მ}^3$ (33850 კკალ/კგ); 1მ³ წყალბადის თეორიულად საჭირო ჰაერის რაოდენობით დაწვისას წარმოიქმნება 2,88 მ³ ნამწვი პროდუქტები.

წყალბად-ჰაერის ნარევი ადვილად აალებადია, ხანძარ- და აფეთქებასაშიშია.

მეთანი CH_4 - უფერო, უსუნო და უგემო არატოქსიკური გაზი. მის შედგენილობაში შედის 75% ნახშირორჟანგი და 25% წყალბადი; 1 მ³ მეთანის მასა 0,717კგ-ია, ატმოსფერული წნევის დროს. -162°C ტემპერატურაზე მეთანი თხევადდება და მოცულობა დაახლოებით 600-ჯერ მცირდება. ამიტომ გათხევადებული ბუნებრივი გაზი ტექნიკის მრავალი დარგის პერსპექტიული ენერგომატარებელია.

მეთანის 25% (მასის მიხედვით) წყალბადის შემცველობის გამო, მის უმაღლეს და უდაბლეს თბოუნარიანობებს (დაწვის სითბო) შორის სხვაობა დიდია. უმაღლესი თბოუნარიანობა $Q_{\text{უბ}}=39820\text{კჯ/მ}^3$ (13200 კკალ/კგ); უდაბლესი კი - $Q_{\text{უდ}}=35880\text{კჯ/მ}^3$ (11957 კკალ/კგ).

ბუნებრივ გაზში მეთანის რაოდენობა 98% აღწევს, ამიტომ მისი თვისებები პრაქტიკულად ბუნებრივ გაზის თვისებებს განსაზღვრავს.

ბუნებრივი და თანამგზავრული გაზები, რომლებიც ძირითადად მეთანისაგან შედგება, არის არა მარტო მაღალკალორიული სათბობი, არამედ ძვირფასი ნედლეული ქიმიური მრეწველობისათვის.

მეთანს ახასიათებს შედარებით დაბალი რეაქციული თვისება, რაც მისი მოლეკულის C-H ოთხმაგი კავშირის გახლეჩისას აიხსნება დიდი რაოდენობის ენერგიის დანახარჯით. გარდა მეთანისა, წვად გაზებში შედის აგრეთვე ეთანი C_2H_6 , პროპანი C_3H_8 , ბუტანი C_4H_{10} და სხვა.

მეთანის რიგის ნახშირწყალბადებს აქვს ერთი საერთო ფორმულა $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, სადაც n ნახშირწყალბადოვანი რიცხვია, რომელიც მეთანისთვის 1-ის, ეთანისთვის 2-ის, პროპანისთვის 3-ის ტოლია.

ნახშირჟანგი CO - უფერო, უსუნო და უგემო გაზი, რომლის 1 მ³ მასა 1,25 კგ შეადგენს. წვის კუთრი სითბო (თბოუნარიანობა) 13250 კჯ/მ³ (2413 კკალ/კგ). ბალასტის (CO_2+N_2) შემცირების ხარჯზე ნახშირჟანგის (CO) შემცველობის ზრდისას მკვეთრად მატულობს დაბალკალორიული გაზების თბოუნარიანობა და წვის ტემპერატურა. მაღალკალორიულ გაზებში, რომლებიც მეთანს და სხვა ნახშირწყალბადებს შეიცავს, ნახშირჟანგის პროცენტული შემცველობის ზრდა ამცირებს მათ თბოუნარიანობას. ამასთან, წარმოიქმნება 2,88მ³ ნამწვი პროდუქტები.

მათი მცირე მოცულობის გამო, 1 მ^3 ნახშირქანგზე მოდის მეტი სითბო, ვიდრე ნახშირწყალბადის 1 მ^3 ნამწვ პროდუქტებზე.

ნახშირქანგი ადამიანის სისხლს ადვილად უერთდება. ჰაერში ნახშირქანგის $0,04\%$ შემცველობისას სისხლის ჰემოგლობინის დაახლოებით 30% შედის ნახშირქანგთან ქიმიურ რეაქციაში, $0,1\%$ CO-ს დროს - 50% , $0,4\%$ CO-ს დროს - 80% -ზე მეტი. ნახშირქანგი მიეკუთვნება მაღალ ტოქსიკურ გაზებს. 1 სთ განმავლობაში ისეთ სათავსში ყოფნა, რომლის ჰაერი $0,2\%$ CO-ს შეიცავს ორგანიზმისთვის მავნებელია, $0,5\%$ კი - სიცოცხლისათვის.

გაზისებრი სათბობის არაწვად ნაწილს მიეკუთვნება აზოტი, ნახშირორქანგი და ჟანგბადი.

აზოტი N_2 - უფერო, უსუნო და უგემო გაზი. მისი სიმკვრივე $1,25\text{ კგ/მ}^3$ -ია. აზოტის ატომები მის მოლეკულაში შეერთებულია სამმაგი კავშირით $\text{N}\equiv\text{N}$, რომლის გახლეჩაზე იხარჯება 170200 კკალ/მოლი (84402 კკალ/კგ) სითბო.

აზოტი ჟანგბადთან რეაქციაში პრაქტიკულად არ შედის, ამიტომ წვის პროცესში მას განიხილავენ, როგორც ინერტულ გაზს. სხვადასხვა გაზში აზოტის შემცველობა მნიშვნელოვან ზღვრებში მერყეობს.

ნახშირორქანგი CO_2 - მძიმე, უფერო გაზი, დაბალ ტემპერატურაზე ნაკლებრეაქტიული. აქვს მსუბუქად მჟავე სუნი და გემო. ჰაერში მისი $4 - 5\%$ -ის შემცველობა იწვევს სასუნთქი ორგანოების ძლიერ გაღიზიანებას, ხოლო 10% - ძლიერ მოწამვლას.

CO₂-ის სიმკვრივე $1,98\text{ კგ/მ}^3$ -ია. ჰაერზე $1,53$ -ჯერ მძიმეა; 20°C ტემპერატურასა და $5,8\text{ მპა}$ (58 კგ/სმ^2) CO₂ გარდაიქმნება სითხედ, რომლის გადატანა ფოლადის ბალონებით შეიძლება. CO₂ ძლიერი გაცივებისას მყარდება და თეთრ ფერის თოვლისებრ სახეს ღებულობს. მყარი CO₂ ან მშრალი ყინული ფართოდ გამოიყენება მალფუჭებადი პროდუქტების შესანახად.

ჟანგბადი O_2 - უფერო, უსუნო და უგემო გაზი. მისი სიმკვრივე $1,43\text{ კგ/მ}^3$ -ია. გაზში ჟანგბადის არსებობა მის თბოუნარიანობას ამცირებს და მას აფეთქებასაშიშს ხდის.

მაგნე მინარევებს შემდეგი გაზები მიეკუთვნება:

გოგირდწყალბადი H_2S . იგი უფერო გაზია, მკვეთრი სუნით, რომელიც ლაყე კვერცხის სუნს მოგვაგონებს, აქვს მაღალი ტოქსიკურობა. სიმკვრივე $1,54 \text{ კგ/მ}^3$ -ია.

გოგირდწყალბადი ზემოქმედებს ლითონებზე და სულფიდებს წარმოქმნის. იწვევს გაზსადენების კოროზიას, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც გაზი ერთდროულად H_2S , H_2O და O_2 შეიცავს. გოგირდწყალბადი წვისას წარმოქმნის გოგირდოვან გაზს (გოგირდის ორჟანგს), რომელიც მავნეა ორგანიზმისათვის და იწვევს კოროზიულ ზემოქმედებას ლითონის ზედაპირზე. გოგირდწყალბადის შემცველობა გაზში არ უნდა აღემატებოდეს $2 \text{ გ-ს } 100\text{მ}^3$ გაზზე.

წყალბადციანმჟავა (ციანიდმჟავა) HCN . უფერო, მსუბუქი სითხე, $26^\circ C$ დუღილის ტემპერატურით. დუღილის ასეთი დაბალი ტემპერატურის გამო, HCN იმყოფება გაზისებრ მდგომარეობაში. ციანიდმჟავა ძლიერ შხამიანია, აქვს კოროზიული ზემოქმედების უნარი რკინაზე, სპილენძზე, კალაზე, თუთიასა და მათ შენადნობებზე. დასაშვებია არა უმეტეს $5 \text{ გ ციანიდის შენაერთი } 100\text{მ}^3$ გაზზე. გაზის გაჟონვის აღმოსაჩენად საჭიროა გაზების გაზსადენში შეშვებამდე მათი ოდორიზაცია.

ამ დროს გაზს ეძლევა სპეციფიკური მკვეთრი სუნი, რის გამოც ადვილია მისი აღმოჩენა უმნიშვნელო კონცენტრაციის დროსაც კი. გაზის ოდორიზაცია ხდება მკვეთრი სუნის მქონე სპეციალური სითხეების საშუალებით. ხშირ შემთხვევაში, ოდორანტად გამოიყენება ეთილმერკაპტანი. ამ გაზის სუნი იგრძნობა, თუ მისი კონცენტრაცია ჰაერში აფეთქებადობის ქვედა ზღვრის $1/5$ -ის ტოლია. პრაქტიკულად ეს ნიშნავს, რომ ბუნებრივი გაზი, რომლის აფეთქებადობის ქვედა ზღვარი 5% -ის ტოლია, უნდა იგრძნობოდეს სათავსის ჰაერში მისი 1% -იანი კონცენტრაციის დროს, გათხევადებული გაზების სუნი კი - მისი $0,5\%$ -იანი კონცენტრაციის დროს სათავსის ჰაერში.

გაზის წვა

წვა წვადი ნარევის ნამწვ პროდუქტებად გარდაქმნის რთული ფიზიკურ-ქიმიური პროცესია. ანუ წვა წვადი გაზების ჟანგბადთან ურთიერთქმედების პროცესია, რომელიც მაღალ ტემპერატურებზე მიმდინარეობს. წვადი გაზებისა და ჟანგბადის ანუ წვადი ნარევის ნამწვ პროდუქტებად გარდაქმნის შედეგად

გამოიყოფა დიდი რაოდენობით სითბური ენერგია (სითბო). გაზჰაერის ნარევის დაწვა საყოფაცხოვრებო ხელსაწყოებსა და გათბობის თბოგენერატორებში მიმდინარეობს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ გაზის შემცველობა ჰაერში განსაზღვრულ ფარგლებშია, რომელიც ეთანადება აალების ზღვრებს. ამ ზღვრების გარეთ გაზჰაერის ნარევი არც იწვის და არც ფეთქდება. თუ გაზჰაერის ნარევში გაზის რაოდენობა ძალიან მცირეა, მაშინ გაზის დაწვის შედეგად გამოყოფილი სითბო არასაკმარისია, რათა ნარევის მეზობელი ფენები მიიყვანოს აალების ტემპერატურამდე. იგივე ხდება აგრეთვე გაზ-ჰაერის ნარევში გაზის ძალიან დიდი რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში. ამ დროს შეიმჩნევა წვისათვის მიწოდებული ჰაერის ჟანგბადის უკმარისობა, რათა მიღებულ იქნეს სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც უზრუნველყოფს ნარევის მეზობელი ფენების შეთბობას აალების ტემპერატურამდე.

აალების ტემპერატურა ის მინიმალური ტემპერატურაა, რომლის დროსაც ორთქლი წვადი ნივთიერების ზედაპირზე ისეთი სიჩქარით გამოიყოფა, რომ მასზე ანთების წყაროს (ასანთი, სანთებელა) ზემოქმედებისას აალება იწყება. აალება არის ნივთიერების ალიანი წვა, რომელიც აალების წყარომ გამოიწვია და გრძელდება მისი მოშორების შემდეგაც. ამ დროს მდგრადი წვა წარმოიქმნება.

გარდა აალების ტემპერატურისა, წვის პროცესების შესწავლისას საჭიროა აგრეთვე თვითაალების ტემპერატურის ცოდნა.

თვითაალების ტემპერატურა წვადი ნივთიერების ის მინიმალური ტემპერატურაა, სადამდე გაცხელებაც მკვეთრად ზრდის ეგზოთერმული მოცულობითი რეაქციის სიჩქარეს, იწვევს ალიან წვას ან აფეთქებას (ან ორივეს ერთად). აფეთქება წარმოიქმნება, თუ წვადი გაზის ტემპერატურა აფეთქების ტემპერატურას მიაღწევს.

აფეთქების ტემპერატურა წვადი ნივთიერების ის უმცირესი ტემპერატურაა, რომლის დროსაც მის ზედაპირზე ორთქლს შეუძლია აბრიალდეს (აფეთქდეს) მასთან ღია ცეცხლის მიტანის დროს. მდგრადი წვა ამ დროს არ წარმოიქმნება. აფეთქება არის გაზ-ჰაერის ნარევის სწრაფი წვა წვადი ნივთიერების ზედაპირზე, რომელსაც ახლავს ხანმოკლე ხილული ნათება. წვადი სითხეების ჯგუფიდან, აფეთქების ტემპერატურის მიხედვით, გამოყოფენ ადვილად აალებად სითხეებს.

ადვილად აალებადია ის წვადი სითხეები, რომელთა აფეთქების ტემპერატურა არ აღემატება 61°C დახურულ ტიგელში და 66°C ღია ტიგელში.

აფეთქებადობის, უფრო სწორად აალების, ზღვრებში იგულისხმება ჰაერში წვადი გაზის მინიმალური (ქვედა ზღვარი) და მაქსიმალური (ზედა ზღვარი) რაოდენობები. ამ ზღვრების გარეთ აალება არ ხდება. გაზ-ჰაერის ნარევის აფეთქებადობის (აალების) ზღვრებს სტანდარტულ პირობებში ($p=760$ მმ. ვერცხ. წყ. სვ., $T=0^{\circ}\text{C}$) მოცულობით პროცენტებში გამოსახვენ. გაზ-ჰაერის ნარევის ტემპერატურის გაზრდით ეს ზღვრები ფართოვდება. თვითაალების ტემპერატურაზე მეტად გაზრდით ნარევი, ნებისმიერი მოცულობითი თანაფარდობის დროს, იწვის. გაზ-ჰაერის ნარევის აფეთქებადობის (აალების ტემპერატურის) ზღვრები სხვადასხვა შედგენილობის (საბადოს) გაზებისათვის სხვადასხვაა. გაზ-ჰაერის აფეთქებადი ნარევის წარმოქმნის ძირითადი მიზეზი გაზის გაჟონვაა გაზმომარაგების ქსელიდან ან მისი ცალკეული ელემენტებიდან, აგრეთვე სათავსების, საცეცხლურების, ქვაბებისა და ღუმლების გაზსავლების, სარდაფების და მიწისქვეშა კომუნიკაციების, ჭების არასრულყოფილი ვენტილაცია.

ზოგიერთი ნივთიერებისათვის აალების, აფეთქებადობის, თვითაალების, დუღილის ტემპერატურები და აფეთქებადობის ზღვრები მოცემულია ცხრილში.

ნივთიერება	დუღილის ტემპ-რა, °C	აალების (აფეთქების) ტემპ-რა, °C	თვითაალების ტემპ-რა, °C	აფეთქებადობის ზღვრები %	
				ქვედა	ზედა
წყალბადი	-253	-	465	4	77
მეთანი	-162	-	595	4,4	16,5
აცეტილენი	-84	-	305	2,3	82
პროპანი	-42	-96	470	1,7	10,9
ბუტანი	0	-69	365	1,4	9,3
ბენზინი	30-200	<-20	200-410	0,6	8
დიზელის სათბობი	150-390	>+55	220	0,6	6,5

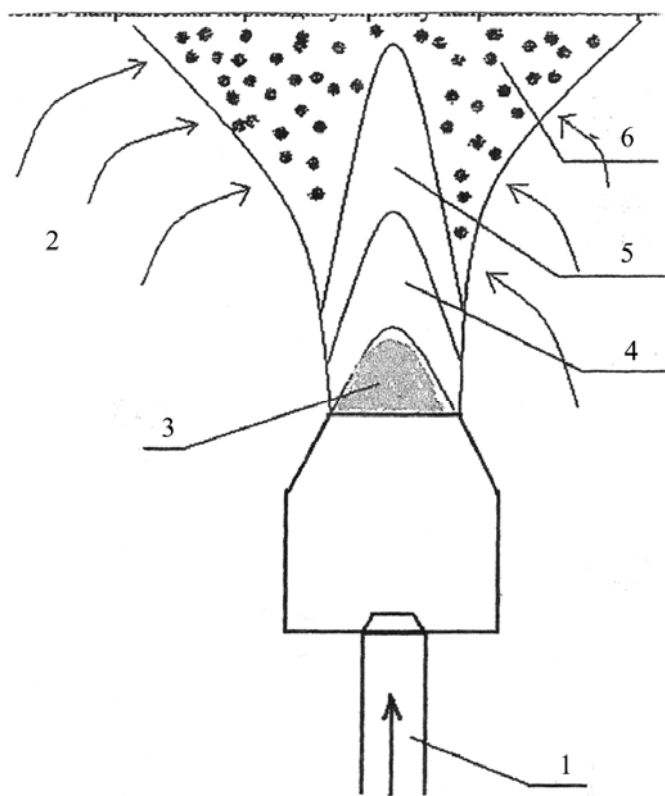
გაზის წვის მეთოდები

გაზის წვის პროცესები ტექნიკისა და ტექნოლოგიის მრავალ დარგში გამოიყენება. ტექნოლოგიური პროცესების მიმდინარეობის მრავალსახეობიდან გამომდინარე, გაზის წვის სხვადასხვა მეთოდი (ხერხი) არსებობს. განვიხილავთ წვის იმ მეთოდებს, რომლებიც გამოიყენება გათბობის სისტემების თბურ გენერატორებსა და გაზის საყოფაცხოვრებო ხელსაწყოებში.

გაზის წვის ყველა ეს მეთოდი დამყარებულია განსაზღვრული შედგენილობის გაზ-ჰაერის ნარევის მომზადებაზე, რომელიც დამოკიდებულია გაზისა და ჰაერის ერთმანეთში შეღწევის თვისებაზე. ამ მოვლენას დიფუზია ჰქვია, წვის მეთოდს დიფუზური და მნათი ალით მიმდინარეობს.

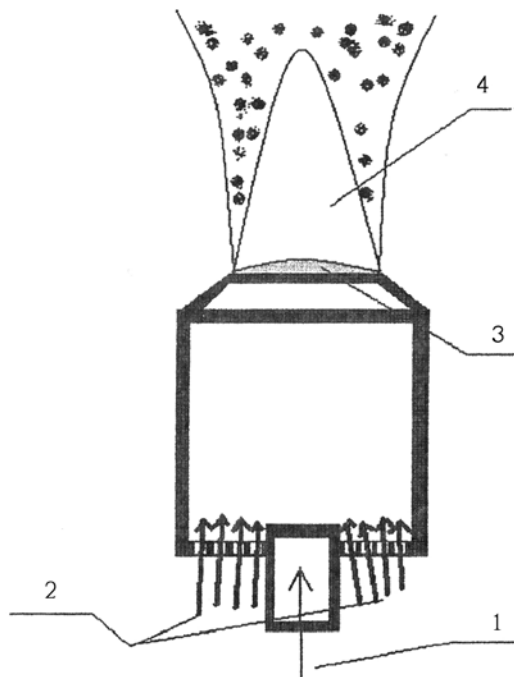
ამ ნარევის მომზადების მიხედვით, გაზის თბოგენერატორებისა და გაზის საყოფაცხოვრებო ხელსაწყოებისათვის დამუშავებულია წვის სამი მეთოდი: დიფუზური, კინეტიკური და შერეული, დიფუზურ-კინეტიკური. განვიხილოთ თითოეული ცალ-ცალკე:

დიფუზური წვის პრინციპული სქემა მოცემულია 1-ლ ნახ-ზე. ძირეულ ნაწილში წვის პროცესს ადგილი არა აქვს. სასაზღვრო ზონაში ჟანგბადის მოლეკულები ერევა რა წვადი გაზის მოლეკულებს წვა იწყება. ძირითადი წვის ზონაში ნახშირბადი იწვის. წვის ასეთ პროცესს ეწოდება დიფუზური ან ატმოსფერული, რადგან ჰაერის მიწოდება ატმოსფეროდან ხდება. ჰაერისა და გაზის მოლეკულები ერთმანეთს ერევა გაზის კანონების საფუძველზე. წვის ზონაში გაზი წნევით მიეწოდება, ხოლო წვისათვის საჭირო ჰაერი გარემომცველ არიდან მოლეკულური ან ტურბულენტური დიფუზიის მეშვეობით. ნარევის წარმოქმნა მიმდინარეობს წვის პროცესთან ერთად, ამიტომ წვის სიჩქარე ნარევის წარმოქმნის სიჩქარის ტოლია. გაზ-ჰაერის ნარევი გაზისებრი სათბობის წვის მნიშვნელოვანი მახასიათებელი ალის გავრცელების სიჩქარეა. ეს სიჩქარე ორი მდგენელისაგან



ნახ. 1. გაზის დიფუზური წვის პრინციპული სქემა

1. გაზი, 2. ჰაერი, 3. ძირეული ზონა, 4. პირველადი წვის ზონა,
4. ძირითადი წვის ზონა, 6. წვის პროდუქტები



ნახ.2. კინეტიკური წვის პრინციპული სქემა

1. გაზი, 2. ჰაერი, 3. ძირეული ზონა, 4. ძირითადი ზონა

შედგება: წრფივი და ნორმალური. ალის გავრცელების წრფივი სიჩქარე არის ალის ფრონტის გადაადგილების მანძილი დროის ერთეულში და გამოიყენება ხანძრის პარამეტრების გაანგარიშებისას.

ალის გავრცელების ნორმალური სიჩქარე ალის ფრონტის გადაადგილების სიჩქარეა დაუწვავი გაზის მიმართ, ზედაპირის მართობული მიმართულებით. ნორმალური სიჩქარის ცნება გამოიყენება დიფუზური წვის პროცესების გაანგარიშებისას. მისი მნიშვნელობა სხვადასხვა გაზისათვის სხვადასხვაა. მეთანისათვის იგი ტოლია 0,67 მ/წმ; პროპანისთვის - 0,82მ/წმ; წყალბადისათვის - 4,83 მ/წმ.

დიფუზური წვა შემდეგი თვისებებით ხასიათდება:

1. გაზის ჭავლში დიფუნდირებს ჰაერი, ხოლო ამ ჭავლიდან ჰაერში - გაზი. ამრიგად, გაზის გამოსვლის კვეთთან ახლოს გაზ-ჰაერის ნარევი წარმოიქმნება.

2. წვის პროცესი იწყება წვის პირველად ზონაში და მთავრდება ძირითად ზონაში.

3. წვის პროცესის ინტენსიურობა განისაზღვრება გაზ-ჰაერის ნარევის წარმოქმნით.

4. გამოყოფილი წვის პროდუქტები ართულებს გაზისა და ჰაერის ურთიერთდიფუზიას. ამ მეთოდის, გაზ-ჰაერის წარმოქმნის დროს, გამოყენებისას წვა საკმაოდ ნელა მიმდინარებს, ალს საკმაოდ დიდი მოცულობა აქვს და ნათებით ხასიათდება. წვის ასეთ მეთოდს უწოდებენ წვას მნათი ალით.

დიფუზური წვის დადებითი მხარეები:

- ალის მაღალი მდგრადობა თბური დატვირთვის ცვლილებისას;
- ალის სანთურაში გაძვრომის შეუძლებლობა, რადგან სანთურაში მხოლოდ სუფთა გაზი იმყოფება;
- წვის პროცესის ფართო დიაპაზონში რეგულირების შესაძლებლობა.

დიფუზური წვის ნაკლი:

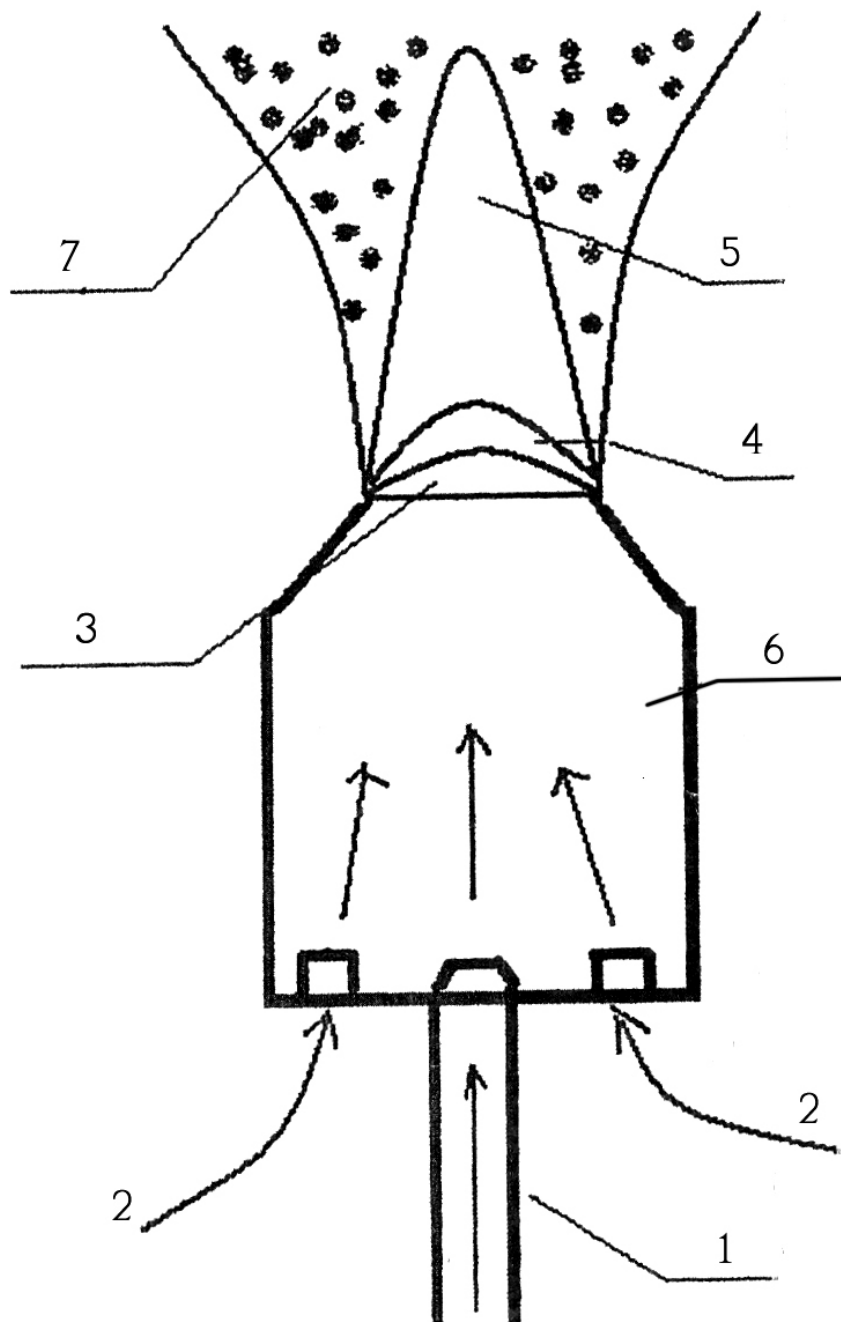
- ალის დიდი მოცულობა, რაც ერთეულ მოცულობაში ამცირებს თბურ დაძაბულობას;
- მეთანის წვად მდგენელებად თერმული დაშლის ალბათობა;
- იზრდება სანთურიდან ალის მოწყვეტის საშიშროება.

კინეტიკური წვის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია მე-2 ნახ-ზე. წვის ადგილას მიეწოდება გაზ - ჰაერის წინასწარმომზადებული ნარევი. ეს ნარევი მზადდება გაზის სანთურის შემრევში. გაზ-ჰაერის ნარევი გავარვარებულ ცეცხლგამძლე სივრცეში მოკლე ჩირაღდნით იწვის. წვის ასეთ მეთოდს ალი თითქმის არ აქვს და მას უალო წვასაც უწოდებენ.

კინეტიკური წვის მეთოდის დადებით მხარეებია: ქიმიური უკმარწვის ნაკლები ალბათობა; მაღალი თბომწარმოებლურობა. უარყოფითი მხარე - გაზის ალის სტაბილიზაციის აუცილებლობა. ეს გამოწვეულია იმით, რომ კინეტიკური წვის გაზის სანთურები მგრძნობიარეა გაზისა და ჰაერის წვის პარამეტრების მიმართ. ამ ნაკლის აღმოსაფხვრელად გაზის სანთურებს ალის სტაბილიზატორებს უკეთებენ.

შერეული, კინეტიკურ-დიფუზური წვის სქემა ნაჩვენებია მე-3 ნახ-ზე. შერეული მეთოდი მიიღწევა გაზის წინასწარი შერევით ჰაერის იმ ნაწილთან, რომელიც აუცილებელია გაზის სრული წვისათვის. ჰაერის დანარჩენი ნაწილი ჩირაღდანს უშუალოდ გარემომცველ სივრციდან მიეწოდება. დასაწყისში იწვის პირველად ჰაერთან შერეული გაზის ნაწილი, ხოლო დანარჩენი, რომელიც განზავებულია წვის პროდუქტებით, იწვის მეორეული ჰაერის ჟანგბადთან შეერთების შემდეგ. შედეგად ჩირაღდანი უფრო მოკლე და ნაკლებად მნათი იქნება და ერთეული მოცულობის ჩირაღდნის სითბური დამაბულობა გაიზრდება.

გარდა ზემოთ აღნიშნული წვის ალიანი მეთოდებისა, არსებობს უალო ე.წ. კატალიზური წვის მეთოდი, რომელიც სათბობის ჰაერის ჟანგბადით დაჟანგვის პროცესია კატალიზატორის ზედაპირზე. სათბობის კატალიზური წვის ეფექტურობა უფრო მაღალია, ვიდრე ალიანი წვისა. იგი უსაფრთხოა, ეკოლოგიურად სუფთა და საიმედო. კატალიზური წვის დანადგარები დიდხანს მუშაობს მომსახურე პერსონალის გარეშე, ხანძარ და აფეთქება უსაფრთხოა.



ნახ. 3. შერეული წვის პრინციპული სქემა

1. გაზი, 2. ჰაერი, 3. ძირეული ზონა, 4. პირველადი
წვის ზონა, 5. ძირითადი წვის ზონა, 6. სანთურა

გაზის სანთურა

გაზის სანთურა მოწყობილობაა, რომელიც უზრუნველყოფს გაზისა და ჰაერის (ჟანგბადის) მიწოდებას, მათ შერევას, შეთბობას, აალებას, მდგრად წვას და წვის პროცესის რეგულირებას.

გაზის სანთურა გამოგონებულ იქნა 1855 წელს გერმანელ ქიმიკოს ბუნზენის მიერ, რის შედეგადაც მკვეთრად გაიზარდა გაზის გამოყენება ჯერ ქალაქის ქუჩების გასანათებლად, შემდეგ სხვა მიზნებისათვის.

გაზის სანთურები შემდეგ მოთხოვნებს უნდა პასუხობდეს: უზრუნველყოს გაზის სრული წვა მინიმალური ჰაერის სიჭარბით და წვის პროდუქტებში მინიმალური მავნე ნივთიერებების წარმოქმნით; რეგულირების მთელ დიაპაზონში იმუშაოს მდგრადად, ძლიერი ხმაურის გარეშე, რომლის სიდიდე 85 დეციბელს არ უნდა აღემატებოდეს; ჰქონდეს მარტივი კონსტრუქცია რთული ფორმის დეტალების გარეშე, ესთეტიკური სახე, ტექნოლოგიურობა, რომელიც უზრუნველყოფს დამზადების სიმარტივეს და სიზუსტეს; უნდა იყოს უსაფრთხო ექსპლუატაციაში, უზრუნველყოფდეს უსაფრთხოებისა და რეგულირების ავტომატიკის გამოყენების შესაძლებლობას.

ტექნიკის მრავალ დარგში გაზის სანთურის გამოყენებამ განაპირობა მათი კონსტრუქციების და მოწყობის პრინციპების მრავალსახეობა. გათბობის სისტემების თბურ გენერატორებში გამოყენებული გაზის სანთურები ძირითადად ორი სახისაა: ატმოსფერული, ჰაერის შებერვის გარეშე და ჰაერის შემხერი, წინასწარი შერევის სანთურა.

თავის მხრივ, ატმოსფერული სანთურები მოიცავს დიფუზურ და ინჟექციურ სანთურებს. დიფუზური სანთურა არის ნაცმი საცეცხლე ხვრელებით და მიმწოდებელი გაზსადენით, სადაც დაყენებულია ონკანი. ნაცმი მილია, რომლის ერთი ბოლო დადუღებულია, ხოლო მეორე ბოლოზე მიერთებულია გაზი, რომელიც შემდეგ ნაწილდება საცეცხლე ხვრელებში. ხვრელები გაბურღულია ნაცმის სიზრქეში $d=1\div 5$ მმ დიამეტრით, მათ შორის მანძილი $s=(5\div 6)d$. ასეთ სანთურებში გაზის ჰაერთან შერევა ნაცმის გარეთ, საცეცხლურში (წვის კამერაში) ხდება. ნაცმიდან გამოსულ გაზის ჰაერს ჰაერი ერევა დიფუზიით და კონვექციით, რასაც

ხელს უწყობს საცეცხლურში არსებული გაიშვიათება. ასეთი ტიპის სანთურები ძირითადად გამოიყენება საყოფაცხოვრებო გაზქურებსა და ღუმლებში.

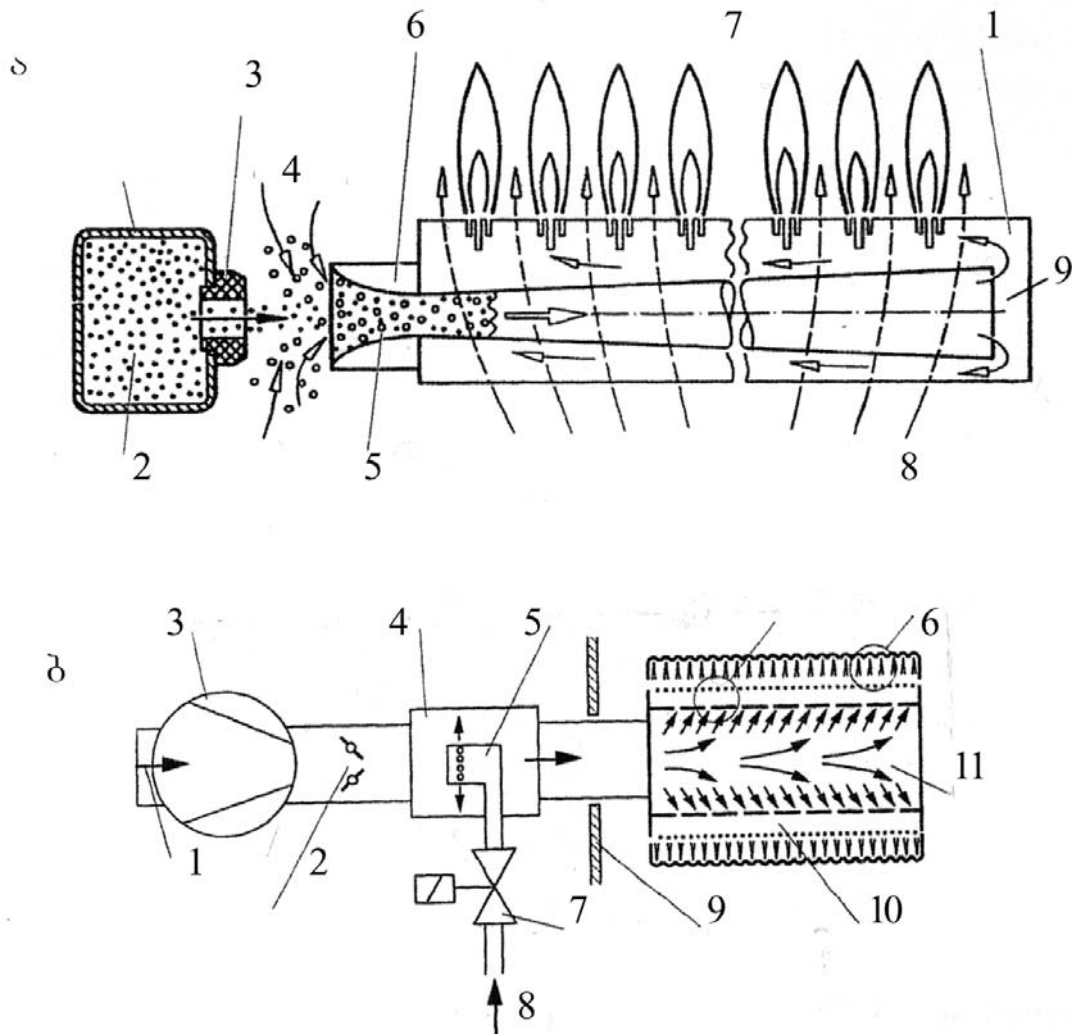
დღეისათვის ატმოსფერული სანთურებიდან გათბობის თბოგენერატორებში ძირითადად გამოიყენება ინჟექციური ტიპის გაზის სანთურები.

ინჟექციური სანთურის სქემა მოცემულია 4,ა ნახ-ზე. გაზმანაწილებელი მილიდან წვადი გაზი წნევით, მთავარი ფრქვევანას საშუალებით, მიეწოდება ინჟექტორს, რომელიც წვისათვის საჭირო ჰაერს შეიწოვს. ინჟექტორში ხდება გაზისა და ჰაერის შერევა, რომელიც შემდეგ ინთება. ჰაერის დარჩენილი რაოდენობა (მეორეული ჰაერი) ალში გარედან დიფუნდირებს.

ინჟექტორიდან ალი გამოდის გარე, ხვრელებიან მილში, შემდეგ მცირე ზომის ხვრელებიდან - მილის მთელ ზედაპირზე, სადაც ხდება მეორეული ჰაერის შერევა და წარმოიქმნება მცირე ზომის (მოკლე) ალები. ისინი მილის ირგვლივ ქმნის საერთო წვის ზედაპირს. წვის ასეთი რეჟიმის გამო, საცეცხლური (წვის კამერა) პატარა, მცირე მოცულობის გამოდის. ამასთან, უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს თითოეული ალის დამოუკიდებელი წვა და მათთან საჭირო მეორეული ჰაერის მოდინება. ასეთი სანთურების მცირე თბური მწარმოებლურობის დროს (5-20 კვტ) წვის შედეგად გამოყოფილი NO_x-ის რაოდენობა მცირდება. ჰაერშემბერ სანთურებში გაზ-ჰაერის ნარევის მისაღებად გამოიყენება სპეციალური ვენტილატორი, რომლის საშუალებითაც წვისათვის საჭირო ჰაერის რაოდენობა მიეწოდება სპეციალურ შემრევს, სადაც დამოუკიდებლად მიეწოდება აგრეთვე გაზი. ნარევი მანაწილებელი მოწყობილობით გადადის საცეცხლურხვრელებიან მილში, საიდანაც ალი გამოდის რა მილის ზედაპირზე ქმნის ალის საერთო ზედაპირს (ალის ფრონტს). გაზ-ჰაერის ნარევის და შემდგომ ალის ასეთი განაწილება იძლევა წვისათვის საჭირო ჰაერის თანაბარი განაწილების საშუალებას. ჰაერშემბერი სანთურების პრინციპული სქემა ნაჩვენებია 4,ბ ნახ-ზე.

გაზის წნევის მიხედვით, გაზის სანთურები არის დაბალი წნევის 5 კპა (0,05 კგ/სმ²)-მდე, საშუალო წნევის 5÷300 კპა (0,05÷3 კგ/სმ²) და მაღალი წნევის 300 კპა (3კგ/სმ²)-ზე მეტი.

გაზის ზემოთ ჩამოთვლილი სანთურები უზრუნველყოფს გაზის ეფექტურ და ეკოლოგიურ სუფთა წვას, საიმედო ავტომატიკა კი სანთურის უტყუარ და უსაფრთხო მუშაობას.



ნახ. 4. გაზის წვის სანთურების პრინციპული სქემები

ა. ატმოსფერული (ინჟექციური):

1. გაზის მანაწილებელი მილი, 2. წვადი გაზი, 3. გაზის მთავარი ფრქვევანა,
4. პირველადი ჰაერი, 5. გაზ-ჰაერის ნარევი, 6. ინჟექტორი, ვენტურის მილი,
7. ძირითადი ალი, 8. მეორეული ჰაერი, 9. გისოსებიანი საცეცხლე მილი (ტუბუსი).

ბ. წინასწარი შერევის შემხერი:

1. ჰაერის მიწოდება, 2. ჰაერის დოზირების მოწყობილობა, 3. ვენტულატორი,
4. გაზ-ჰაერის შემრევი, 5. გაზმანაწილებელი, 6. ალის ფრონტი, 7. მაგნიტური ვენტილი, 8. გაზის მიწოდება, 9. სანთურის ფირფიტა, 10. ნარევის მანაწილებელი მოწყობილობა, 11. საცეცხლე

გაზის სანთურებს აქვს ქვაბის საცეცხლურთან მიერთების უნიფიცირებული მისაერთებელი კვანძი, რაც იძლევა ერთი სანთურის მეორით ან გაზის სანთურის თხევადი სანთურით შეცვლის შესაძლებლობას.

წვისთვის საჭირო ჰაერის რაოდენობა

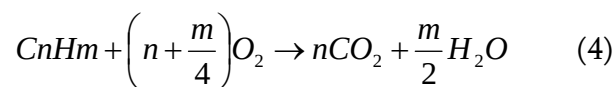
ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი

გაზისებრი სათბობის სრული წვისათვის საჭირო ჰაერის რაოდენობა გამოითვლება გაზში შემავალი წვადი კომპონენტების წვის რეაქციებით, ამავე რეაქციებით განისაზღვრება წვის შედეგად მიღებული ნამწვი პროდუქტების რაოდენობა.

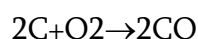
წვის მიმდინარეობისათვის საჭიროა შემდეგი ორი პირობა:

- ჰაერის ჟანგბადის საკმარისი რაოდენობით არსებობა;
- გაზ-ჰაერის ნარევი აალებისათვის საჭირო ბუნებრივი გაზის კონცენტრატრაცია უნდა იყოს არანაკლებ 5%-ისა.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, წვა არის ქიმიური რეაქცია, რომელიც შემდეგნაირად მიმდინარეობს:



რაც მეტია სათბობის წვის სითბო, მით მეტი ჟანგბადია საჭირო წვისათვის. ჟანგბადის არასაკმარისი რაოდენობისას წვა არასრულად მიმდინარეობს და გამავალ გაზში რჩება წვადი ნაწილები. მათ შორის ძირითადია ნახშირბადის მონოოქსიდი ანუ ნახშირჟანგი



ამ ნივთიერებას სხვანაირად მხუთავ გაზს უწოდებენ და მეტად საშიშია სიცოცხლისათვის. ამის გამო, ყოველთვის უნდა უზრუნველყოთ სათავსის მომარაგება წვისათვის საჭირო ჟანგბადით.

როგორც ცნობილია, ჰაერში 21% ჟანგბადია. ჰაერში ჟანგბადის ამ რაოდენობით თანაფარდობის საფუძველზე ვღებულობთ შემდეგ ტოლობას:

$$L_{\text{მინ}} = \frac{100\%}{21\%} O_{2,\text{მინ}} = 4,762 \cdot O_{2,\text{მინ}} \quad (5)$$

ეს წვისათვის საჭირო ჰაერის მინიმალური (თეორიული) რაოდენობაა. თუ დავაკვირდებით მეთანის (CH_4) წვის (4) გამოსახულებას, შევნიშნავთ, რომ ერთი ერთეული მეთანის წვისათვის საჭიროა ორი ერთეული ჟანგბადი (O_2). ეს ნიშნავს, რომ 1 მ³ მეთანის წვისათვის საჭირო იქნება $2 \times 4,762 = 9,5$ მ³ ჰაერი. ეს 1 მ³ მეთანის წვისათვის თეორიულად საჭირო ჰაერის რაოდენობაა. ზოგადად, წვისათვის თეორიულად საჭირო ჰაერის რაოდენობა განისაზღვრება წვად ნარევეში ცალკეული გაზის წილის მიხედვით

$$L_{\text{მინ}} = \sum r_i L_{i,\text{მინ}} \quad (6)$$

სათბობის წვისათვის თეორიულად საჭირო ჰაერის რაოდენობა მის თბოუნარიანობაზეა დამოკიდებული. თბოუნარიანობის გაზრდით იგი იზრდება. წვისათვის თეორიულად საჭირო ჰაერის რაოდენობა სხვადასხვა სახეობის სათბობისათვის მოცემულია ცხრილში.

სათბობი	თბოუნარიანობა, კვტ.სთ/მ ³	ჰაერის ხარჯი $L_{\text{მინ}}$, მ ³	$\text{CO}_{2,\text{მაქს}}$, % მოცულობიდან
ბუნებრივი გაზი, L	8,9	8,4	11,8
ბუნებრივი გაზი, H	10,4	9,8	12,0
ნავთობპროდუქტები, EL	10,5	9,5	15,5
პროპანი, C_3H_8	25,8	23,9	13,8
ბუტანი, C_4H_{10}	34,3	30,9	14,1

პრაქტიკულად წვისათვის საჭირო ჰაერის რაოდენობა უფრო მეტი აიღება, ვიდრე თეორიული (მინიმალური)

$$L = \lambda L_{\text{მინ}}, \quad (7)$$

სადაც λ ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი და $1,1 \div 1,4$ ტოლია.

(7) ფორმულიდან

$$\lambda = \frac{L}{L_{\text{aof}}} , \quad (8)$$

ე.ი. ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი წვისათვის საჭირო ჰაერის რაოდენობის ფარდობაა თეორიულად საჭიროსთან. ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის დადგენა მოქმედი დანადგარებისათვის განისაზღვრება, როგორც თანაფარდობა წვის შედეგად გამოყოფილი მაქსიმალური CO₂-ის (რომელიც მიიღება ანგარიშით) შეფარდებით ფაქტიურ (გაზომილ) CO₂-თან

$$\lambda = \frac{CO_{2\text{მაქს}}}{CO_{2\text{გაზ}}} . \quad (9)$$

თუ გაზის წვისას ჰაერის ნაკლებობაა, ნახშირბადი (C) არ იწვის, მხოლოდ მხუთავი გაზი (CO) წარმოიქმნება. გარდა CO-სი, თხევადი გაზის დაწვის შედეგად წარმოიქმნება აგრეთვე ჰვარტლი. ამრიგად, ჰაერის ნაკლებობით წვისას იქმნება შემდეგი უარყოფითი მხარეები: აფეთქებასაშიშროება, მომწამვლელი მხუთავი გაზი და მქ კოეფიციენტის შემცირება. წვის მიმდინარეობისას გარე ფაქტორების (ტემპერატურა, ჰაერის წნევა, წნევა წვის კამერაში და სხვა) ზემოქმედებით შეიძლება შეიცვალოს მიწოდებული ჰაერის რაოდენობა. ამის გამო, წვის შედეგად მავნე პროდუქტები წარმოიქმნება.

იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ ჰაერის ნაკლებობა წვის პროცესზე გარემოს ზემოქმედებისას, საჭიროა სანთურას მივაწოდოთ 15÷20%-ით მეტი ჰაერი, ვიდრე ეს თეორიულადაა საჭირო. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ჰარბი ჰაერის შემთხვევაში წვის მიმდინარეობა იწვევს სითბოს დამატებით დანაკარგებს.

ნაშვნი გაზების მავნე გამონაბოლქვები

აზოტის ჟანგი (მონოოქსიდი) NO - უფერო, უსუნო, წყალში ცუდად ხსნადი გაზი. იგი ყველაზე მეტია (90%-ზე მეტი) აზოტის იმ ჟანგეულებიდან, რომელიც წარმოიქმნება მაღალ ტემპერატურაზე წვისას, თუ მისი კონცენტრაცია 10 ÷ 50 ppm-ის ზღვრებშია, ძლიერ მომწამვლელი, გამაღიზიანებელი ნივთიერებაა.

აზოტის ორჟანგი (დიოქსიდი) NO₂ - გაზი, რომელიც შეიმჩნევა უმნიშვნელო კონცენტრაციის დროსაც კი. მოყავისფრო-მოწითალო ფერისაა, აქვს მძაფრი სუნი,

10 ppm-ზე მეტი კონცენტრაციის დროს ძლიერი კოროზიული ნივთიერებაა და ალიზიანებს ცხვირის ღრუს და თვალებს, 150 ppm-ზე მეტი კონცენტრაციისას იწვევს ბრონქიტს, ხოლო 550 ppm-ზე მეტი - ფილტვების შეშუპებას.

ჰაერში არსებული აზოტის ჟანგი NO (ძირითადად ქალაქებში) ფოტოქიმიური დაჟანგვის დროს შეიძლება თვითნებურად გადავიდეს NO₂-ში. აზოტის ყველა ჟანგეულს ერთი ქიმიური ფორმულით აღნიშნავენ: NO_x. არსებობს აზოტის ჟანგეულების წარმოქმნის სამი გზა:

- აზოტის სითბური ჟანგეულები (თბური NO_x);
- აზოტის სწრაფი ჟანგეულები (სწრაფი NO_x);
- საწვავის აზოტის ჟანგეულები (საწვავის NO_x).

აზოტის სითბური ჟანგეულები, რომლებიც ყველაზე მეტია NO_x-ებიდან, წარმოიქმნება მაღალი ტემპერატურის ($T > 1500^{\circ}\text{C}$) და აზოტის მაღალი კონცენტრაციის დროს, წვის პროცესის მიმდინარეობისას. სითბური NO_x წარმოიქმნება გაზისებრი სათბობის (ბუნებრივი გაზი და გათხევადებული ნავთობის გაზის) წვისას. ასევე წარმოიქმნება იმ სათბობის შემთხვევაშიც, რომელიც შეიცავს ისეთ ნივთიერებას, რომლის შედგენილობაში აზოტი არ შედის.

აზოტის სწრაფი ჟანგეულები წარმოიქმნება ატმოსფერული აზოტის დაკავშირებით ჩირაღდნის ზონაში მყოფ ნახშირწყალბადოვან ნაწილაკებთან (რადიკალებთან). NO_x-ის წარმოქმნის ეს პროცესი სწრაფად მიმდინარეობს და სწრაფ NO_x-ს უწოდებენ.

საწვავის (სათბობის) აზოტის ჟანგეულები წარმოიქმნება სათბობის აზოტშემცველი ნივთიერებების დაჟანგვით ჩირაღდნის ზონაში.

გაზისებრ საწვავში სითბური NO_x შემცველობა მავნე გამონაბოლქვების 80 % ტოლია. ამ ჟანგეულების შემცირება შესაძლებელია ალის ტემპერატურის შემცირებით. ალის (ანუ წვის) ტემპერატურის შემცირების რამდენიმე გზა არსებობს:

- 1) კუთრი სითბური დატვირთვის შემცირება;
- 2) წვის კამერის განსაკუთრებული კონსტრუქცია;
- 3) გაზისა და ჰაერის წინასწარი შერევა;
- 4) საფეხურებრივი წვა;
- 5) წვის პროდუქტების რეცირკულაცია.

თანამედროვე წარმოება უშვებს მრავალი სახის გაზის სანთურას, რომელშიც გათვალისწინებულია აზოტის ჟანგეულების შემცირების ზემოთ ჩამოთვლილი გზები. ამიტომ სანთურის შერჩევისას ყურადღება უნდა მიექცეს იმ გარემოებას, რომ გამონაბოლქვში NO_x -ის შემცველობა ნორმის ფარგლებში იყოს.

მხუთავი გაზი (CO) უფერო, უგემო, უსუნო გაზია. მისი სიმკვრივე ახლოსაა ჰაერის სიმკვრივესთან, რის გამოც ცუდად გაიბნევა. ეს გაზი მომწამვლელია, სწრაფად შედის რეაქციაში სისხლის ჰემოგლობინთან. ადამიანის ორგანიზმზე მისი ფიზიოლოგიური მოქმედება დამოკიდებულია ჰაერის კონცენტრაციის სიდიდესა და ასევე ზემოქმედების ხანგრძლივობაზე. მხუთავი გაზი წარმოიქმნება ნახშირბადის არასრული წვით. მისი ნაძვვ პროდუქტებში არსებობა არასრული წვის მანიშნებელია, წარმოიქმნება წვისათვის საჭირო ჰაერის ნაკლებობით. როგორც ცნობილია, გაზის თბოგენერატორებში წვის პროცესი მიმდინარეობს ჰაერის გარკვეული სიჭარბით, რის გამოც ატმოსფეროში გაფრქვეული CO-ს რაოდენობა უმნიშვნელოა.

ნახშირორჟანგი CO₂ არ განიხილება, როგორც მავნე ნივთიერება, რადგან წყლის ორთქლთან ერთად გაზის დაწვის პროდუქტს წარმოადგენს. ატმოსფეროში CO₂-ის დაგროვება იმ მოვლენის მიზეზია, რომელიც ცნობილია, როგორც „სათბურის ეფექტი“.

ატმოსფეროში დაგროვილი ნახშირორჟანგი შთანთქავს დედამიწიდან ინფრაწითელი გამოსხივებით გაცემულ სითბოს, ე. ი. ახდენს ამ სითბოს დაკავებას, რაც საბოლოო ჯამში დედამიწაზე საშუალო ტემპერატურის მომატებას იწვევს, რასაც შეიძლება კატასტროფული შედეგები მოჰყვეს.

გამავალ გაზებში მავნე გამონაბოლქვის სიდიდე სახელმწიფო სტანდარტებით ნორმირებული სიდიდეა და მათი მნიშვნელობები განისაზღვრება ქვების სახეობისა და სიმძლავრის მიხედვით. ყველა ქვას (თბურ გენერატორს) პასპორტში მითითებული აქვს მუშაობის პროცესში მავნე გამონაბოლქვის შესაძლო რაოდენობა.

გაზის ქვაბები და მათი კლასიფიკაცია

გაზის ქვაბი მოწყობილობაა, რომელიც გამოიყენება თბური ენერგიის მისაღებად გაზისებრი სათბობის დაწვის ხარჯზე. ეს ენერგია ძირითადად გამოიყენება შენობათა გათბობის მიზნით, წყლის გასაცხელებლად საყოფაცხოვრებო და სხვა მიზნებისათვის. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, გაზისებრ სათბობად ძირითადად გამოიყენება ბუნებრივი გაზი-მეთანი და პროპან-ბუტანი. გაზის ქვაბის მუშაობის პრინციპი იმაში მდგომარეობს, რომ გაზი მიეწოდება რა სანთურას, რთავს პიეზო- ან ელექტროამნთებს. ამ დროს წარმოქმნილი ნაპერწკლიდან ფალია ინთება, რომელიც მუდმივად ანთია. ფალიის მეშვეობით ინთება ძირითადი სანთურა, რომელიც ქვაბში თბოშემცველს აცხელებს თერმოსტატით განსაზღვრულ ტემპერატურამდე. ქვაბში ტემპერატურის დაცემისთანავე თერმომიმწოდი (თერმოწყვილი) სარქველს ბრძანებას აძლევს გაზის მიწოდების გაღებაზე, რის შედეგად სანთურა კვლავ ინთება.

გაზის ქვაბების რამდენიმე პირობითი კლასიფიკაცია არსებობს. განლაგების, ადგილის მიხედვით - იატაკის, როდესაც ქვაბი დგას იატაკზე ან მისთვის სპეციალურად მოწყობილ ბაქანზე. ამ ქვაბებს სხვანაირად დასადგმელ ქვაბებს უწოდებენ.

. კედლის - იკიდება კედელზე ან მისთვის სპეციალურად მოწყობილ ჩარჩოზე. კედლის ქვაბს სხვანაირად ჩამოსაკიდ ქვაბს უწოდებენ.

. ფუნქციური შესაძლებლობის მიხედვით: ერთკონტურიანი, რომელიც სტანდარტული კომპლექტაციით მუშაობს მხოლოდ გათბობის დასაკმაყოფილებლად. თუ საჭიროა ცხელი წყლის მომზადება, ქვაბს უნდა მიუერთდეს წყალგამაცხელებელი.

. ორკონტურიანი - ქვაბი, რომელიც უზრუნველყოფს როგორც გათბობას, ასევე ცხელ წყალს .

. წვეის მიხედვით: ბუნებრივი წვეის - ქვაბი, რომელშიც წვისათვის საჭირო ჰაერის მიწოდება ხდება იმ სათავსიდან, სადაც მოთავსებულია ქვაბი, ხოლო ნამწვი პროდუქტების გაყვანა ხდება ბუნებრივი წვეით. ასეთი ქვაბები ძირითადად აღჭურვილია ატმოსფერული სანთურებით და აქვს ღია წვის კამერა. იძულებითი

წვეის - ქვაბი, რომლის წვის კამერაში ჰაერის მიწოდება და გაწოვა გარემოდან (იშვიათად მომიჯნავე სათავსიდან) ხდება სპეციალური ჩაშენებული ვენტილატორის მეშვეობით. ასეთ ქვაბებს აქვს დახურული წვის კამერა. იგი შეიძლება მოთავსდეს სახლის ნებისმიერ ადგილას (მათ შორის ბინაშიც).

. ანთების მიხედვით - ქვაბი პიეზოანთებით, ჩართვა ხდება ხელით, ღილაკზე თითის დაჭერით. ასეთი ქვაბი ენერგოდამოუკიდებელია. განსაკუთრებით მოსახერხებელია იქ, სადაც შეფერხებაა დენის მიწოდებაში.

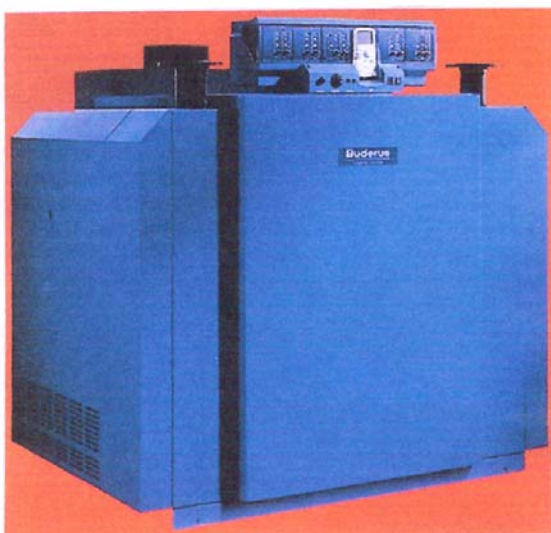
. ქვაბი ელექტრონული ანთებით-ირთვება ავტომატურად. ასეთ ქვაბებში ფალია მუდმივად არ ანთია, რაც გაზის გარკვეულ ეკონომიას იძლევა.

. სათბობის ენერგიის გამოყენების სისრულის მიხედვით - ტრადიციული, გამოიყენება მხოლოდ სათბობის უდაბლესი თბოუნარიანობა და საკონდენსაციო, გამოიყენება სათბობის უმაღლესი თბოუნარიანობა.

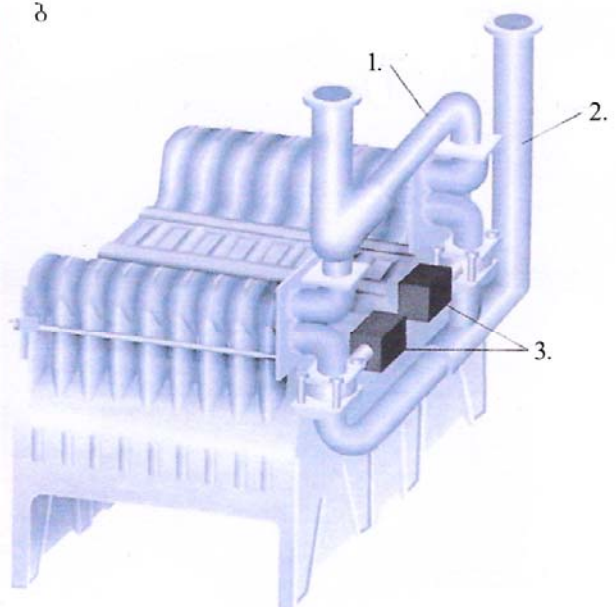
ტრადიციული ქვაბების გამოყენების მთავარი პრინციპი იმაშია, რომ მათი თბოგადამცემის, საცეცხლურის და საკვამლე მილის კედლებზე დაუშვებელია ნამწვი პროდუქტებიდან წყლის ორთქლის და მასში გახსნილი მჟავების კონდენსაცია. ამისათვის საჭიროა, რომ გათბობის სისტემის მიმწოდებელ მილსადენსა და უკუმილსადენში ტემპერატურათა სხვაობა უმნიშვნელო იყოს. ამ შემთხვევაში უმჯობესია გამოყენებულ იქნეს რადიატორული გათბობა 80°C (მიმწოდებელი მილსადენი) და 60°C (უკუმილსადენი) ტემპერატურული პარამეტრებით, რომელიც ჰაერიდან წყლის ორთქლის კონდენსაციას გამორიცხავს, რომელიც დაახლოებით 55 - 57°C - ზე იწყება. ამ დროს გამოიყენება აგრეთვე ოთხსვლიანი შემრევი, რომელიც ქვაბის რგოლის მიმწოდებელი მილსადენიდან წყალს უკუმილსადენის წყალს შეურევს.

საკონდენსაციო ქვაბებში ნამწვი პროდუქტებიდან ეკონომიზერის კედლებზე ხდება წყლის ორთქლის კონდენსაცია. კონდენსაციის სრული ეფექტისათვის მიზანშეწონილია თბოშემცველის ტემპერატურის შემცირება მიმწოდებელ და, განსაკუთრებით, უკუმილსადენში ნამის წერტილამდე. იდეალური ვარიანტია დაბალტემპერატურული გათბობა, მაგალითად, თბილი იატაკი.

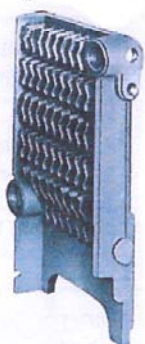
ა



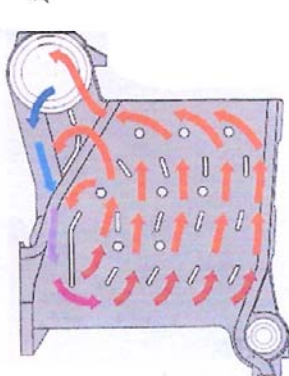
ბ



გ

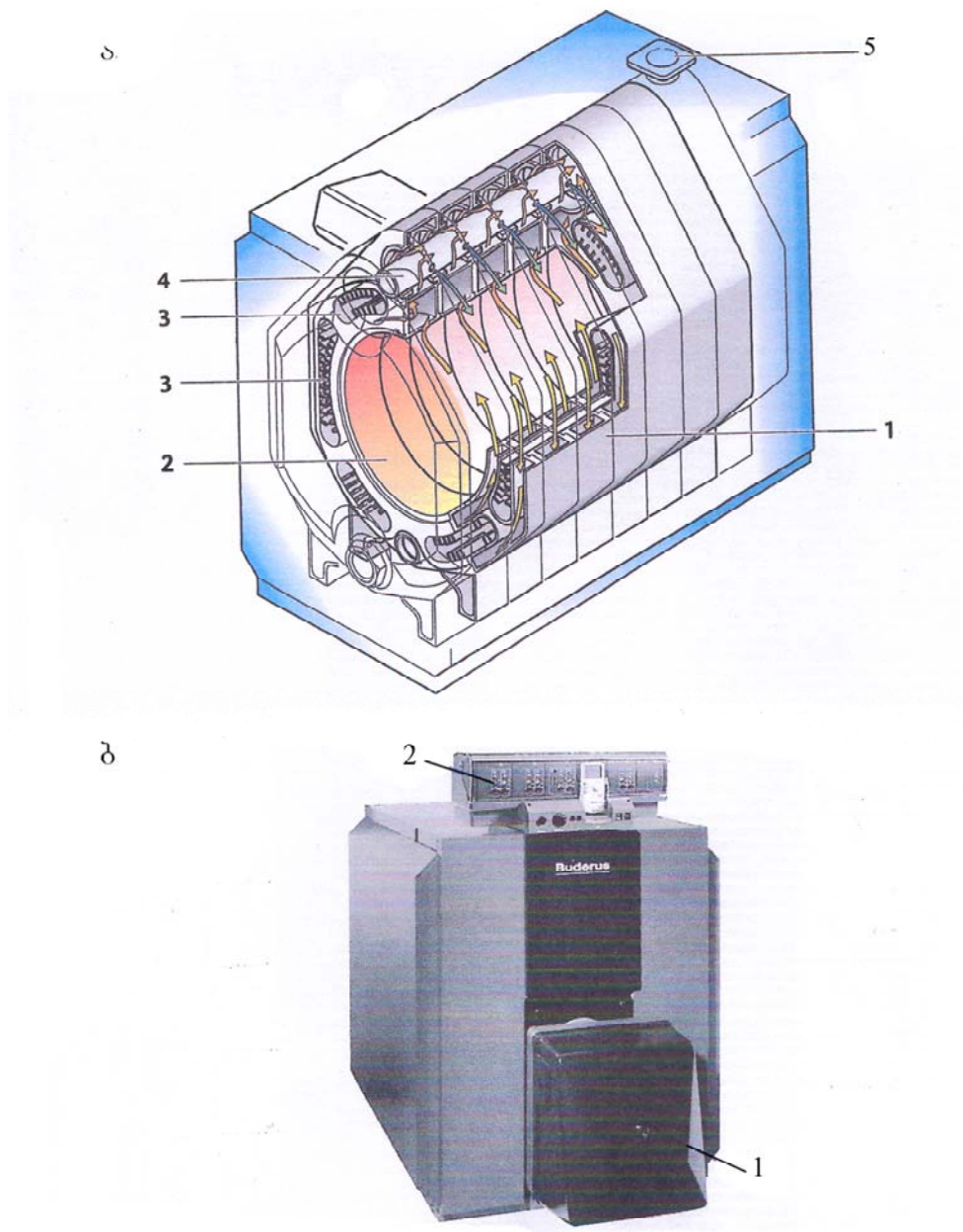


დ



ნახ. 5. ატმოსფერული წვის თუჯის სექციური ქვაბი

ა - საერთო ხედი, ბ - თუჯის თბოგადამცემი ბლოკი, გ - თუჯის სექცია, დ - თუჯის სექციაში წყლის ცირკულაციის სქემა; 1 - მიმწოდებელი მილი, 2 - უკუმილი, 3 - რგოლური დრუსებრი სერვოამბრავი



ნახ. 6. შემზერსანთურიანი დასადგმელი თუჯის სექციური ქვაბი

- ა. სქემატური ჭრილი: 1. თუჯის სექცია წყლის გასასვლელი არხებით, 2. წვის კამერა, 3. თბოგადაცემის დამატებითი ფართობი, 4. უკუწყლის მკვეზავი მილი, 5. გათბობის სისტემაში მიმწოდებელი ხაზი;
- ბ. საერთო ხედი: 1. სანთურა, 2. მართვის ბლოკი

დასადგმელი ქვაბები

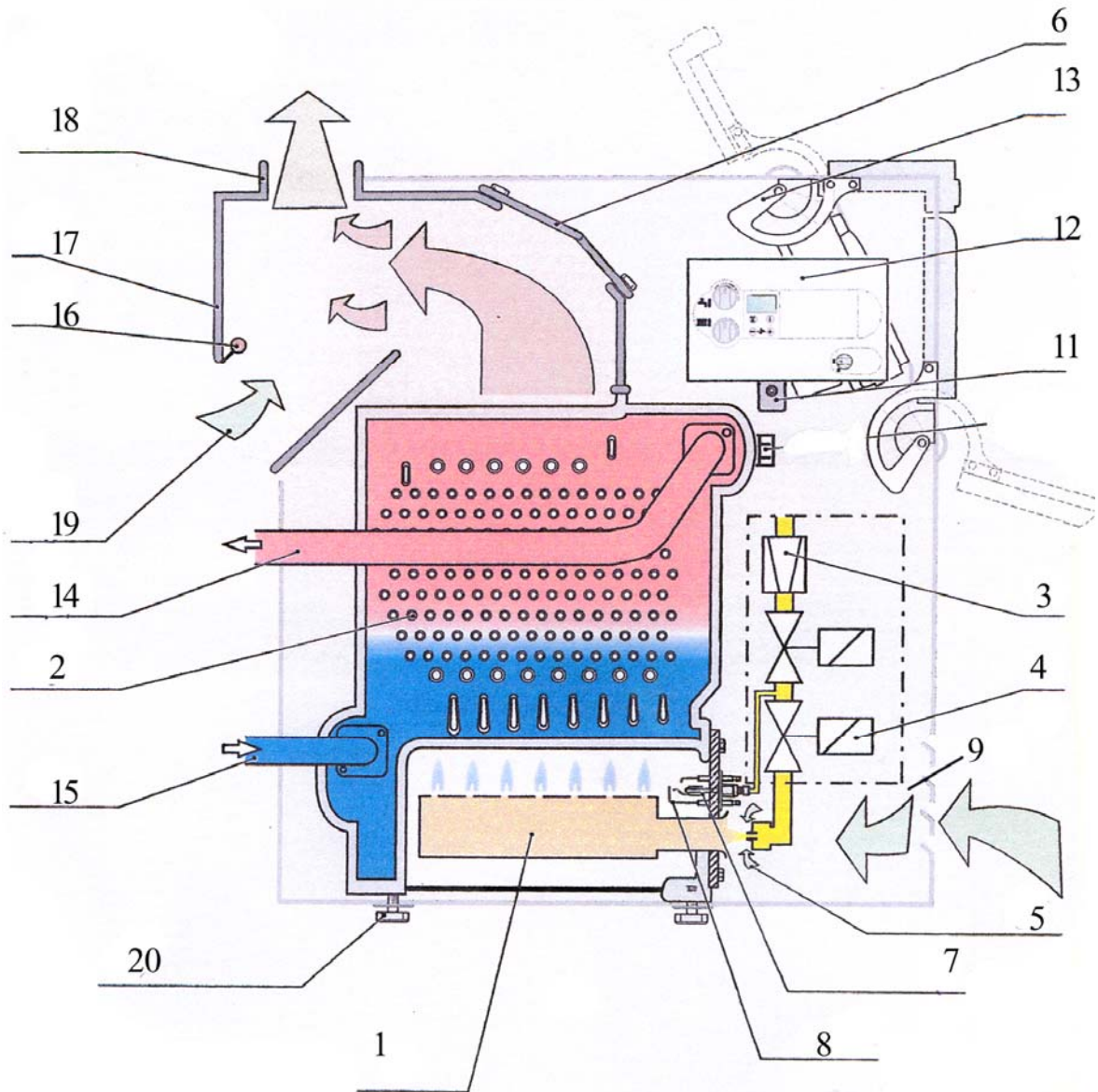
სხვანაირად იატაკის ქვაბებსაც უწოდებენ. არის თუჯის და ფოლადის; ტრადიციული და საკონდენსაციო (ნახ. 5, 6).

თუჯის ქვაბები ან თუჯის თბოგადამცემიანი ქვაბები უფრო ხშირად მზადდება ვერტიკალურად განლაგებული თუჯის ცალკეული სექციებისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან ნიპელებითაა შეერთებული. თუჯის სექციებს შორის შემამჭიდროებლად გამოიყენება სპეციალური ქვაბის საგოზავი. მაქსიმალური მუშა წნევა თუჯის ქვაბებისათვის 6 ბარის ტოლია. ქვაბი შეიძლება დამზადდეს როგორც ერთიანი ბლოკის სახით, ასევე ადგილზე ცალკეული სექციებისაგან. ადგილზე აწყობა ძირითადად ხდება დიდი სიმძლავრის დანადგარებისათვის. ქვაბის ბლოკი იფუთება 60 მმ სისქის თბოიზოლაციით, რომელსაც გარედან უკეთდება ხმაურსაიზოლაციო შალითა. თუჯის ქვაბების სიმძლავრე რამდენიმე ასეულ კვტ-მდეა, აქვს ექსპლუატაციის ხანგრძლივი ვადა. თუჯის სიმციფის გამო, ასეთი ქვაბების მუშაობის ტემპერატურულ რეჟიმს განსაკუთრებული მოთხოვნები წაყენება. თუჯის ქვაბები აღჭურვილია ატმოსფერული ან შემხერი სანთურებით.

მე-7 ნახ-ზე მოცემულია ატმოსფერული წვის თუჯის ქვაბის სქემა. ქვაბი შედგება ერთმანეთთან შეერთებული სექციების ბლოკისაგან (6), რომლის ქვედა ნაწილში განლაგებულია ნახვრეტებიანი წვის მილი (1), რომელსაც სანთურის ტუბუსს უწოდებენ. ტუბუსი მზადდება მაღალი ხარისხის ლეგირებული ფოლადისაგან. სანთურას აქვს გაზის წნევის რეგულატორი (22, 23) და სანთებელა ანუ ფალია (26) ალის იონიზაციური კონტროლით (28). სანთურა დამზადებულია ქარხნული წესით ბუნებრივი ან თხევადი გაზისათვის. ექსპლუატაციის პერიოდში შესაძლებელია ერთი სახის გაზის მეორით შეცვლა.

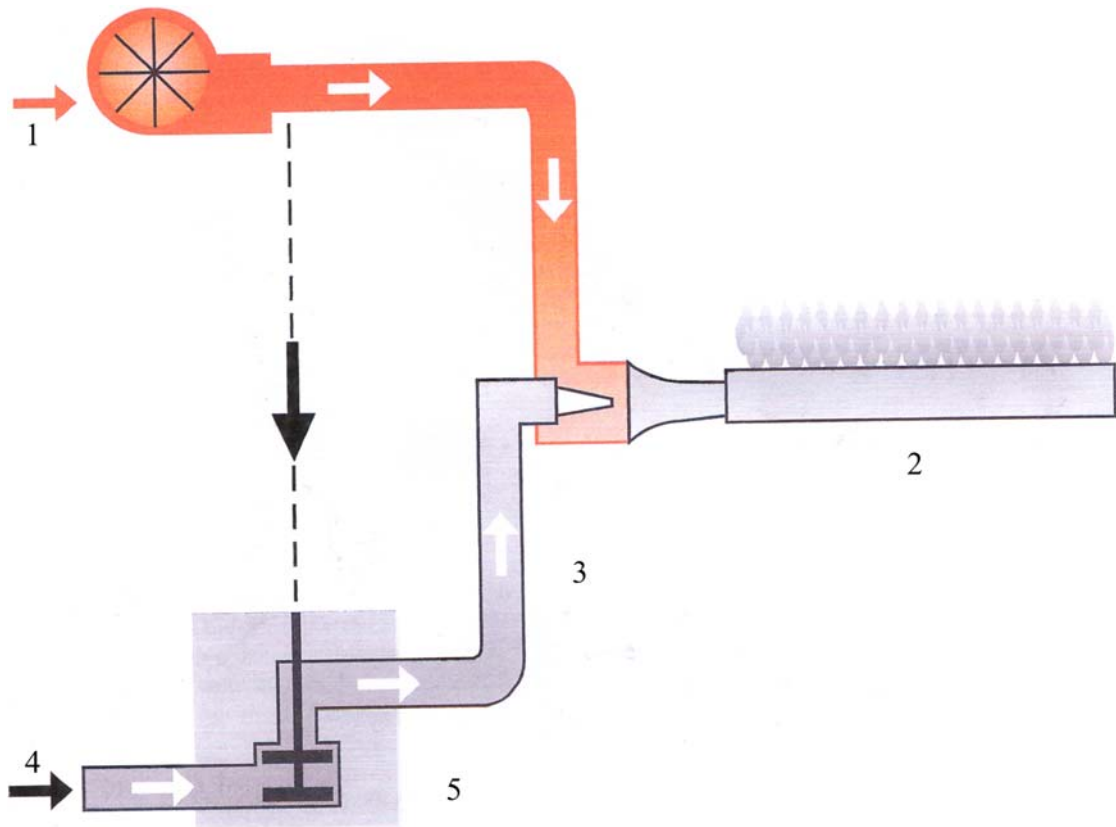
წვისათვის საჭირო ჰაერის მიღება ხდება ქვაბის გარე პანელზე დატანებული გისოსიდან, რომლის ნაწილი, პირველადი ჰაერის სახით (25), ინჟექტორის საშუალებით, გაზთან ერთად მიეწოდება სანთურის ტუბუსს (1). გაზ-ჰაერის ნარევი ტუბუსის ხვრელებიდან გამოდის წვის კამერაში, სადაც მიმდინარეობს მეორეული ჰაერის შერევა და წვა. ნამწვი გაზები გროვდება ქვაბის ზედა ნაწილში მესამეულ

საკონტროლო ჰაერთან (8) ერთად და გადადის საკვამლე მილში (12), საიდანაც ატმოსფეროში გაიტყორცნება.



ნახ. 7. ატმოსფერული წვის თუჯის სექციური ქვების პრინციპული სქემა

1.სანთურის ტუბუსი, 2. ქვების ბლოკი, 3. გაზის წნევის რეგულატორი, 4. გაზის წნევის რეგულატორი, 5. პირველადი ჰაერი, 6. მეორეული ჰაერი, 7. ამნთები ელექტროდი, 8. საკონტროლო ელექტროდი, 9. საჰაერო გისოსი, 10. ქვების ბლოკის ხუფი, 11. გადამწოდი, 12. საკომუტაციო პანელი, 13. სახურავის სახსარი, 14. გათბობის სისტემის მიმწოდებელი მილი, 15. გათბობის სისტემის უკუმილი, 16. გამავალი გაზების გადამწოდი, 17. წვის დამცავი, 18. საკვამლე მილის მიერთების ადგილი, 19. მესამეული ჰაერი, 20. ქვების რეგულირებადი ფეხები



ნახ. 8. ატმოსფერული სანთურის პრინციპული სქემა პირველადი ჰაერის
იძულებითი მიწოდებით

1. ჰაერი, 2. წვის მილი (ტუბუსი), 3. წინასწარი შერევის ზონა, 4. გაზი, 5.
გაზის მარეგულირებელი არმატურა

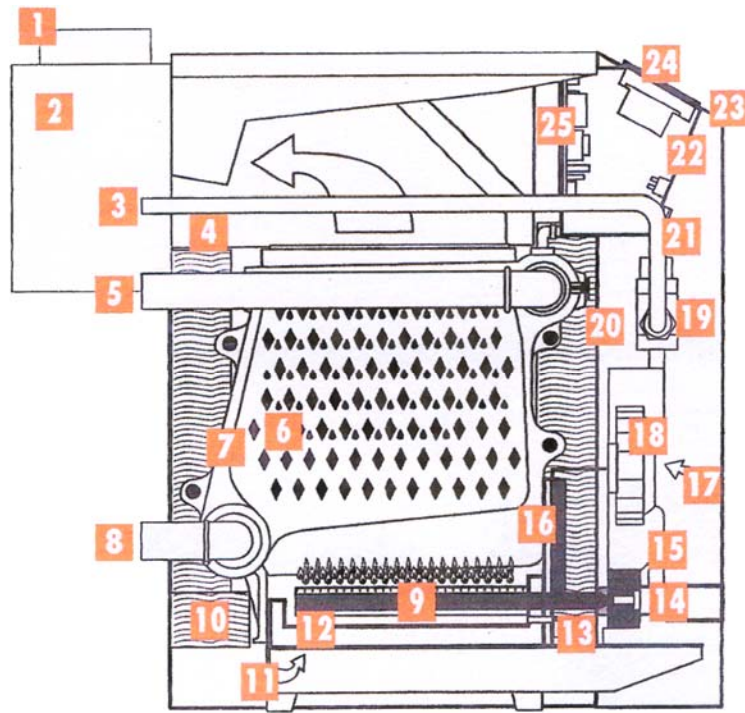
თუჯის ბლოკში ანუ თბოგადამცემში (6), ქვაბის რგოლის ტუმბოს მეშვეობით, მოძრაობს თბოშემცველი (წყალი ან სხვა სითხე), რომელიც მიმწოდებელი (15) და უკუმილსადენების(5) მეშვეობით უერთდება გათბობის ადგილობრივ სისტემას.

ქვაბის ზედა ნაწილში განლაგებულია ავტომატიკის ბლოკი (17) - ქვაბის რეგულირების ცენტრალური ორგანო. მისი მეშვეობით იმართება და კონტროლდება ყველა მუშა ფუნქცია. იგი მართავს წვის პროცესს და აკონტროლებს ალის სტაბილურობას. ცეცხლის წარუმატებელი ანთების შემთხვევაში ავტომატიკის ბლოკი ამ პროცესს რამდენიმეჯერ იმეორებს, ვიდრე დეფექტი არ აღმოიფხვრება.

ატმოსფერული წვის ქვაბებში პირველადი ჰაერის მიწოდება შესაძლებელია მოხდეს აგრეთვე სპეციალური ვენტილატორის მეშვეობით. ასეთი სანთურის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია მე-8 ნახ-ზე. ჰაერი ვენტილატორით, ხოლო გაზი

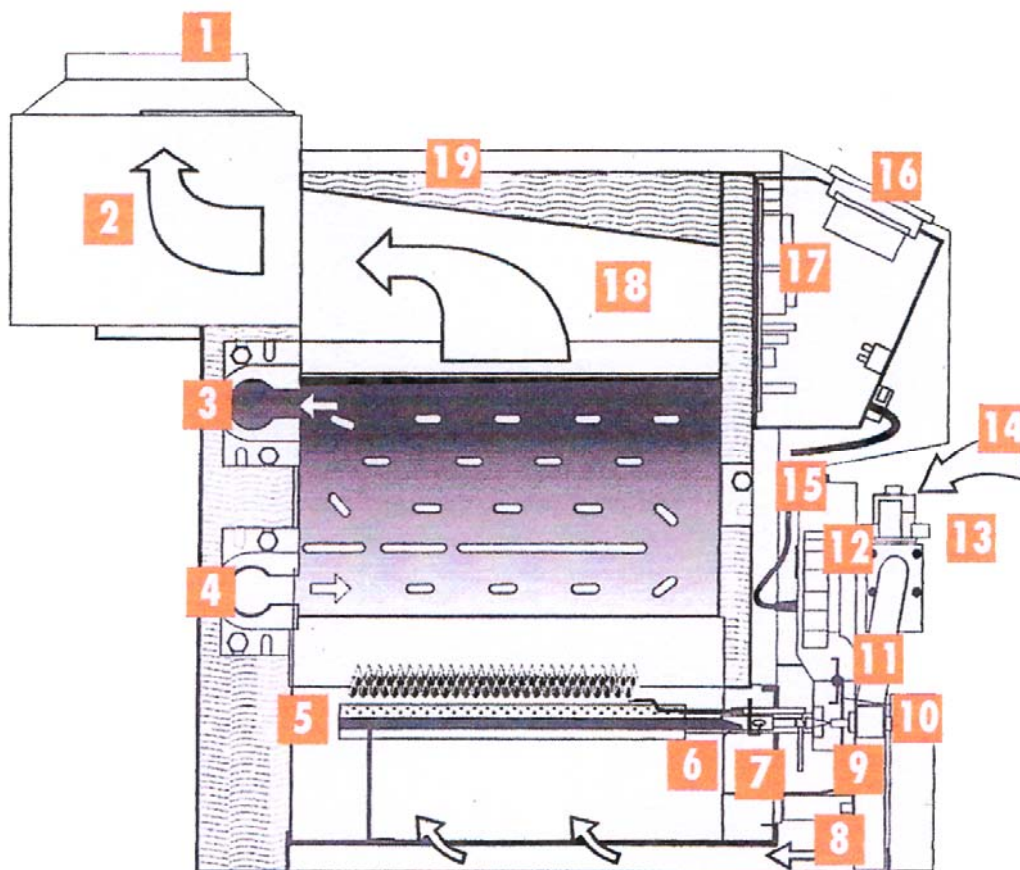
მარეგულირებელი არმატურით საშუალებით, მიეწოდება შერევის წინასწარ ზონას. გაზ-ჰაერის წინასწარ მომზადებული ნარევი გადადის წვის კამერაში მოთავსებულ ტუბუსში. მეორეული ჰაერი ტუბუსიდან გამოსულ ალს ერევა უშუალოდ წვის კამერაში. ცენტრალური ვენტილატორი უზრუნველყოფს წვის მილში (ტუბუსში) წვისთვის საჭირო პირველადი ჰაერის მიწოდებას. იგი მიერთებულია ქვების მართვის ბლოკთან. ბრუნვათა რიცხვის ელექტრონული რეგულირებით და კონტროლით მიიღწევა გაზ-ჰაერის ნარევის ისეთი დოზით მომზადება და მიწოდება, რომელიც უზრუნველყოფს შესაბამისი სითბური მოთხოვნილების (მთლიან ან ნაწილობრივ) დაკმაყოფილებას. მე-9 და მე-10 ნახ-ებზე ნაჩვენებია თუჯის ქვების პრინციპული სქემა ატმოსფერული სანთურით, რომელშიც პირველადი ჰაერის მიწოდება ხდება სპეციალური ცენტრიდანული ვენტილატორით. ასეთი ტიპის ქვებში წვისათვის საჭირო ჰაერის 90%, პირველადი ჰაერის სახით, მიეწოდება ცენტრიდანული ვენტილატორით, ხოლო დანარჩენი 10% ანუ მეორეული ჰაერი მიიღება წვის კამერიდან.

ატმოსფერული წვის გაზის ქვებზე ძირითადად მზადდება დაბალი და საშუალო სიმძლავრის (1500 კვტ-მდე). უფრო დიდი სიმძლავრის ქვებზე აღჭურვილია ე.წ. შემბერი სანთურებით, თუმცა შემბერი სანთურები წარმატებით გამოიყენება აგრეთვე ნებისმიერი მწარმოებლობის დაბალი სიმძლავრის ქვებში. შემბერსანთურიანი თუჯის ქვაბი, როგორც ატმოსფერული ქვაბი, შედგება თუჯის ცალკეული სექციებისაგან. ქვაბის ცენტრალურ ნაწილში განლაგებულია წვის კამერა. წვის კამერის კარზე დატანებულია ხვრელი, რომელშიც შედის სანთურის შემბერი მილი. თვით სანთურის კონსტრუქცია განლაგებულია ქვების წვის კამერის გარეთ და მოთავსებულია სპეციალური ხმაურსაიზოლაციო შალითის ქვეშ. თუჯის სექციური ქვების სქემა შემბერი სანთურის შემთხვევაში ნაჩვენებია მე-11 ნახ-ზე. ქვების თუჯის სექციების ზედა ნაწილში დატანებულია სპეციალური გაზსავალი ხვრელები, რომლებშიც მოძრაობს ნამწვი გაზები. ამ ხვრელებში გავლის შემდეგ ნამწვი გაზები გადადის საკვამლე მილში. ხვრელები ზრდის თბოგადაცემის ფართობს და აუმჯობესებს ნამწვი გაზებიდან თუჯის სექციებში მოძრავ წყალზე სითბოს ართმევის პროცესს. შემბერი სანთურის პრინციპული ტექნოლოგიური სქემა ნაჩვენებია მე-12 ნახ-ზე.



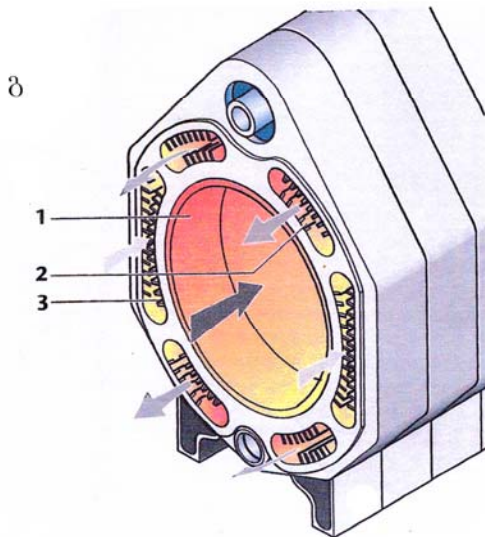
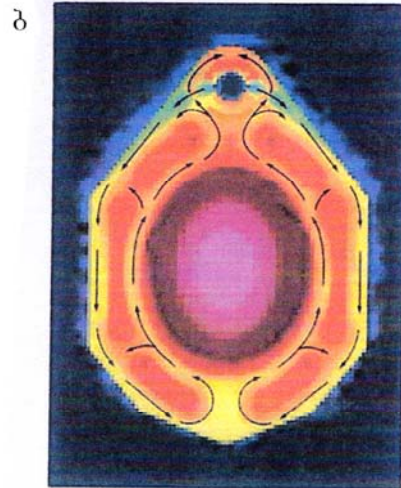
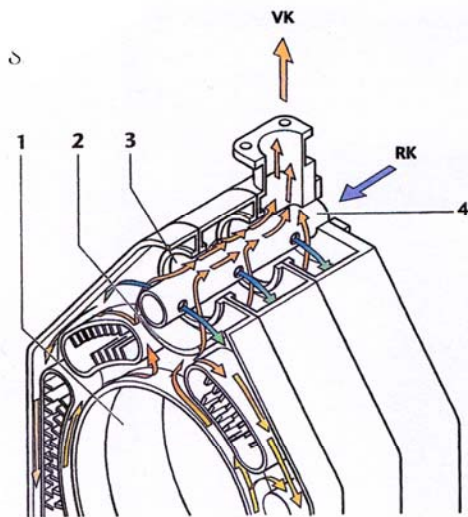
ნახ. 9. თუჯის სექციური ქვაბის ფუნქციური სქემა

1. ნამწვი გაზების მილყელი, 2. ნაკადის (ნამწვის) დაცვა, 3. გაზის განშტოება, 4. ნამწვი გაზების შემკრები, 5. გათბობის მიმწოდებელი მილყელი, 6. თბოგადამცემი, 7. ნამწვი გაზების არხი (თუჯის სექციური ბლოკი), 8. გათბობის უკუმილი, 9. წვის მილი, 10. თბოიზოლაცია, 11. მეორეული ჰაერი, 12. წვის კამერის ვენტილაცია, 13. ნამწვის გაზების სენსორი, 14. სანთურის საქშენი, 15. შემრევი კამერა, 16. სანთურის ნალო (მიმმართველი), 17. პირველადი ჰაერი, 18. ცენტრიდანული ვენტილატორი, 19. გაზის მარეგულირებელი არმატურა, 20. ტემპერატურის გადამწოდი, 21. გაზის განშტოება, 22. მანაწილებელი ყუთი (ავტომატიკა), 23. შალითა, 24. მომსახურების პანელი რეგულირებით, 25. ელექტრონული ნაბიკვი (სლაბი, ქვაბის მართვა)



ნახ. 10. თუჯის სექციური ქვების ფუნქციური სქემა (4 და 3 მილყელებს შორის
ნაჩვენებია გასათბობი წყლის მოძრაობა)

1. ნამწვი გაზების მილყელი, 2. ნაკადის (ნამწვის) დაცვა, 3. გათბობის მიმწოდებელი მილი, 4. გათბობის უკუმილი, 5. წვის მილი, 6. ამნთები სანთურა (ფალია), 7. ამნთები და საკონტროლო ელექტროდი, 8. ნამწვი გაზების სენსორი, 9. სანთურის საქმენი, 10. გაზის მანაწილებელი მილი, 11. ჰაერის სარქველი, 12. ცენტრიდანული ვენტილატორი, 13. გაზის მარეგულირებელი არმატურა, 14. პირველადი ჰაერი, 15. პირველადი ჰაერის მიწოდება, 16. მომსახურების პანელი რეგულირებით, 17. ელექტრონული ნაბიკვი (სლაბი), 18. ნამწვი გაზების შემკრები, 19. თბოიზოლაცია

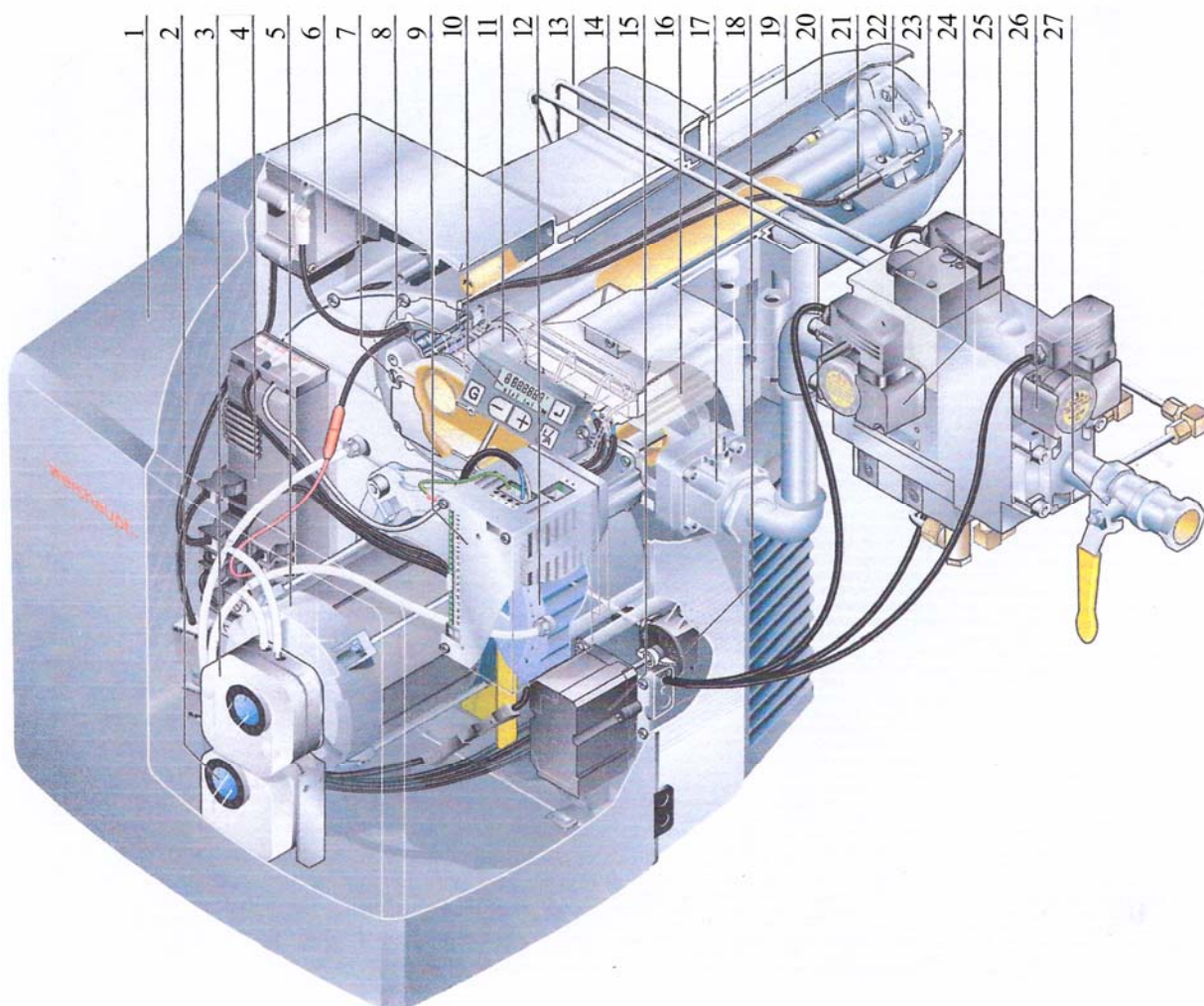


ნახ. 11. შემბერსანთურიანი თუჯის ქვაბის დეტალები

ა. წყლის მოძრაობის სქემა თუჯის ქვაბში: 1. წვის კამერა, 2. მიმმართველი ელემენტი, 3. მიმწოდებელ მილსადენში წყლის გასასვლელი ზედა რკალი (კარბა), 4. შემვსები მილი უკუმბილსადენიდან წყლის შესასვლელად, 5. მიმწოდებელი მილყელი, 6. უკუმბილყელი;

ბ. წყლის განაწილება თუჯის სექციაში;

გ. თუჯის ქვაბში ნამწვი გაზების მოძრაობის სქემა: 1. წვის კამერა - წვის პროდუქტების პირველი სვლა, 2. თბოგადაცემის დამატებითი ფართობი - წვის პროდუქტების მეორე სვლა, 3. თბოგადაცემის დამატებითი ფართობი - წვის პროდუქტების მესამე სვლა



ნახ. 12. გაზის შემზღერი სანთურა

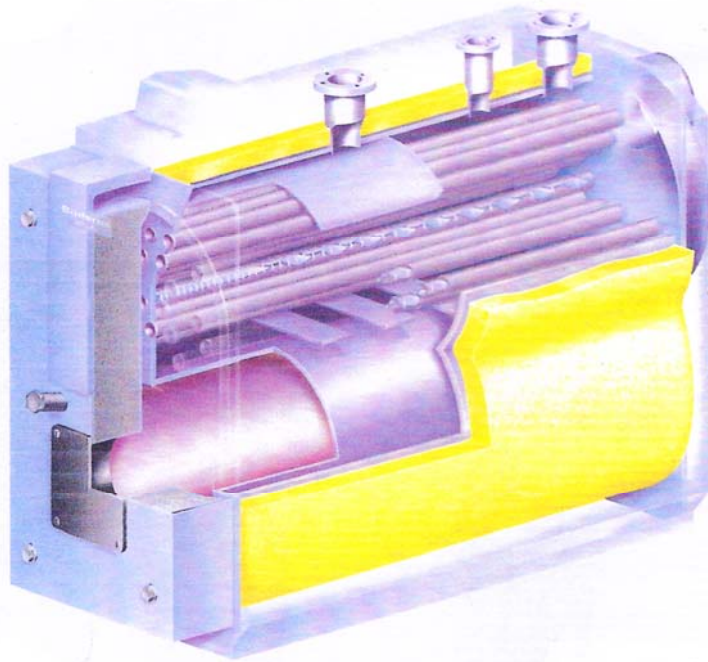
1. დამცავი გარსაცმი, 2,3. ჰაერის წნევის რელე, 4. წვის მენეჯერი, 5.ვენტილატორის ძრავა, 6. ამნთები ხელსაწყო, 7.მარეგულირებელი ქანჩი, 8. შემრევი კამერის კორპუსი, 9. სიხშირიანი გარდამქმნელი, 10. მართვის ბლოკი, 11.შემრევი მილი, 12.ვენტილატორის თვალი, 13. ვენტილატორის წნევის საზომი,14. წვის კამერის წნევის მილი, 15. ჰაერის ჩამკეტის ამბრავი, 16. სიგნალის გარდამქმნელი, 17.შემაერთებელი მილტუჩი, 18. კუთხური გადაცემა, 19. ალის მილი, 20. მაიონიზირებელი ელექტროდი, 21. ანთების ელექტროდი, 22. გაზის გამანაწილებელი, 23. საყრდენი საყელური, 24. გაზის წნევის რელე, 25. ორმაგი მაგნიტური სარქველი, 26. გაზის მინიმალური წნევის რელე, 27. სფერული ონკანი

გაზის მარეგულირებელი არმატურით გაზი საჭირო წნევით მიეწოდება შემრევ საკანს, სადაც ერევა ატმოსფერულ ჰაერს. ეს ჰაერი აიღება ქვების გარე მოცულობიდან. გაზ-ჰაერის ნარევი სპეციალური სანთებელით ააღდება წვის კამერაში საქშენის გამოსვლის კვეთთან და შემდეგ ვრცელდება წვის კამერის მოცულობაში. ალის გავრცელება ხორციელდება გაზის გარკვეული წნევით. სხვადასხვა სანთურას სხვადასხვა გაზის საწყისი წნევა აქვს. სანთურის შერჩევა ხდება ქვების სიმძლავრის და გაზის წნევის მიხედვით. შემხერი სანთურა რთული მოწყობილობაა და მოიცავს როგორც გაზის, ასევე ჰაერის პარამეტრების მარეგულირებელ და საკონტროლო ხელსაწყოებს. სანთურის მართვა ქვების სპეციალური მართვის ბლოკიდან მიმდინარეობს.

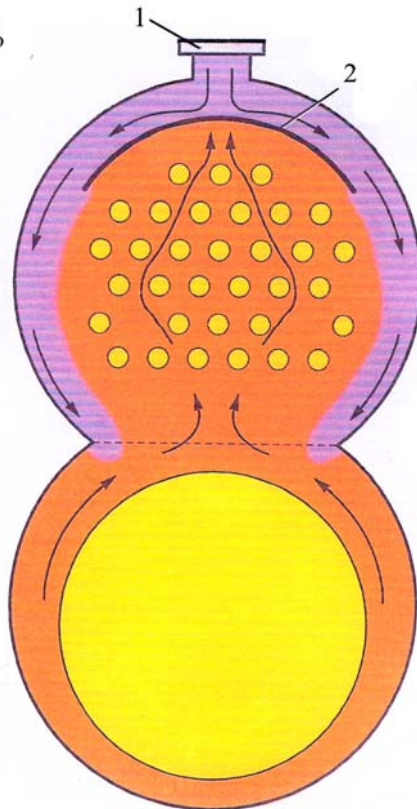
ქვები (ნახ. 13) მზადდება მაღალი ხარისხის ლეგირებული ფოლადისაგან. ქვების წვის კამერა ცილინდრული ფორმისაა, დიდი მოცულობის. ქვების ზედა ნაწილში მოთავსებულია გლუვი მილებისაგან დამზადებული კვამლსადენი არხები. ქვას ირგვლივ უკეთდება თბოიზოლაცია და იფუთება ხმაურჩამხშობი შალითებით (ქვების პანელები). ქვას წინა მხარეს უკეთდება მომსახურების კარი, რომელშიც დატოვებულია ხერელი სანთურის მილისათვის. ქვებზე მიდგმულია გაზის შემხერი სანთურა, რომელიც სპეციალური სანთურის მილით შედის საცეცხლურში. ამ მილში მოთავსებულია საქშენი, საიდანაც გაზ-ჰაერის ნარევი მიეწოდება წვის კამერას (საცეცხლურს). ალის ანთება ხდება სანთურაში მოწყობილი ფალიის მეშვეობით. ნამწვი გაზები მოძრაობისას უკან ბრუნდება და საკვამლე მილში შესვლამდე უხდება ორი ან სამი სვლა. ნამწვი გაზების რაც უფრო მეტი სვლა ხორციელდება ქვებში, მით მეტია სითბოს ართმევა და ნაკლები მავნე მინარევები გამონაბოლქვში.

მე-14 ნახ-ზე წარმოდგენილია ფოლადის ქვების პრინციპული სქემა. ქვების წვის რეჟიმის შესაბამისად, თბური რეჟიმის რეგულირება და კონტროლი ხორციელდება მართვის ბლოკის მეშვეობით. ამ ბლოკით წარმოებს გაზის და ჰაერის ნაკადების პარამეტრების რეგულირება და გაზ-ჰაერის ნარევის მომზადება, როგორც ხდებოდა თუჯის ქვებებში. უნდა აღინიშნოს, რომ შემხერი სანთურები თუჯის და ფოლადის ქვებებისათვის ერთი და იგივეა.

ა



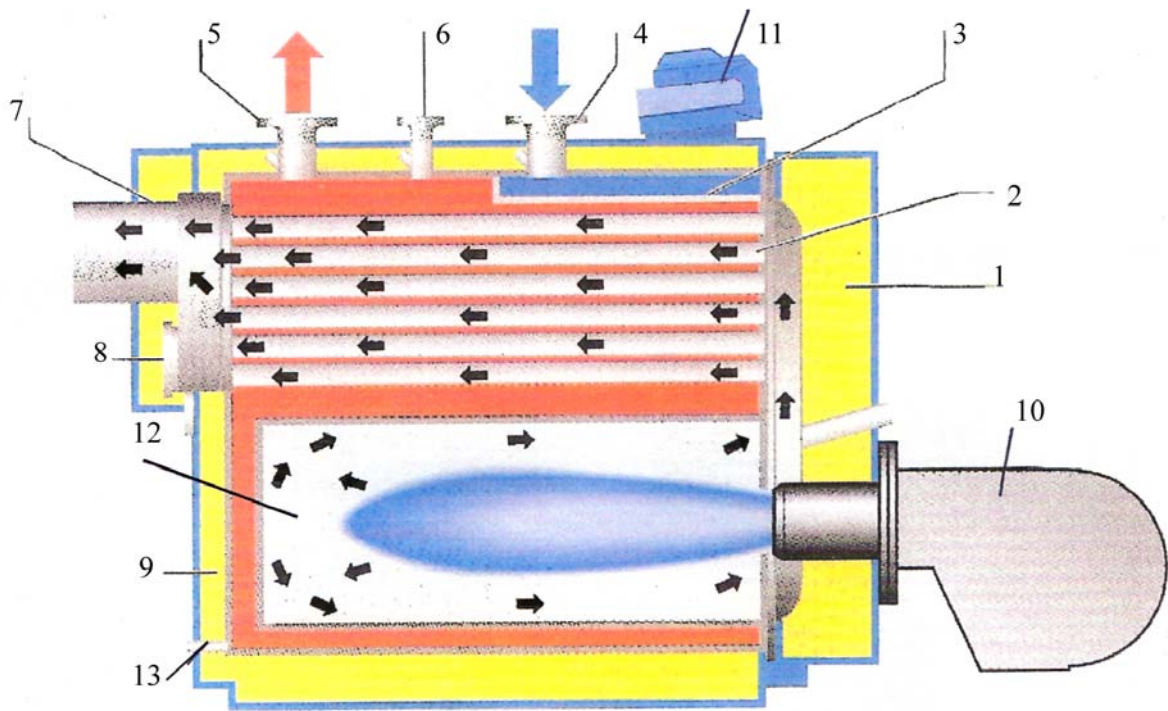
ბ



ნახ. 13. ფოლადის ქვაბი

ა. საერთო ხედი; ბ. ქვაბის ჭრილი წყლის ცირკულაციის ჩვენებით,

1. უკუმისადენის მისაერთებელი მილყელი, 2. წყლის მიმმართველი ელემენტი



ნახ. 14 ფოლადის ქვაბის პრინციპული სქემა

1. ქვაბის კარები, 2. თბოგადამცემი, 3. წყლის მიმმართველი ელემენტი, 4. უკუმლილელი, 5. მიმწოდებელი მილელი, 6. დამცავი სარქვლის მილელი, 7. ნამწვი გაზების კოლექტორი, 8. სამეთვალყურეო ხვრელი, 9. თბოიზოლაცია, 10. გაზის სანთურა, 11. მართვის ბლოკი, 12. წვის კამერა, 13. დამცლელი მილი

ფოლადის ქვაბები მზადდება ნებისმიერი სიმძლავრის: 300 კვტ-მდე - დაბალი სიმძლავრის, 300-1700 კვტ - საშუალო სიმძლავრის და 1700 კვტ-ზე ზემოთ- დიდი სიმძლავრის; 4-10 ბარი ჭარბი მუშა წნევის ფარგლებში როგორც წყალსატბობი, ასევე ორთქლის. წყლის შემთხვევაში ქვაბები არის როგორც დაბალტემპერატურული (95°C-მდე), ასევე გადახურებული (120-150 °C ტემპერატურით). ორთქლის შემთხვევაში ფოლადის ქვაბები შეიძლება იყოს როგორც დაბალი წნევის (1 ბარამდე წნევით), ასევე მაღალი წნევის (1 ბარზე მეტი). აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ გათბობის მიზნით ორთქლი, როგორც თბოშემცველი, ნაკლებად გამოიყენება. უფრო ხშირად გამოიყენება დაბალი წნევის ორთქლის სისტემები. გაზის წნევა შემბერ სანთურებში დამოკიდებულია გაზმომარაგების

ქსელში გაზის წნევაზე. გაზის წნევა დაბალი სიმძლავრის ქვაბებში უნდა იყოს 11-30 მბარი, ხოლო დიდი სიმძლავრის ქვაბებში - 50 მბარი და ზემოთ.

ფოლადის ქვაბების მქ კოეფიციენტი 95%-ის ტოლია. თუ ფოლადის დასადგმელ ქვაბებს დავუყენებთ სპეციალურ საკონდენსაციო თბოგადამცემს, ეს ქვაბები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც საკონდენსაციო. ამ დროს ქვაბის მქ კოეფიციენტი იზრდება 109%-მდე.

ფოლადის ქვაბებს თუჯის ქვაბებთან შედარებით მეტი უპირატესობა აქვს: იტანს მაღალ ტემპერატურულ ვარდნებს, უფრო მსუბუქია და იაფი. ფოლადის ქვაბებში წვის კამერა თანაბრად შემოედინება წყლით, რის გამო ნაკლებია წყლის გაფართოებით და ადუღებით გამოწვეული ხმაური. ბოლო დროს ფოლადის ქვაბებს უკეთდება სპეციალური ტურბულიზატორები, რაც უზრუნველყოფს ნამწვი პროდუქტების დაბალ ტემპერატურას და, შესაბამისად, ნაკლებ მავნეობას ნამწვ პროდუქტებში. ფოლადის ქვაბებში, როგორც თუჯის ქვაბებში, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნებისმიერი ფირმის შემხერი გაზის სანთურა. შესაძლებელია გაზის სანთურის შეცვლა თხევადი საწვავის ან კომბინირებული სანთურით, რომელიც მუშაობს როგორც გაზზე, ასევე თხევად სათბობზე.

ბოლო ხანს დიდი ყურადღება ექცევა ფოლადის საკონდენსაციო ქვაბებს. მათი სიმძლავრე 1000 კვტ-მდეა, ხოლო მარგი ქმედების კოეფიციენტი 109%-მდე.

საკონდენსაციო ქვაბების ასეთი მაღალი მქ კოეფიციენტი შემდეგნაირად აიხსნება:

ცნობილია, რომ ბუნებრივი გაზის წვისას მიმდინარეობს ქიმიური რეაქცია, რის შედეგადაც წყალი წარმოიქმნება. მაღალი ტემპერატურის გამო იქვე ორთქლდება, შთანთქავს რა სითბოს წვის ზონიდან. წყლის ორთქლი, რომელიც იმყოფება ნამწვ გაზებში, შეიცავს დამწვარი მეთანის ენერგიის 11% -ს. ამ ენერგიის დასაბრუნებლად საკონდენსაციო ქვაბებში იყენებენ სპეციალურ მაღალეფექტურ თბოგადამცემებს. ეს თბოგადამცემები ამცირებს გამავალი გაზების ტემპერატურას ნამის წერტილამდე ($\sim 57^{\circ}\text{C}$), რის შედეგად წყლის ორთქლი კონდენსირდება და გამოყოფს ენერგიას, რომელიც ადრე დაიხარჯა მის აორთქლებაზე. ეს ენერგია გამოიყენება თბოშემცველის გასაცხელებლად. საკონდენსაციო ქვაბებში გამოიყოფა დაახლოებით 0,12 - 0,14 ლ წყალი 1 კვტ სიმძლავრეზე. ეს კონდენსატი

დისტილირებული წყალი არ არის. იგი ნახშირმჟავას და გოგირდმჟავას სუსტი წყალხსნარია, რომლის წყალბადური მაჩვენებელია $\text{pH}=3-5,5$ ერთეული. ასეთი წყალხსნარის თბოგადამცემ ელემენტებზე ზემოქმედება იწვევს მათ კოროზიას. ამის გამო, თბოგადამცემი უჟანგავი ფოლადისა და სპილენძისაგან კეთდება.

200 კვტ-მდე სიმძლავრის საკონდენსაციო ქვაბებიდან გამოყოფილი კონდენსატი კანალიზაციაში ჩაედინება. 200 კვტ-ზე მეტი სიმძლავრის საკონდენსაციო ქვაბებიდან გამოყოფილი კონდენსატიც კანალიზაციაში ჩაედინება, მხოლოდ კონდენსატის ნეიტრალიზაციის მოწყობილობაში დამუშავების შემდეგ. ამ მოწყობილობაში დამუშავების შემდეგ კონდენსატის მჟავიანობის მაჩვენებელი pH 6,5-9-მდე იზრდება.

გაზის საკონდენსაციო ქვაბებში გამოყოფილი კონდენსატის მაქსიმალური წლიური ხარჯი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$V_{\text{მაქს}} = V_{\text{გაზ}} Q_{\text{უმ}}^{\text{მ}} I_{\text{გაზ}},$$

სადაც $V_{\text{მაქს}}$ არის მაქსიმალური შესაძლო კონდენსატის რაოდენობა, ლ;

$V_{\text{გაზ}}$ - გაზის ხარჯი, მ³;

$Q_{\text{უმ}}^{\text{მ}}$ - უმაღლესი მუშა თბოუნარიანობა, კვტ.სთ/მ³;

$I_{\text{გაზ}}$ - კონდენსატის ხვედრითი ხარჯი, ლ/კვტ.სთ.

ფირმა ვაილანტის (Vaillant) სპეციალისტების მიერ დადგენილ იქნა წლის განმავლობაში გამოყოფილი კონდენსატის რაოდენობა, როცა გაზის მოხმარება წლის განმავლობაში 1700 მ³ შეადგენს:

$$1700 \cdot 11,46 \cdot 0,12 = 2337 \text{ ლ.}$$

რადგან ორთქლწარმოქმნის (კონდენსაციის) ფარული სითბო ტოლია $2,3 \cdot 10^3$ კჯ/კგ ტოლია, ამიტომ აღნიშნული კონდენსატი დაგვიბრუნებს

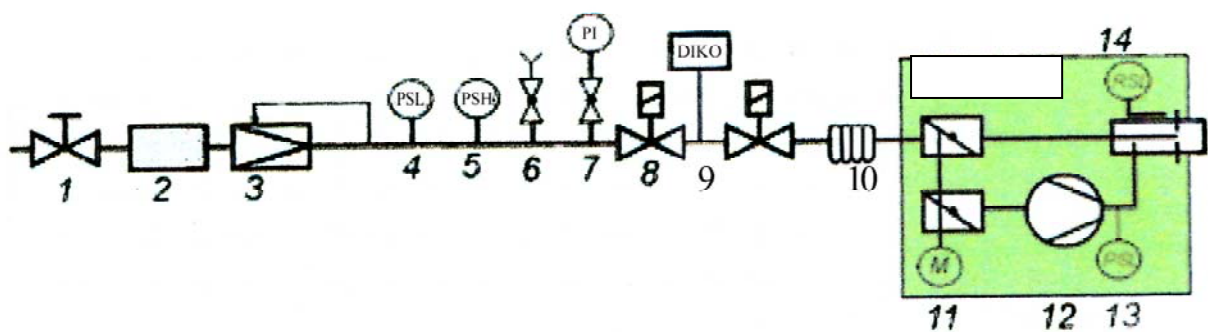
$$2337 \cdot 2,26 \cdot 10^3 = 5,28 \cdot 10^6 \text{ კჯ}$$

სითბოს, რაც 1467 კვტ თბური ენერგიის ტოლფასია. საკონდენსაციო ქვაბები განსაკუთრებით კარგად ფუნქციონირებს თბოშემცველის დაბალი ტემპერატურის დროს, როდესაც ქვაბიდან გამოსული წყლის ტემპერატურაა 50 - 40°C, ხოლო ქვაბში დაბრუნებული წყლის ტემპერატურა - 30°C. მაღალ ტემპერატურაზე (როდესაც

თბოშემცველი ცხელდება 90 - 95°C-მდე) საკონდენსაციო ქვების მე კოეფიციენტი თითქმის იგივეა, რაც ტრადიციული ქვაებისა, რდგანაც ამ დროს წყლის ორთქლის კონდენსაცია არ მიმდინარეობს.

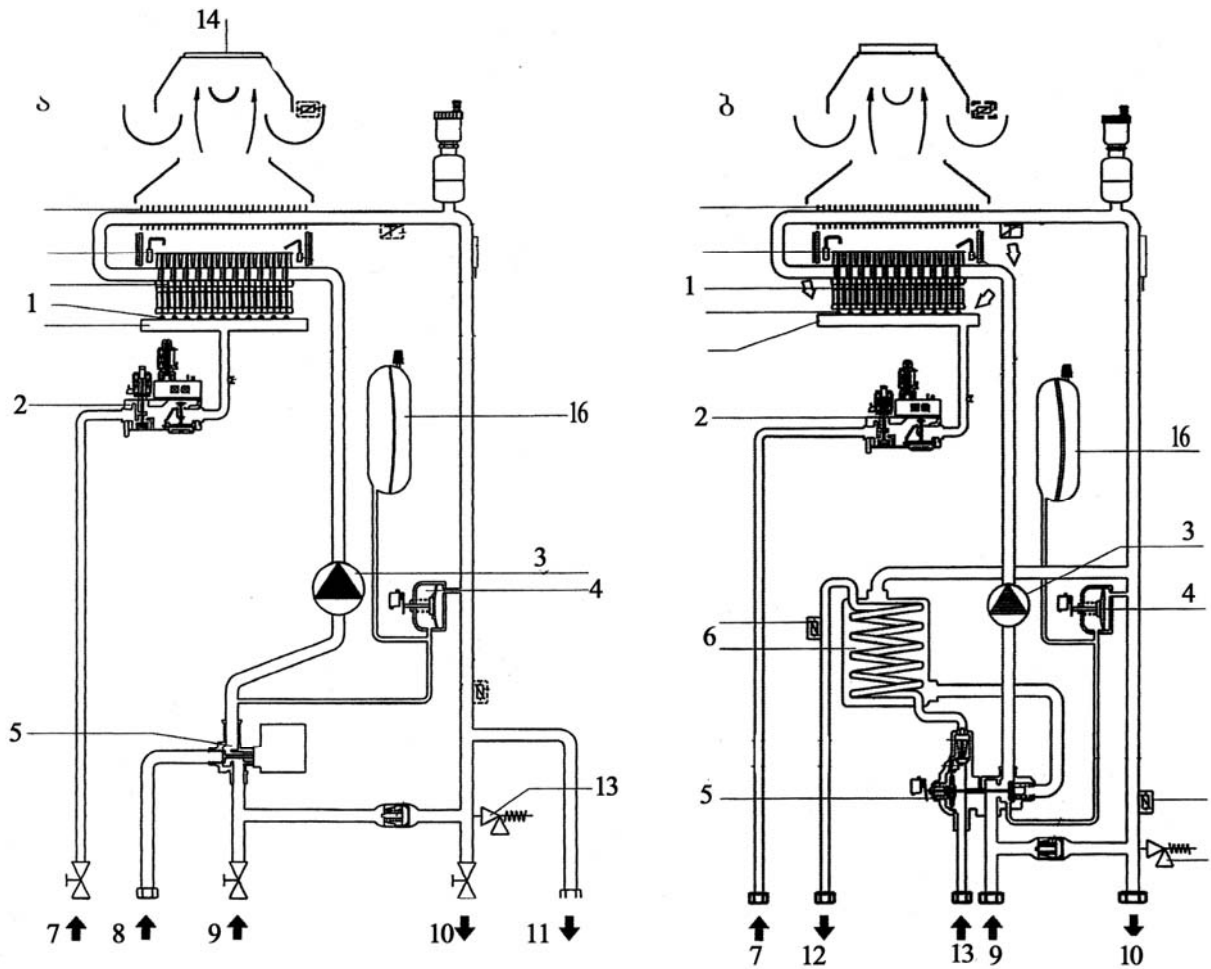
ქვების მონტაჟისას ყოველ ქვასთან გაზის მიყვანისას აუცილებელია გაზსადენის ხაზზე მოეწყოს გაზმარეგულირებელი პუნქტი, რომელიც, გაზის რეგულატორის გარდა, აღჭურვილი იქნება უსაფრთხოების მოწყობილობით.

გაზის მარეგულირებელი და დამცავი მოწყობილობების სქემა ნაჩვენებია მე-15 ნახ-ზე.



ნახ. 15. გაზის მარეგულირებელი და დამცავი მოწყობილობა

1. სფერული ონკანი, 2. ფილტრი, 3. წნევის დამწევი, 4. მინიმალური წნევის კონტროლი, 5. მაქსიმალური წნევის კონტროლი, 6. საკონტროლო სანთურა, 7. მანომეტრი, 8. მაგნიტური ვენტილი (2 ცალი). 9. გაზის სიმკვრივის მაკონტროლებელი მოწყობილობა, 10. კომპენსატორი, 11. გაზის და ჰაერის სარეგულირებელი სარქველი, 12. წვისათვის საჭირო ჰაერის შემზერ, 13. ჰაერის წნევის კონტროლი, 14. ალის კონტროლი, 15. საქშენი



ნახ. 16 გაზის ღია წვისკამერიანი კედლის ქვაბი

ა. ერთკონტურიანი: 1. გაზის სანთურა, 2. გაზის მარეგულირებელი არმატურა, 3. საცირკულაციო ტუმბო, 4. დიფერენციალური მანომეტრი, 5. სამსვლიანი გადამრთველი ვენტილი, 6. ცხელი წყლის ბოილერი, 7 გაზის მილი, 8. განშტოება ბოილერიდან, 9. გათბობის უკუმბილი;

ბ. ორკონტურიანი: 10. გათბობის მიმწოდებელი მილი, 11. განშტოება ბოილერისკენ, 12. ცხელი წყალი, 13. დამცავი სარქველი 14. საკვამლე მილი, 15. ცივი წყალი, 16. საფართოებული ჭურჭელი

კედლის ქვაბები

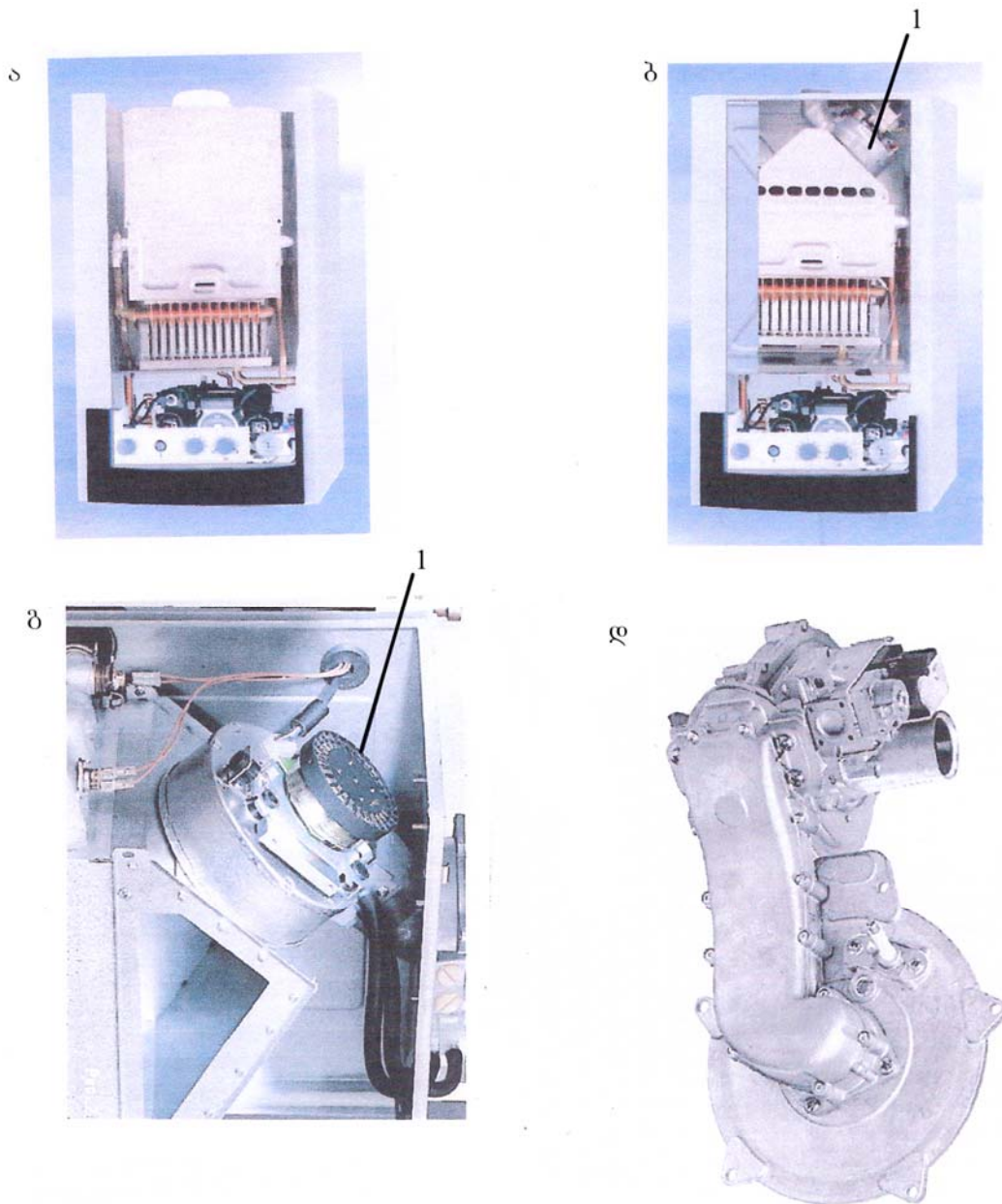
კედლის ქვაბები შეიქმნა არცთუ დიდი ხნის წინ. რადგან კედელზე იკიდება, ამიტომ ჩამოსაკიდებელ ქვაბსაც უწოდებენ. კედლის ქვაბები ფაქტიურად მინისაქვაბებია, რადგან პატარა, კომპაქტურ მოცულობაში განლაგებულია საქვაბის ყველა მოწყობილობა: სანთურა, თბოგადამცემი, მართვის პულტი, საცირკულაციო ტუმბო, საფართოებელი ჭურჭელი, თერმომეტრი, მანომეტრი, უსაფრთხოების ავტომატიკა და კიდევ სხვ., რომლებიც ყველა ერთად ქმნის თანამედროვე საქვაბეს. კედლის ქვაბები 8 - 120 კვტ სიმძლავრის მზადდება. ეს ქვაბები გამოიყენება 50-1000მ² შენობების გასათბობად. კასკადური საქვაბის მოწყობის შემთხვევაში შესაძლებელია გაცილებით მეტი ფართობის მქონე შენობის გათბობა.

ძირითადი განსხვავება დასადგმელ და კედლის ქვაბებს შორის პირველადი თბოგადამცემის მასალაა. დასადგმელი ქვაბები, როგორც ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ, მზადდება თუჯისა და ფოლადისგან, ხოლო კედლის ქვაბები - სპილენძისაგან ან უჟანგავი ფოლადისაგან. კედლის ქვაბები უფრო მსუბუქია, აქვს მცირე ზომები, წონა და დაბალი ფასი. უფრო მგრძნობიარეა წყლისა და სათბობის ხარისხის მიმართ, ამიტომ აქვს ნაკლები საექსპლუატაციო ვადა.

კედლის ქვაბები(ნახ.16) შეიძლება იყოს ერთკონტურიანი და ორკონტურიანი. ერთკონტურიანი ნიშნავს, რომ ქვაბში წყალი ცირკულირებს მხოლოდ ერთ რგოლში და გამოიყენება მხოლოდ გათბობისათვის. თუ ასეთი ქვაბით გვინდა აგრეთვე წყლის გაცხელება, მაშინ გათბობის სისტემის პარალელურად უნდა დავაყენოთ წყალგამაცხელებელი ანუ ცხელი წყლის ბოილერი, მოცულობითი ან გამდინარე (ჩქაროსნული), ქვემოთ ნახ-ებზე ნაჩვენებია სპეციალურ გარსაცმში მოთავსებული ერთ ბლოკად აკრეფილი ღია წვისკამერიანი საქვაბე მოწყობილობები, რომელსაც გარედან აქვს ქვაბის შიგნით მიმდინარე პროცესების მარეგულირებელი მოწყობილობა ე.წ. მართვის ბლოკი. ასეთი ქვაბის საერთო ხედი ნაჩვენებია 17,ა ნახ-ზე.

17,ბ ნახ-ზე ნაჩვენებია დახურულკამერიანი კედლის ქვაბი. გარეგნულად ეს ქვაბი არაფრით განსხვავდება ღია წვისკამერიანი ქვაბისაგან. ამ ქვაბებს ჩამონტაჟებული აქვს სპეციალური ვენტილატორი (ნახ. 17, გ), რომელიც კამერას

აწვდის წვისათვის საჭირო ჰაერს და ამ კამერიდან გაიყვანს ნამწვ გაზებს. ასეთ ქვაბებში ჰაერის მიღება ხდება ცალკე ან საკვამლე მილთან ერთად მოწყობილი კოაქსიალური ჰაერსადენიდან.



ნახ. 17. კედლის ქვაბები

ა. ღია წვის კამერით, ბ. დახურული წვის კამერით, გ. ვენტილატორის მიერთება, დ. დახურული წვისკამერიანი ქვაბის სრული წინასწარი შერევის სანთურის თერმომოდული; 1. ვენტილატორი

დახურული ან ჰერმეტიკული წვისკამერიანი კედლის ქვაბები უფრო მეტად მრავალსართულიან სახლებში გამოიყენება (5 სართული და მეტი), თუმცა ასევე

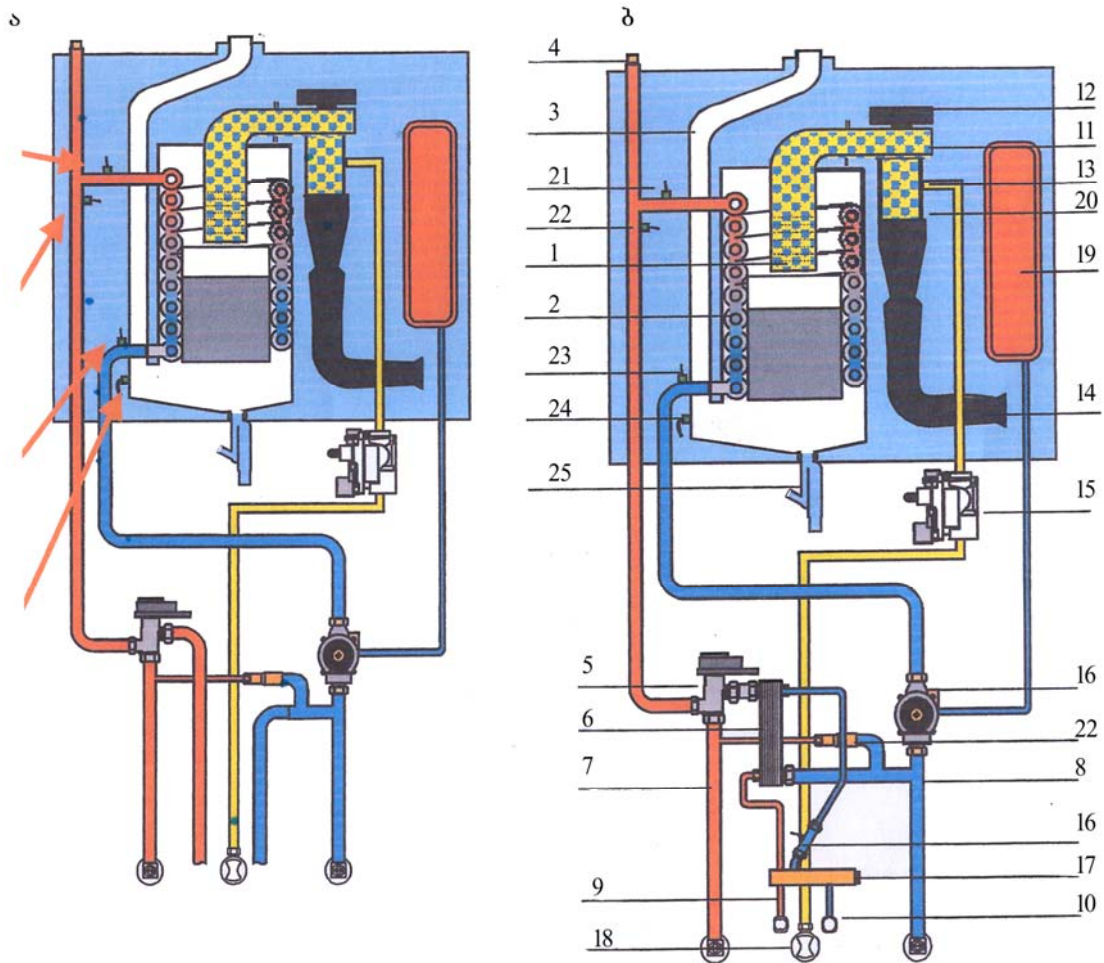
წარმატებულად - დაბალსართულიან სახლებშიც. კედლის ქვაბები აღჭურვილია პიეზო- ან ელექტროანთებით. ორკონტურიანი ნიშნავს, რომ ქვაბში გათვალისწინებულია გათბობისა და ცხელი წყლით მომარაგების ორი რგოლი, ე.ი. ქვაბში დამატებით მოწყობილია ცხელი წყლის ბოილერი, მოცულობითი ან გამდინარე.

როგორც ერთკონტურიანი, ასევე ორკონტურიანი ქვაბი შეიძლება იყოს ღია ან დახურული წვის კამერით.

ღია წვისკამერიან ქვაბებში წვისათვის საჭირო ჰაერი სათავსიდან აიღება. ამიტომ იმ სათავსებში, სადაც დაყენებული იქნება ღია წვის კამერის მქონე ქვაბი, გათვალისწინებული უნდა იქნეს დამატებით წვისათვის საჭირო ჰაერის მიწოდება. ასეთი ქვაბი აუცილებელად უნდა მიუერთდეს საკვამლე მილს.

დახურულ წვისკამერიან ქვაბებში წვისათვის საჭირო ჰაერი გარედან აიღება. ასეთი ქვაბი უნდა მიუერთდეს ნამწვი გაზების გამყვან და ჰაერის მიმწოდებელ ორმაგ მილს. დახურულკამერიანი ქვაბებიდან წვისათვის საჭირო ჰაერის მიწოდება და, შესაბამისად, ნამწვი პროდუქტების გაყვანა ხორციელდება ქვაბში სპეციალურად ჩამონტაჟებული ვენტილატორის საშუალებით. ეს ქვაბები იდეალურია ტრადიციული საკვამლე მილის არმქონე სათავსებისათვის. ამ დროს ნამწვი პროდუქტების გაყვანა ხდება სპეციალური კოაქსიალური საკვამლე მილის მეშვეობით, რისთვისაც კედელში უნდა გაკეთდეს სათანადო ზომის ხვრელი. კოაქსიალური ორმაგი საკვამლე მილი ხშირად მოიხსენიება, როგორც „მილი მილში“. ასეთი კვამლსადენის შიგა მილით გარემოში გაიყვანება ნამწვი გაზები, ხოლო გარე მილით წვის კამერას მიეწოდება წვისათვის საჭირო ჰაერის რაოდენობა. დახურულკამერიანი ქვაბები წვისათვის არ იყენებს სათავსის ჰაერის ჟანგბადს, რაც გამორიცხავს სათავსში გარემოდან წვისათვის საჭირო ჰაერის დამატებით მიწოდებას. ქვაბის მონტაჟისას მცირდება კაპიტალდაზიანდება, რადგან საჭირო აღარ არის ძვირად ღირებული საკვამლე მილის მოწყობა.

მე-18 ნახ-ზე ნაჩვენებია კედლის ქვაბის ან კედლის მინისაქვაბის ტექნოლოგიური სქემა ერთკონტურიანი (ა) და ორკონტურიანი (ბ) ქვაბებისთვის. ქვაბები აღჭურვილია ატმოსფერული წვის სანთურებით, ხოლო ჰაერი აიღება იმ სათავსიდან, სადაც ქვაბია დაყენებული.



ნახ. 18. დახურული წვისკამერიანი კედლის ქვების ტექნოლოგიური სქემა

ა.ერთკონტურიანი, ბ. ორკონტურიანი

1. სანთურა, 2. გათბობის წყლის თბოგადამცემი, 3. ნამწვი გაზების გამყვანი, 4. ხელის საჰაერო სარქველი, 5. სამსვლიანი გადამრთველი სარქველი, 6. ცხელი წყლის თბოგადამცემი, 7. გათბობის სისტემის მიმწოდებელი მილი, 8. გათბობის სისტემის უკუმილი, 9. ცხელი წყლის მილი, 10. ცივი წყლის მილი, 11. გაზის ჰაერშემბერი, 12. ჰაერშემბერის ძრავა, 13. გაზის დროსელური ჩამკეტი, 14. ჰაერმიმღები, 15. გაზის კომბინირებული ვენტილი, 16. საცირკულაციო ტუმბო, 17. ცივი წყლის ფილტრი, 18. ხარჯის გადამწოდი, 19. საფართოებელი ჭურჭელი, 20. გაზ-ჰაერის შემრევი კამერა, 21. ტემპერატურის შემზღუდველი, 22. მიმწოდებელი ხაზის გადამწოდი, 23. უკუხაზის გადამწოდი, 24. ნამწვი გაზების ტემპერატურის შემზღუდველი, 25. კონდენსატის გადამღვრელი

ე.ი. ნახ-ზე წარმოდგენილია ქვაბი ღია წვის კამერით. ბ ნახ-ზე ნაჩვენებია ცხელი წყალმომარაგებისათვის გათვალისწინებული ჩქაროსნული თბოგადამცემი (6). კედლის ქვაბი შეიძლება აღჭურვილი იყოს აგრეთვე მოცულობითი წყალგამაცხელებლით. წყალგამაცხელებელი შეიძლება იყოს 30,50,70ლ ან უფრო მეტი. წყალგამაცხელებლის მოცულობა დამოკიდებულია მომხმარებლის ცხელი წყლის მოთხოვნილებაზე, თუ ქვაბში გათვალისწინებულია პიეზოანთება, მაშინ მისი გაშვება ხდება ხელით, ღილაკზე თითის დაჭერით. ელექტრონული ანთების დროს ქვაბი ავტომატურად გაიშვება. გარდა ამისა, ელექტროანთების მქონე ქვაბები უფრო ეკონომიურია, რადგან საჭირო აღარაა ფალია მუდმივი ალით. ამ ქვაბების კიდევ ერთი უპირატესობა ისაა, რომ ელექტროენერგიის მიწოდების დროებით შეწყვეტის შემდეგ ქვაბი ავტომატურად ირთვება ელექტროკვების აღდგენისთანავე. პიეზოანთების მქონე ქვაბებისათვის საჭიროა დამატებით ხელით ჩართვა.

თანამედროვე კედლის ქვაბი საკმაოდ რთული ხელსაწყოა, აღჭურვილია ელექტრონიკით, რომელიც ამარტივებს მის ექსპლუატაციას და ზრდის საიმედოობას. ქვაბები უზრუნველყოფს სათავსში მუდმივი კომფორტული, ყველაზე მარტივი ქვაბები კი წყლის მუდმივი ტემპერატურის შენარჩუნებას. ყველაზე სრულყოფილი ქვაბები სპეციალური ელექტრონიკის მეშვეობით ზომავს ჰაერის ტემპერატურას და ადგენს ქვაბის მუშაობის საჭირო რეჟიმს. ამ ქვაბებში შესაძლებელია აგრეთვე მათი მუშაობის დისტანციური (ინტერნეტის ან მობილური ტელეფონის მეშვეობით) მართვა ან, დროის გარკვეულ პერიოდში, ტემპერატურული რეჟიმის პროგრამირება.

ელექტრონიკის მეშვეობით შეიძლება ჩავატაროთ ქვაბის ცალკეული ბლოკების ქმედუნარიანობის დიაგნოსტიკა და ვაწარმოოთ მისი მუშაობის კონტროლი.

კედლის ქვაბების უმეტესობა აღჭურვილია უსაფრთხო ექსპლუატაციის ისეთი მოწოდებით, როგორიცაა:

- ალის არსებობის გადამწოდი (ალის გაქრობის შემთხვევაში გამორთავს გაზს);
- მაბლოკირებელ თერმოსტატი (ქვაბის წყლის ტემპერატურის გაზრდის შემთხვევაში გამორთავს ქვაბს);

- მოწყობილობა, რომელიც გამორთავს ქვებს ელექტროკვების შეწყვეტის შემთხვევაში;

- ქვების მახლოკირებელი მოწყობილობა, რომელიც გამორთავს ქვებს გაზის შეწყვეტის შემთხვევაში;

- წვეის კონტროლის გადამწოდი;

- მოწყობილობა, რომელიც გამორთავს ქვებს თბოშემცველის რაოდენობის ნორმაზე დაბლა შემცირების შემთხვევაში;

- კედლის ქვაბები, დასადგმელის მსგავსად, შეიძლება იყოს აგრეთვე საკონდენსაციო, რომელიც ნამწვი პროდუქტებიდან, წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგად, კონდენსაციის (აორთქლების) სითბოს გადასცემს თბოშემცველს, რის შედეგადაც ქვების მქ კოეფიციენტი 109%-მდე იზრდება.

ტრადიციულის მსგავსად საკონდენსაციო კედლის ქვაბები მზადდება 125 კვტ-მდე თბური სიმძლავრის, რაც სავსებით საკმარისია 1200 - 1500 კვმ ფართობის მქონე სათავსის გასათბობად. ექსპლუატაციის პერიოდში ქვების თბოგადაცემის რეგულირება სათანადო სითბური მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად ხდება სპეციალური მოდულირებული ვენტილატორული სანთურის მეშვეობით, რომელიც დამზადებულია მჟავამდეგი მასალისაგან. საქართველოს ზამთრის პირობებისათვის, როდესაც გაზსადენში წნევა ხშირად 5 მზარამდე ეცემა, ასეთი სანთურების გამოყენება უსაფრთხოა.

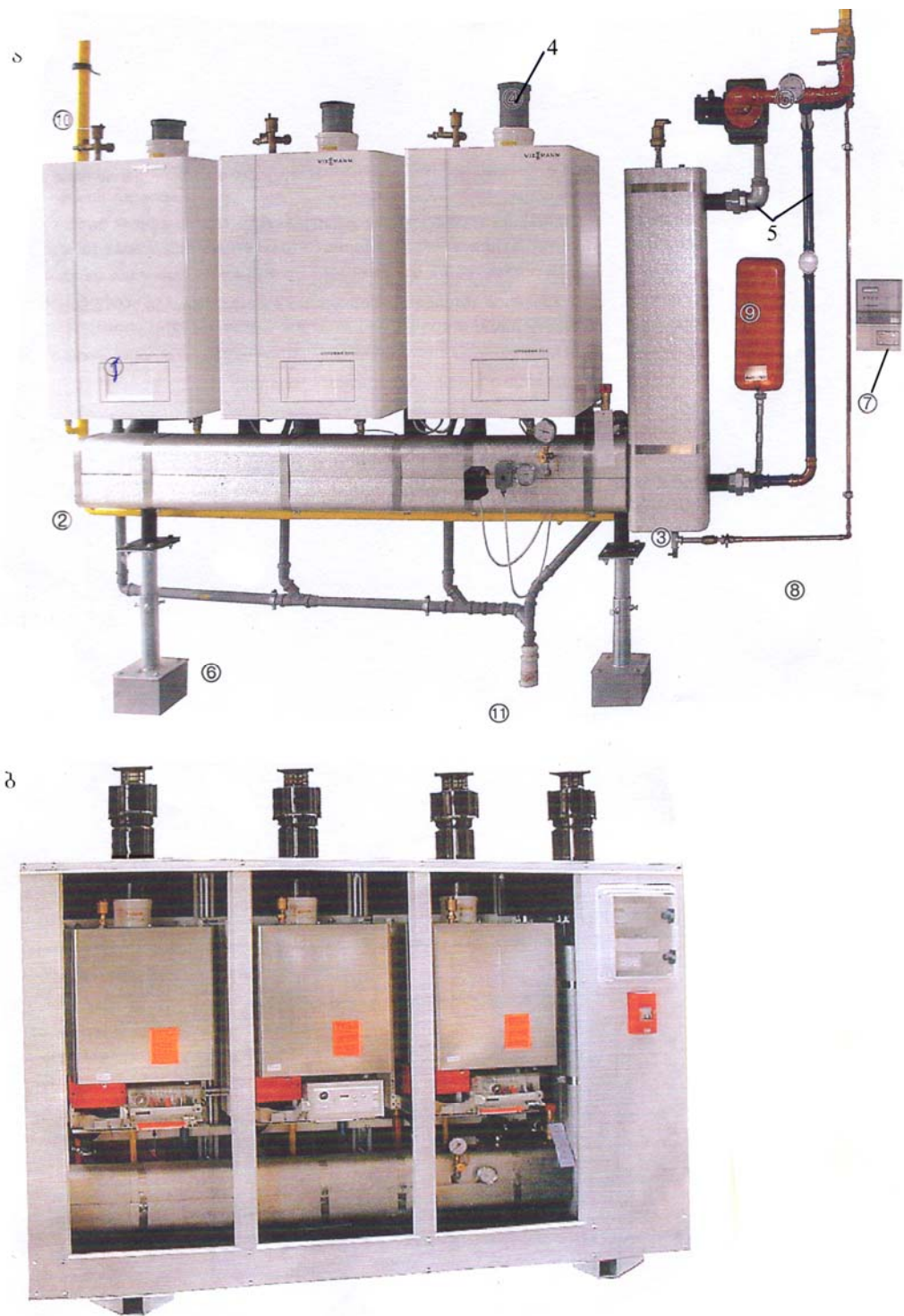
სამრეწველო დანიშნულებით კედლის საკონდენსაციო ქვაბების გამოყენების შემთხვევაში ქვაბებს კასკადებში აერთიანებენ. ამ დროს მათი ჯამური თბური სიმძლავრე შეიძლება 1,6 მვტ-მდე გაიზარდოს.

კასკადური ანუ მოდულური საქვაბე გათბობის სისტემაში მიმდევრობით შეერთებული რამდენიმე ქვაბია პროგრამული მართვით. ასეთი მართვა უზრუნველყოფს კასკადის ყველა ქვაბის თბოგადაცემის მდოვრე რეგულირებას ერთი ქვაბის მინიმალური სიმძლავრიდან საქვაბის საერთო სიმძლავრემდე, რაც საშუალებას გვაძლევს საქვაბის თბოგადაცემის საერთო სიმძლავრე დაახლოებით 2,5%-დან 100%-მდე ვარეგულიროთ, მაშინ, როდესაც ერთი დიდი ქვაბის გამოყენების შემთხვევაში თბოგადაცემის რეგულირება 70 - 100%-ის ფარგლებში შეიძლება. პრაქტიკულად დამტკიცებულია, რომ გათბობის სეზონის უმეტეს (80%

)პერიოდში საქვამე გამოიყენება არა უმეტეს 50% სიმძლავრით, ხოლო გათბობის სეზონში დატვირთვა საშუალოდ 24-45%-ია.

აქედან გამომდინარე, ასეთი არათანაბარი და ხშირად მცირე დატვირთვების დროს ერთი დიდი ქვაბი (ტრადიციული სისტემა) ზედმეტად ხარჯავს ენერგორესურსებს და არაეფექტურად ახდენს სითბური დანახარჯების კომპენსაციას. ამის საპირისპიროდ კასკადური სისტემა მდოვრედ უზრუნველყოფს საქვამის მუშაობას საჭირო სიმძლავრით წლის ნებისმიერ პერიოდში, ეს კი მიიღწევა ერთიმეორეზე რამდენიმე ქვაბის მიმდევრობით მიერთებით. პროგრამული უზრუნველყოფით კასკადური რეგულირებისას ადვილად წყდება ქვაბის და გათბობის სისტემის სიმძლავრის ოპტიმალური თანაფარდობა. აქედან გამომდინარე, გარდამავალ და შედარებით თბილი ზამთრის (რაც დამახასიათებელია საქართველოს კლიმატური პირობებისათვის) პერიოდში საქვამემ შეიძლება იმუშაოს თბოშემცველის დაბალი ტემპერატურით, რაც ბუნებრივია ამცირებს სითბოს უმიზნო დანაკარგს. ამ დროს უმჯობესდება სათავსების ტემპერატურული რეჟიმი, რაც მომხმარებელს უქმნის კომფორტულ გარემოს.

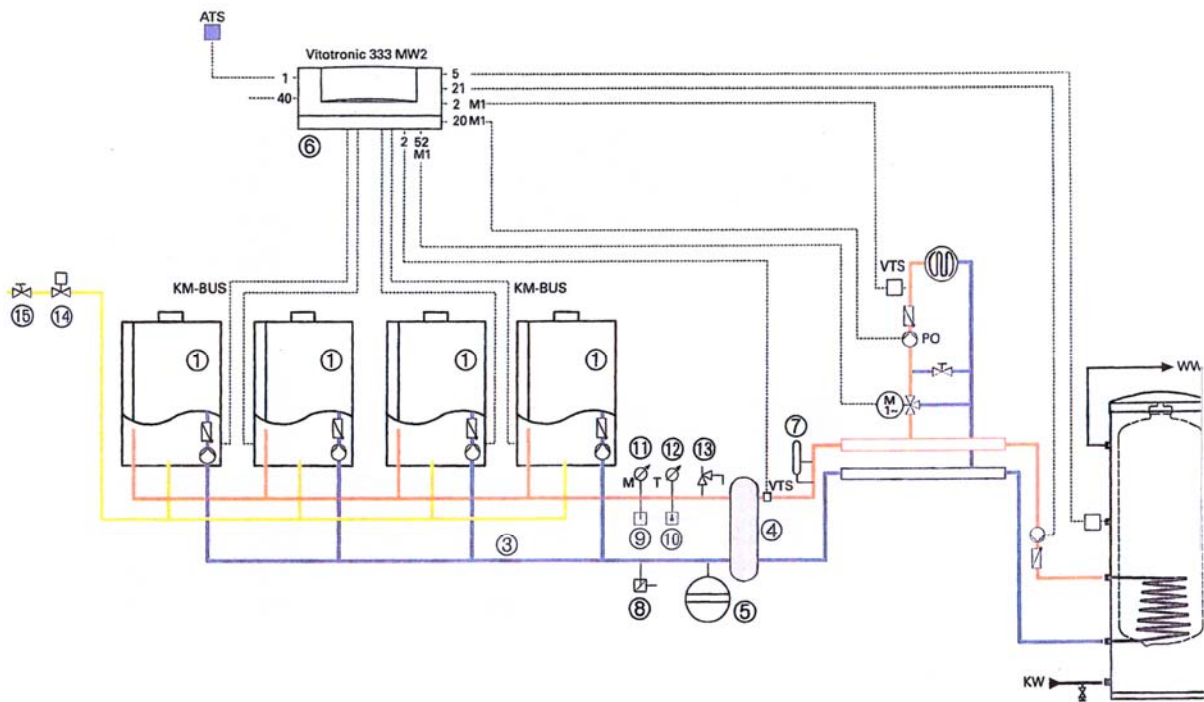
კასკადური ქვაბების საერთო სახე ნაჩვენებია მე-19 ნახ-ზე. როგორც ნახ-დან ჩანს, ეს ქვაბები შეიძლება განლაგდეს როგორც ბგერათიზოლირებულ კონტეინერებში, ასევე მის გარეთ. ბგერათიზოლირებულ კონტეინერში ქვაბების განლაგების შემთხვევაში აუცილებელია გამოყენებულ იქნეს გაზის გაჟონვის მაკონტროლებელი ორი ინდიკატორი: ერთი იდგმება სათავსში, მეორე - ბგერათიზოლირებულ კონტეინერში.



ნახ. 19. კასკადური საქვაბე

ა. განლაგება სათავსში, ბ. განლაგება კონტეინერში: 1.საკონდენსაციო ქვაბი, 2.მიმწოდებელი და უკუსარქველი, 3. თერმოჰიდრავლიკური მანაწილებელი, 4. საკვამლე მილი, 5. მიმწოდებელი და უკუსავარცხელი, 6. ვიბროსადები, 7. კასკადური რეგულატორი, 8. წყალსადენი, 9. მემბრანული საფართოებელი ჭურჭელი, 10. გაზის მიმყვანი, 11. კონდენსატის გაყვანა

მე-20 ნახ-ზე ნაჩვენებია თბომომარაგების ქსელში კასკადური საქვების ჩართვის სქემა.



ნახ. 20. კასკადური საქვების მიერთება თბომომარაგების სისტემასთან

1. საკონდენსაციო ქვაბი, 2. მოცულობითი წყალგამაცხელებელი (ბოილერი), 3. მიმწოდებელი და უკუსავარცხელი, 4. თერმოჰიდრავლიკური მანაწილებელი, 5. მემბრანული საფართოებელი ჭურჭელი, 6. კასკადური რეგულატორი; 7. წყლის დონის შემზღუდველი, 8. მინიმალური წნევის შემზღუდველი, 9. მაქსიმალური წნევის შემზღუდველი, 10. ტემპერატურის რეგულატორი, 11. მანომეტრი (0-3 ბარი), 12. თერმომეტრი (0-120°C), 13. დამცავი სარქველი, 14. გაზის ავტომატური სარქველი, 15. გაზის შემყვანი

კასკადური საქვების მრავალ უპირატესობას შორის (ადგილის და დროის ეკონომია, მონტაჟის სიმარტივე, მოდელირების დიდი დიაპაზონი და სხვ.) ყველაზე მნიშვნელოვანია საქვების განლაგების ვარიანტების სიმრავლე. საქვების მოწყობა შეიძლება პრაქტიკულად ნებისმიერ ადგილზე: სარდაფში, სხვენსა და სპეციალურ მიშენებაში.

კასკადური საქვების სახურავზე განლაგების შემთხვევაში მისი მნიშვნელოვანი უპირატესობაა, იატაკზე განლაგებულ სტაციონარულ ქვაბებთან შედარებით, მცირე წონა და დაყენების ადგილამდე მიტანის სიმარტივე. არ არის აუცილებელი სპეციალური ამწეების გამოყენება მონტაჟის ან დემონტაჟისას, სახურავის მოხსნა მისი შეცვლის დროს. მწყობრიდან გამოსული ნაწილების შეცვლა ხდება ადგილზე ხდება. „ტურბო“ საკვამლე მილის გამოყენების შემთხვევაში მისი გაყვანა ხდება იმავე კედელში, რომელზეც ქვაბი მაგრდება, რაც მნიშვნელოვანად ამცირებს უჟანგავი ფოლადისაგან დამზადებულ ძვირად ღირებულ საკვამლე მილის ფასს.

კასკადურ საქვებებში გამოიყენება ერთ- ან ორსაფეხურიანი სანთურები ალის მოდულაციით. ეს გვადლევს წვის მდოვრე რეგულირების და სიმძლავრის მდოვრე ცვლილებლის შესაძლებლობას.

კასკადური საქვების მოწყობა შეიძლება ნებისმიერი მწარმოებლის მიერ დამზადებული ქვაბებით.

ჰაერის მიწოდება გაზის დასაწვავად

საქვების სათანადო (მათ შორის გაზის) მოწყობილობით აღჭურვა ხდება სამშენებლო ნორმებიდან გამომდინარე.

საჭირო ჰაერის აღება ხდება იმავე სათავსიდან, რომელშიც განლაგებულია ქვაბი, თუ მას გააჩნია ატმოსფეროსთან დამაკავშირებელი ხვრელი (ლიობი) 150 კვ სმ განივკვეთით. 50 კვტ-ზე მეტი ნომინალური სიმძლავრის მქონე ქვაბებისათვის ხვრელის ზომა უნდა გადიდდეს 2 კვ სმ-ით ყოველ კვტ-ზე. საჭირო განივკვეთი შეიძლება გაიყოს მაქსიმუმ ორ ნაწილად, რომელთა ზომები უნდა იყოს აეროდინამიკური მოთხოვნების ეკვივალენტური.

ძირითადი მოთხოვნები შემდეგია:

- არ ჩაიკეტოს ხვრელები და წვისათვის საჭირო ჰაერის მიმწოდებელი სადენები, თუ დამცავი მოწყობილობა ვერ უზრუნველყოფს საცეცხლურის ნორმალურ ექსპლუატაციას.

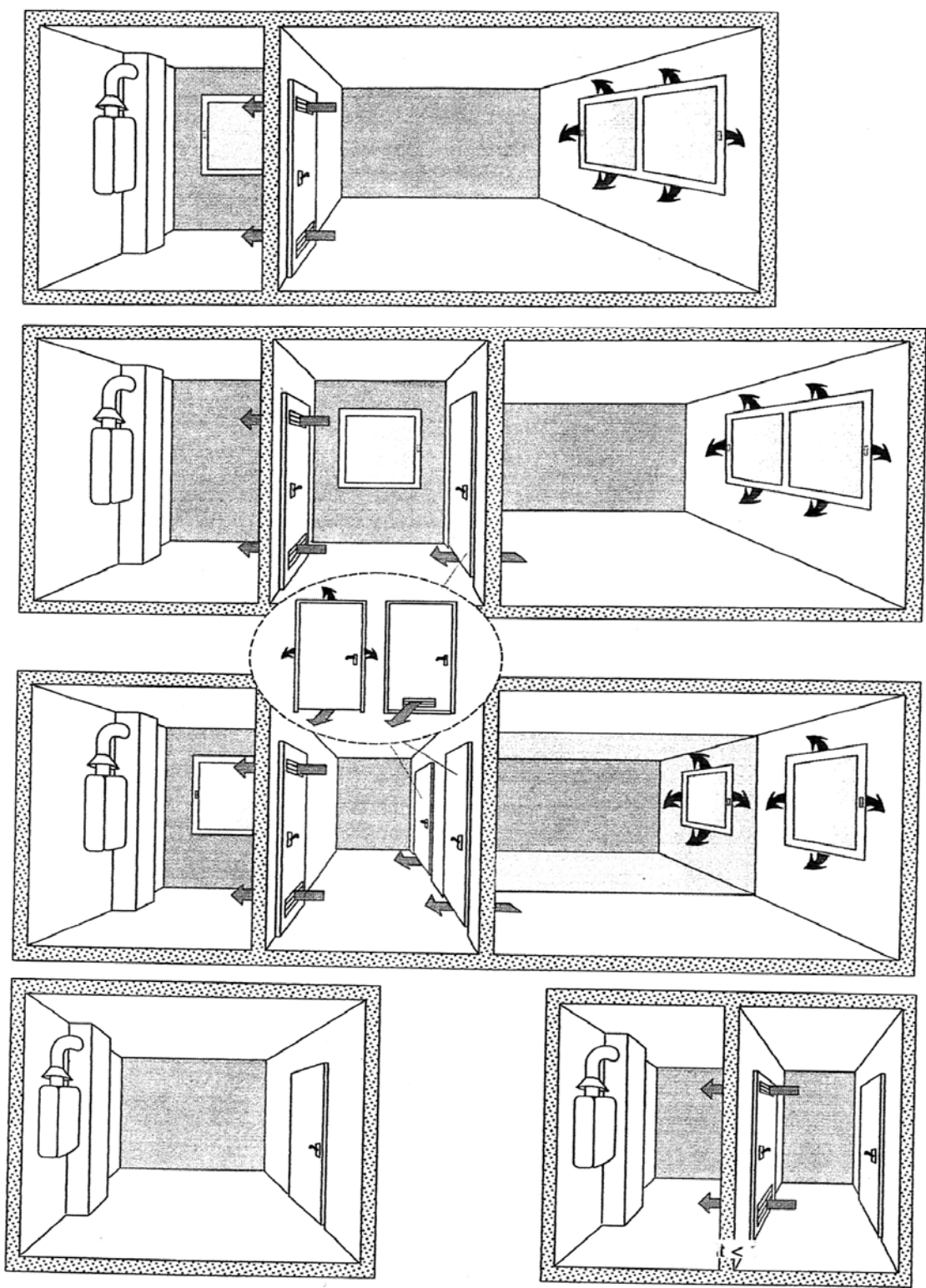
- საჭირო განიკვეთი არ უნდა დავიწროვდეს ჩამკეტის ან გისოსის მეშვეობით.

წვისათვის საჭირო ჰაერით მომარაგება შეიძლება განხორციელდეს სხვა ხერხებითაც.

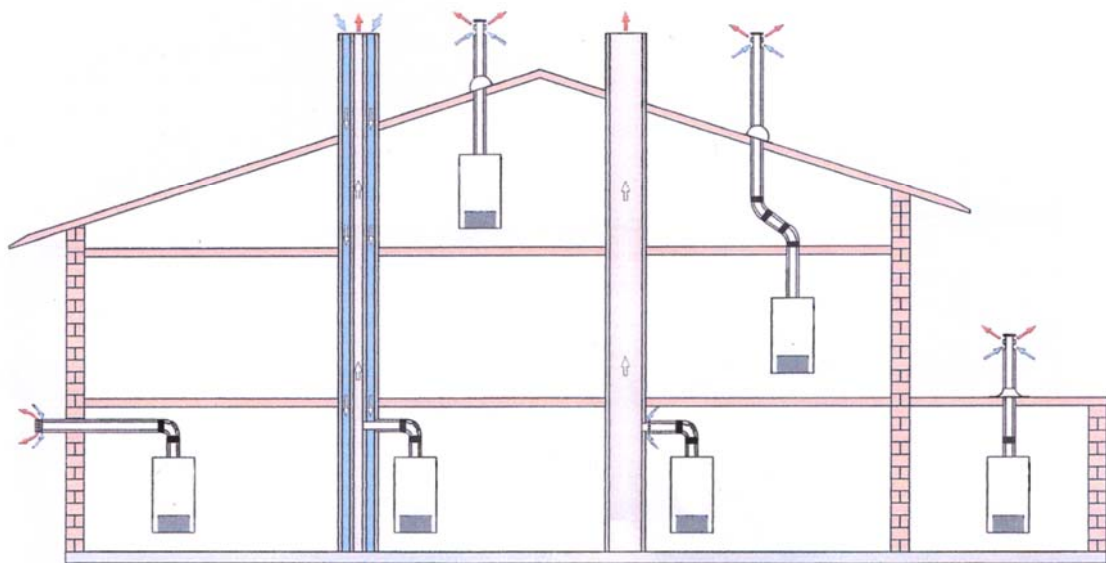
დიდი სიმძლავრის საქვაბების უზრუნველყოფა წვისათვის საჭირო ჰაერით შეთავსებული უნდა იქნეს საქვაბის ვენტილაციის სისტემასთან.

როგორც წინა პარაგრაფებში აღვნიშნეთ, 50 კვტ-ზე ნაკლები სიმძლავრის ქვაბები წვისათვის საჭირო ჰაერს იღებს სათავსიდან ან ორმაგი მილის საშუალებით - გარემოდან. ეს განსაკუთრებით ეხება კედლის ქვაბებს, რომელთა განლაგება ხდება საცხოვრებელ ბინებში ან დაწესებულებებში. ამ დროს უნდა ვიხელმძღვანელოთ ქვემოთ ნახ-ზეზე წარმოდგენილი სქემებით.

21-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ჰაერის მიწოდების სქემები ღია წვის კამერის ქვაბებში, ხოლო 22-ე ნახ-ზე - დახურულკამერიან ქვაბებში.



ნახ. 21. წვისათვის საჭირო ჰაერის მიწოდების სქემები
ლიაკამერიან კედლის ქვაბებში

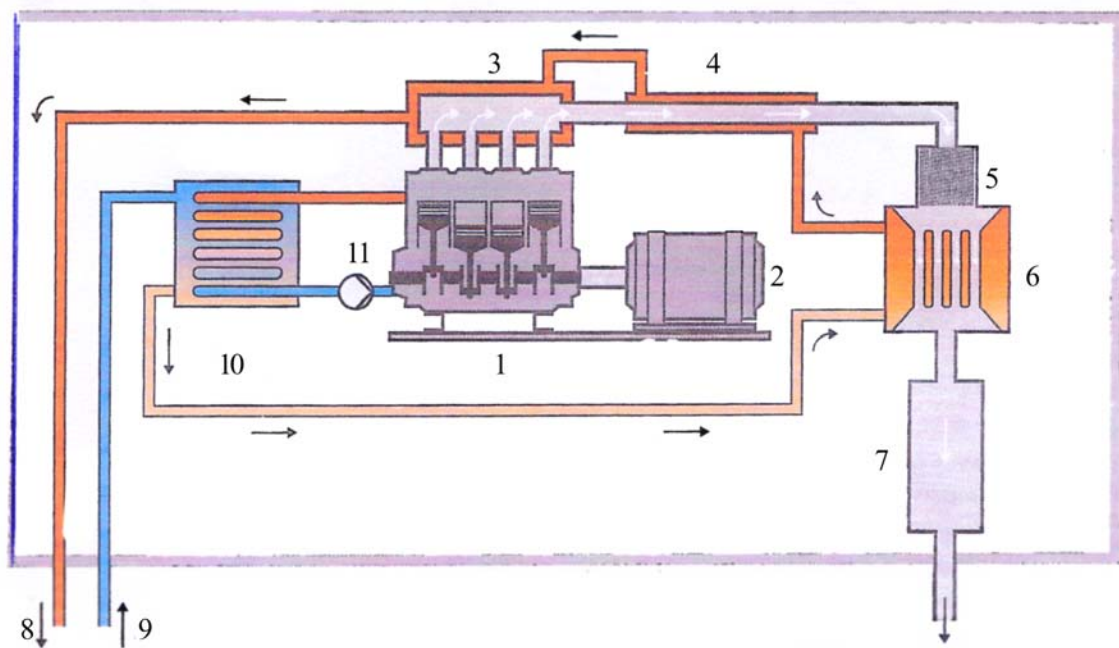


ნახ. 22. წვისთვის საჭირო ჰაერის მიწოდების სქემები დახურულკამერიან კედლის ქვებში

ბლოკური თბოელექტროცენტრალები

თბომომარაგების სფეროში სხვადასხვა სისტემას იყენებენ. მათ შორის ჩვეულებრივი საქვანე ტექნიკა, თბური ტუმბოები, მზის ენერგიის დანადგარები და ბლოკური თბოელექტროცენტრალები. გარემოს დაცვის და თბური ენერგიის ეკონომიის მიზნით სათბობის გამოყენებისას საჭიროა რაციონალური ტექნოლოგიური სქემების გამოყენება, რომელიც გამოირჩევა ერთდროულად ეკონომიურობით და ეკოლოგიურობით. ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი სისტემებიდან მხოლოდ ბლოკური თბოელექტროცენტრალები პასუხობს ორივე მოთხოვნას. ბლოკურ თბოელექტროცენტრალებში ხდება სითბოსა და ელექტროენერგიის ერთდროული გამომუშავება. სითბოსა და ელექტროენერგიის ერთდროულ გამომუშავებას კოგენერაციას უწოდებენ, თვით დანადგარებს - კოგენერაციულს. ეს დანადგარები 23-ე ნახ-ზეა გამოსახული. ჩვეულებრივი საქვანე დანადგარებისაგან განსხვავებით, აღჭურვილია შიგაწვის ძრავებით (მაგალითად, ოტოს ძრავა) და მასთან მიერთებული სინქრონული გენერატორით (2) ელექტროენერგიის

გამოსამუშავებლად. ძრავადან ნამწვი გაზები საკვამლე მილის მეშვეობით გარემოში გაიყვანება. ნამწვი გაზები ძრავადან გარემომდე მოძრაობისა თავს იყრის ნამწვი გაზების კოლექტორში (3), საიდანაც მაცივებელი კვამლსადენით (4) კატალიზატორის (5), თბოგადამცემის (6) გავლით გარემოში გაიყვანება. ამ გზაზე ნამწვი გაზები მაქსიმალურად გადასცემენ სითბოს გათბობის სისტემის თბოშემცველს და უკვე გაცივებული, დაახლოებით 100°C ტემპერატურით, გარემოში გაიყვანება. გათბობის სისტემის თბოშემცველი მიმწოდებელი მილსადენით (8) მიეწოდება გათბობის სისტემას, სადაც იგი სითბოს გადასცემს სათავსებში განლაგებულ სათბობ ხელსაწყოებს და უკუმილსადენით (9) კვლავ ბლოკურ თევს უბრუნდება. უკუმილსადენით დაბრუნებული წყალი განიცდის წინასწარ შეთბობას ფირფიტოვან თბოგადამცემში (10) ძრავას მაცივებელი თბოშემცველის ხარჯზე, რომელიც საცირკულაციო ტუმბოთი (11) მოძრაობს შიგაწვის ძრავას და ფირფიტოვანი თბოგადამცემის შემაერთებელ კონტურში.



ნახ. 23. ბლოკური თევის პრინციპული სქემა

1. გაზის ძრავა, 2. სინქრონული გენერატორი, 3. ნამწვი გაზების კოლექტორი, 4. მაცივებელი კვამლსადენი, 5. კატალიზატორი, 6. თბოგადამცემი, 7. გამავალი გაზების ხმაურჩამხშობი, 8. გათბობის სისტემის მიმწოდებელი მილი, 9. გათბობის სისტემის უკუმილი, 10. ფირფიტოვანი თბოგადამცემი

ბლოკური თეცები ძირითადად ისეთ შენობებში გამოიყენება, სადაც არსებობს სითბოსა და ელექტროენერგიაზე ერთდროული მოთხოვნილება. ასეთი შენობები კი ძალიან ბევრია:

- სამრეწველო დაწესებულებები;
- სასათბურე მეურნეობები;
- საავადმყოფოები, სასტუმროები, სპორტული დარბაზები, საცურაო აუზები;
- კანალიზაციის გამწმენდი ნაგებობები, ნაგავსაყრელები და სხვ.

განსაკუთრებული ჯგუფის შენობებს მიეკუთვნება:

- სპეციალური დანიშნულების ობიექტები (ჯარი, პოლიცია, სახანძრო სამსახური);

- შენობები, რომლებიც მოშორებულია საინჟინრო ქსელებს;
- ადმინისტრაციული შენობები და სხვ.

შიგაწვის ძრავებზე დაფუძნებულ ბლოკ-თეცების სრული მქ კოეფიციენტი (სათბობის პირველადი ქიმიური ენერგიის გარდაქმნა სითბურ და ელექტროენერგიად) 86 - 92%-ია. თუ გამოვიყენებთ საკონდენსაციო ეკონომიზერს (თბოგადამცემს), მქ კოეფიციენტი შეიძლება 91 - 95%-მდე გავზარდოთ.

გაზზე მომუშავე შიგაწვის ძრავებისათვის გაზის შერევა წვისათვის საჭირო ჰაერთან შემრევში (12) ხდება, რომელშიც ჰაერი მიეწოდება საჰაერო ფილტრის (11) გავლით, ხოლო გაზი - გაზის შემყვანიდან. გაზსადენზე შემყვანიდან შემრევამდე მოწყობილია დამცავი გაზმარეგულირებელი მოწყობილობა. გაზის მინიმალური წნევა 25 მბარია, მაქსიმალური - 50 მბარი.

ბლოკ-თეცზე დამცავი გაზმარეგულირებელი პუნქტის სქემა წარმოდგენილია 24-ე ნახ-ზე. ბლოკ-თეცის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის საჭიროა უზრუნველყოთ გაზის მუდმივი ტემპერატურა და წნევა, ამიტომ ეს მოწყობილობა შეიცავს შემდეგ აუცილებელ დეტალებს:

- თერმული დამცავი სარქველი,
- გაზის ფილტრი მანომეტრით,
- გაზის მინიმალური წნევის კონტროლის გადამწოდი,
- 24 ვ ძაბვის გაზის მაგნიტური სარქველი,
- ლამბდარეგულატორის გაზის რეგულირების სარქველი,

- [illegible]

1. ლამბდარეგულატორის სარქველი, 2. ნულოვანი წნევის რეგულატორი, 3. მაგნიტური სარქველი, 4. გაზის მიერთება, 5. გაზის ფილტრი, 6. თერმული დამცველი სარქველი, 7. საპოხი ზეთის დამაბრუნებელი ხაზი, 8. კარტერული კამერის საფუძვინი, 9. ზეთის სეპარატორი, 10. წვისათვის საჭირო ჰაერი, 11. საჰაერო ფილტრი, 12. გაზის შემრევი, 13. გენერატორი, 14. ძრავა, 15. ბრუნვის სიხშირის რეგულატორი, 16. გაცივების კონტროლი, 17. ზეთის მაცივებელი, 18. საპოხი ზეთი, 19. ნამწვი გაზები, 20. ჰაერის გაყვანა

62

პრიორიტეტულია სითბო, მაშინ ელექტროენერგია მეორეული პროდუქტია და უნდა უზრუნველვყოთ ელექტროენერგიის სტაბილური ართმევა.

გათბობის სისტემების მიერ სითბოს მოხმარება როგორც დღე-ღამის, ასევე სეზონის განმავლობაში არამუდმივია, ამიტომ პიკური სითბური დატვირთვების მოსახსნელად მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნეს გათბობის ქვაბი. ქვაბების რაოდენობა და მათი სითბური სიმძლავრე პროექტის შედგენისას განისაზღვრება.

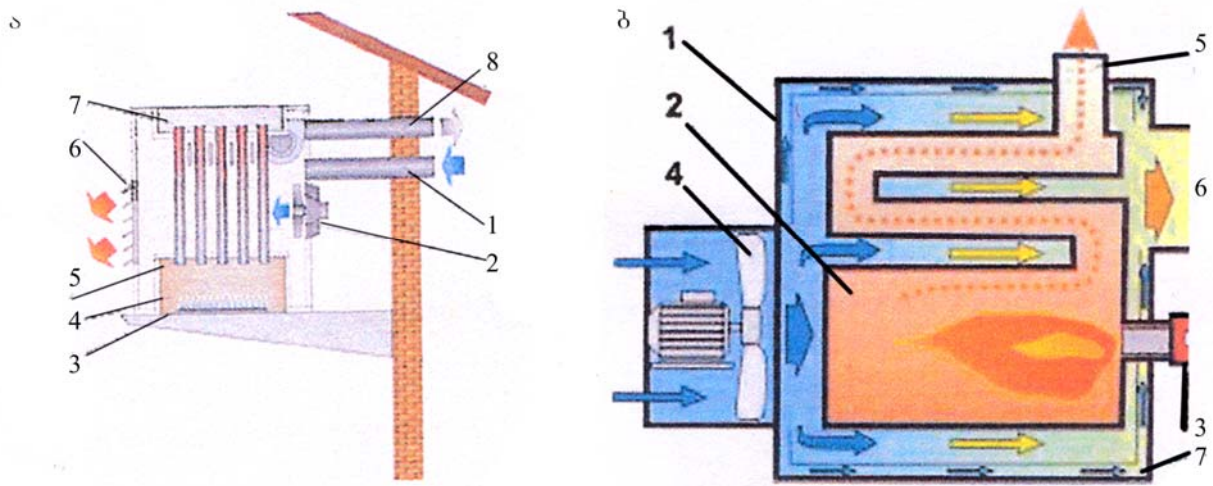
ბლოკ-თეცის შიგაწვის ძრავასათვის საჭირო ჰაერის რაოდენობა განისაზღვრება ისე, როგორც საქვებისათვის და მისი მიწოდება ვენტილაციის სისტემის შერჩევისას გაითვალისწინება.

გაზის ჰაერსათბობები (ჰაერსახურებლები)

ზემოთ განხილული ყველა დანადგარი: ბლოკ-თეცი, ქვაბები(ფოლადის, თუჯის, დასადგმელი, კედლის და სხვა) განკუთვნილია ცენტრალური წყლით გათბობის სისტემებისათვის, სადაც თბოშემცველი წყალია.

ჰაერით გათბობის სისტემებში თბოშემცველს წარმოადგენს ჰაერი, ხოლო მოწყობილობას, რომელშიც ჰაერი თბება ჰაერსათბობი ან ჰაერსახურებელი ეწოდება. ჰაერის გათბობა ამ ტიპის ხელსაწყოებში ხდება გაზის წვის შედეგად გამოყოფილი სითბოს ხარჯზე. გაზის ჰაერსათბობს გაზის თბოგენერატორებსაც უწოდებენ. ჰაერსათბობები მრავალი სახის და კონსტრუქციისაა. სიმძლავრის მიხედვით თბოგენერატორები არის დაბალი მწარმოებლურობის - 2 -10 კვტ, რომელიც ძირითადად გამოიყენება საცხოვრებელ სახლებსა და მცირე ზომის საზოგადოებრივი დანიშნულების სათავსებში (ოფისები, სასტუმროები და ა.შ.) და მაღალი სიმძლავრის - 1000 და მეტი კვტ-მდე. ისინი გამოიყენება სხვადასხვა სახის საზოგადოებრივი და სამრეწველო დანიშნულების შენობებში. ჰაერსათბობები არის სტაციონარული და გადასადგილებელი. სტაციონარული ჰაერსათბობი, თავის მხრივ, შეიძლება იყოს იატაკზე დასადგმელი ან დასაკიდებელი, რომელიც მაგრდება კედელზე ან გადახურვის ქვეშ. 25-ე ნახ-ზე წარმოდგენილია კედელზე დასამაგრებელი გაზის თბოგენერატორის პრინციპული სქემა. ეს თბოგენერატორი ავტონომიური სითბოს წყაროა და გამოიყენება შენობის ჰაერით გათბობის მიზნით.

ასეთი გენერატორების გამოყენებისას საჭირო აღარ არის ძვირად ღირებული საქვების და თბოტრასის მოწყობა. 25, ბ ნახ-ზე სანთურის (3) მეშვეობით გაზ-ჰაერის ნარევი მიეწოდება წვის კამერას, რომელიც თბოგადამცემია (2). ვენტილატორით (4) თბოშემცველი (ჰაერი) მიეწოდება თბოგადამცემის მაცივებელ კონტურს (7). გამავალი ნამწვი გაზების ხარჯზე ჰაერი თბება და ცხელი ჰაერის მიმწოდებელი მილყელით (6) მიეწოდება გასათბობ სათავსს. ნამწვი გაზები კვამლგამყვანი მილყელით (5) მიეწოდება საკვამლე მილს. თუ გასათბობი ჰაერი აღებულია სათავსიდან, მაშინ სისტემა იქნება სრული რეცირკულაციით, თუ გარემოდან, მაშინ სისტემა იქნება წინდენითი.



ნახ. 25. კედლის ჰაერსათბობის პრინციპული სქემა

ა. ატმოსფერული წნევის სანთურით: 1. წვისათვის საჭირო ჰაერის მიწოდება, 2. ღერძული ვენტილატორი, 3. ატმოსფერული სანთურა, 4. წვის კამერა, 5. თბოგადამცემი, 6. გაცხელებული ჰაერის გამოსვლა, 7. ნამწვი გაზების შემკრები, 8. ნამწვი გაზების გამყვანი.

ბ. შემბერი სანთურით: 1. კორპუსი, 2. თბოგადამცემი, 3. გაზის შემბერი სანთურა, 4. ვენტილატორი, 5. ნამწვი გაზების გამყვანი მილი, 6. ცხელი ჰაერის მიმწოდებელი მილი, 7. გაცივების კონტური

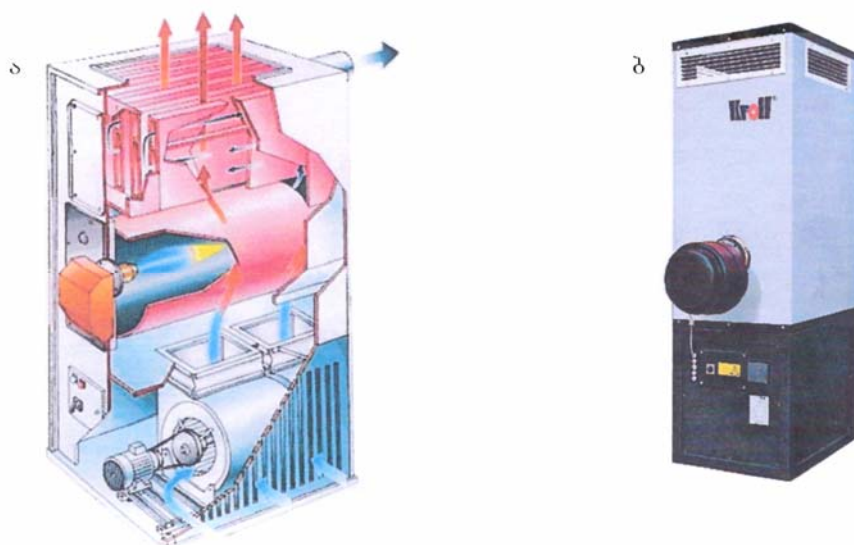
ჰაერი შეიძლება აღებულ იქნეს ნაწილობრივ სათავსიდან, ნაწილობრივ - გარემოდან. ჰაერსათბობი შეიძლება მიუერთდეს ჰაერმანაწილებელ ქსელს, რომელიც დიდ მანძილზე (რამდენიმე სათავსში) გაანაწილებს ჰაერს. ასეთი ჰაერსათბობების მქ კოეფიციენტი 90%-ია. არის შემთხვევები, როდესაც ერთი

ჰაერსათბობი არასაკმარისია. ასეთ დროს შეიძლება დაიდგას ორი ან მეტი ჰაერსათბობი. ორი ან მეტი ჰაერსათბობის გამოყენებით წყდება მნიშვნელოვანი პრობლემა-უზრუნველყოფილი ხდება გათბობის პრობლემა.

იატაკზე დასადგმელი ჰაერსათბობის მუშაობის პრინციპი იგივეა, რაც ზემოთ აღწერილი კედლის ჰაერსათბობისა. იატაკზე დასადგმელი სტაციონარული ჰაერსათბობის გარეგანი სახე და სქემატური ჭრილი ნაჩვენებია 26-ე ნახ-ზე. ჰაერსათბობი გარედან დაფარულია ბგერათსაიზოლაციო პანელებით.

მაღალი ხარისხის ჰაერსათბობების გაზის წვის კამერა და თბოგადამცემი დამზადებულია უჟანგავი ფოლადისაგან, ხოლო კორპუსი - ალუმინის პროფილით და უჟანგავი ფოლადით. ჰაერსათბობზე შეიძლება დაყენებულ იქნეს ნებისმიერი მწარმოებლის მიერ გამოშვებული სანთურა.

წვისათვის საჭირო ჰაერის რაოდენობა გამოითვლება ისევე, როგორც ქვაბებისათვის. ამ ჰაერის რაოდენობა გაითვალისწინებული უნდა იქნეს სათავსის ვენტილაციის ნაწილში. გაზის ჰაერსათბობი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს აგრეთვე ცენტრალურ კონდიციონერში, ზამთარში მისაწოდებელი ჰაერის გასათბობად. ამ შემთხვევაში ცენტრალურ კონდიციონერში საჭირო აღარ არის წყლის კალორიფერის დაყენება და თბომომარაგების სისტემის სათანადოდ მოწყობა. რა თქმა უნდა, გათბობის და ჰაერის კონდიცირების მიზნით საქვების მოწყობა თავისთავად აზრს კარგავს.



ნახ. 26. იატაკზე დასადგმელი ჰაერსათბობი შემბერი სანთურით

ა. სქემატური ჭრილი, ბ. საერთო ხედი

გაზის კონვექტორები

გაზის კონვექტორები ძირითადად გამოიყენება საცხოვრებელი და ტექნიკური სათავსებისათვის. მათ გაზის რადიატორსაც უწოდებენ. გაზის კონვექტორს აქვს დახურული (ჰერმეტიული) ან ღია წვის კამერა, მზადდება როგორც თუჯის, ასევე ფოლადისაგან.

დახურული წვისკამერიანი გაზის კონვექტორები აღჭურვილია ჰერმეტიული თბოგადამცემებით. ასეთ კონვექტორებს წვისათვის საჭირო ჰაერი მიეწოდება გარემოდან, წვის პროდუქტები კი გარემოში გაიყვანება. ასეთი ტიპის კონვექტორებში წვისათვის საჭირო ჰაერის მიწოდება და ნამწვი პროდუქტების გაყვანა ხორციელდება კოაქსიალური (მილი მილში) საკვამლე მილის მეშვეობით, რის გამოც საჭირო აღარ არის სათავსის ვენტილაციის მოწყობა სპეციალურად კონვექტორისათვის.

ღია წვისკამერიან კონვექტორს წვისათვის საჭირო ჰაერი მიეწოდება იმ სათავსიდან, რომელშიც განლაგებულია კონვექტორი. ამ შემთხვევაში კონვექტორის უსაფრთხო მუშაობისათვის საჭიროა მიმწოდ-გამწოვი ვენტილაციის მოწყობა. ნამწვი პროდუქტების გაყვანა ხდება საკვამლე მილის მეშვეობით. ღია წვისკამერიანი კონვექტორების გამოყენებისას გაზის კონვექტორის ნორმალური მუშაობისათვის საჭიროა მხოლოდ მისი მიერთება გაზსადენთან (ბუნებრივი გაზის შემთხვევაში) ან გაზის ბალონთან თხევადი გაზის (პროპან - ბუტანი) შემთხვევაში.

გაზის კონვექტორები აღჭურვილია ავტომატიკის ბლოკით, რომელიც ავტომატურად უზრუნველყოფს $+10$ -დან $+38^{\circ}$ - მდე ტემპერატურას. სათანადო ტემპერატურის მიღწევის შემთხვევაში ავტომატიკა გამორთავს გაზს კონვექტორის ძირითად სანთურაზე და მიწოდებას აღადგენს სათავსის ტემპერატურის 3°C -ით დაწევის შემთხვევაში. გაზი ავტომატურად მიეწოდება თბოგადამცემში არსებულ კონვექტორის ძირითად სანთურას. თბოგადამცემში არ მოძრაობს არც წყალი, არც ანტიფრიზი. სანთურა თბოგადამცემის კორპუსს შიგნიდან ათბობს, ხოლო თბოგადამცემის გარე ზედაპირიდან სათავსის ჰაერს სითბო ბუნებრივი კონვექციით გადაეცემა. შესაძლებელია კონვექტორში სპეციალური ვენტილატორის მოწყობა, რაც თბოგადამცემიდან სათავსის ჰაერზე სითბოს გადატანის პროცესს

აძლიერებს. გაზის კონვექტორები ძირითადად აღჭურვილია ატმოსფერული წვის საწვავით, რომლებიც კონვექტორის ქვედა ნაწილშია მოთავსებული.

არსებობს ენერგოდამოკიდებული და ენერგოდამოუკიდებელი გაზის კონვექტორები.

ენერგოდამოუკიდებელი კონვექტორები ძირითადად გამოიყენება ისეთ რეგიონებში, სადაც არ არის ელექტრომომარაგება ან დენის მიწოდება ხდება პერიოდულად, წყვეტილი გრაფიკით.

ენერგოდამოკიდებული კონვექტორები უფრო იშვიათად გამოიყენება, რადგან ისინი არ მუშაობს ელექტოენერგიის გარეშე. დენი აუცილებელია ძირითადი საწვავის ჩასართავად. ასეთი კონვექტორი ხარჯავს 25%-ით ნაკლებ გაზს, ვიდრე ენერგოდამოუკიდებელი კონვექტორი.

ზოგიერთ ელექტროდამოკიდებულ კონვექტორში დამატებით მოწყობილია ვენტილატორი და ჩართვა-გამორთვის ტაიმერი.

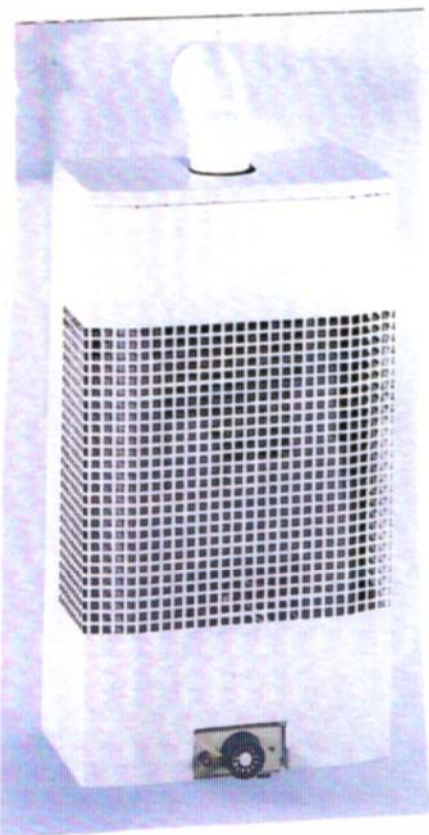
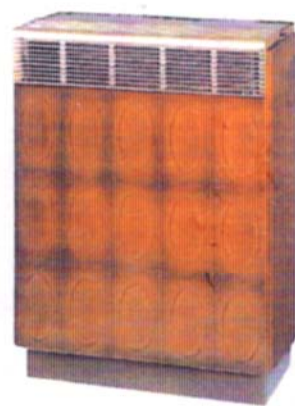
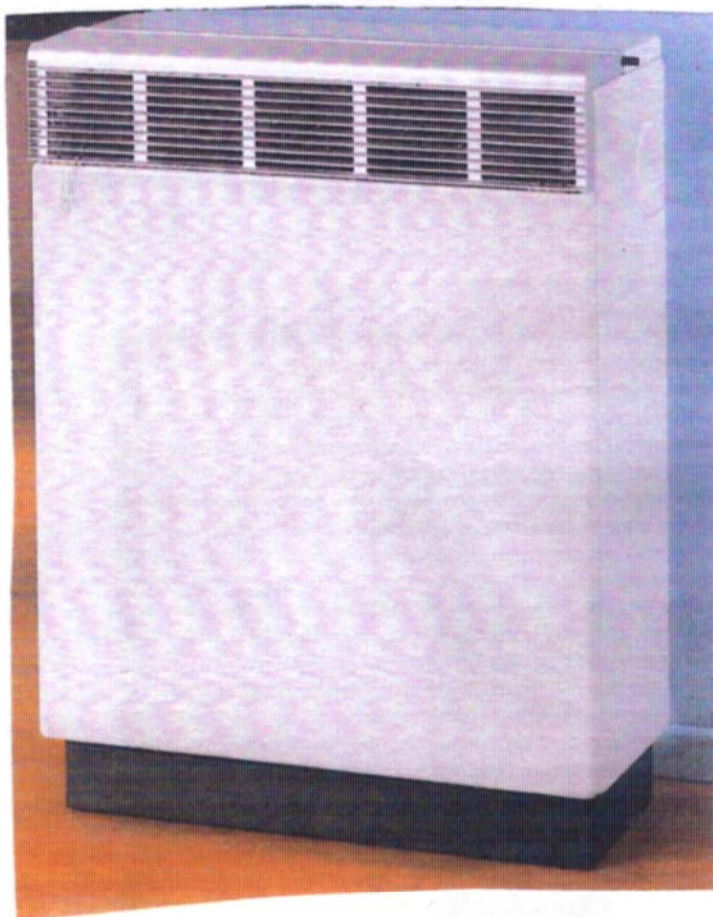
გაზის კონვექტორები განლაგებულია გასათბობ სათავსებში და მათი მქოეფიციენტი 90% და მეტია.

გაზის კონვექტორები სტაბილურად მუშაობს გარე ჰაერის ძალიან დაბალი ტემპერატურის (-50°C) დროსაც კი. გაზის კონვექტორების საექსპლუატაციო ვადა 20 წლამდეა.

გაზის კონვექტორები მრავალი სახის მზადდება. გაზის კონვექტორების სახეები ნაჩვენებია 27-ე ნახ-ზე.

გაზის კონვექტორები მუშაობს უხმაუროდ და უზრუნველყოფს სათავსში სითბოს თანაბარ განაწილებას.

გაზის კონვექტორი შეიძლება იყოს იატაკზე დასადგმელი ან კედელზე დასაკიდებელი. 28-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია დახურულკამერიანი კონვექტორის დაყენების სამონტაჟო სქემები. წვისათვის საჭირო ჰაერის მიწოდება და ნაწივი გაზების გაყვანა კოაქსიალური საკვამლე მილით ხორციელდება.



ნახ. 27. გაზის კონვექტორები



ნახ. 29. გაზის თბოტევადი ღუმელები

გაზის გამოსხივებლები

ინფრაწითელი გათბობა (სხივური გათბობა) დაფუძნებულია სითბური გამოსხივების პრინციპზე. სითბური გამოსხივება არის სითბოს გადატანის პროცესი მაღალი ტემპერატურის მქონე სხეულიდან დაბალი ტემპერატურის სხეულზე. გადატანილი სითბოს რაოდენობა დამოკიდებულია სხეულების ფიზიკურ თვისებებზე, მათ ურთიერთგანლაგებაზე, ზედაპირების ტემპერატურაზე და ა.შ. ერთი სხეულიდან მეორეზე გამოსხივებით სითბოს გადაცემის კარგი მაგალითია მზე და დედამიწა. მზის მიერ გამოსხივებული სითბო გაივლის კოსმოსურ ვაკუუმს და ატმოსფეროს, აღწევს დედამიწამდე და ათბობს მას გამოსხივებით. გაცხელებული სხეული ასხივებს სითბურ ენერგიას ელექტრომაგნიტური ტალღების ინფრაწითელ დიაპაზონში, რის გამოც მისი ტემპერატურა მცირდება, ხოლო სხეულის ტემპერატურა, რომელზეც გამოსხივება მოქმედებს, მატულობს.

ინფრაწითელი გათბობა ხორციელდება ინფრაწითელი გამომსხივებლებით. გამომსხივებელი ახდენს თბური სხივების გენერირებას, სივრცეში მათ ფორმირებას და შემდეგ სხივების გაგზავნას გათბობის ზონაში. ეს სხივები ეცემა იატაკზე, კედლებზე, ტექნოლოგიურ მოწყობილობაზე, ადამიანის სხეულზე. ეს ზედაპირები სხივებს შთანთქმავს და თბება. გამოსხივებული ნაკადი შთაინთქმება ზედაპირების, ადამიანის ტანსაცმლის და კანის მიერ, კომფორტულ გარემოს ქმნის, გარემო ჰაერის ტემპერატურის გარეშე. ჰაერი, რომელიც ინფრაწითელი გამოსხივებისათვის პრაქტიკულად გამჭვირვალეა, თბება „მეორეული სითბოს“ ხარჯზე ანუ გამოსხივებით გამთბარი სხეულების მიერ კონვექციით გაცემული სითბოს ხარჯზე.

ცნობილია, რომ ინფრაწითელი გათბობის გამოყენება ადამიანზე სასიამოვნოდ მოქმედებს. ამ დროს ადამიანი სითბოს უმეტეს რაოდენობას გასცემს კონვექციით, რაც დადებითად მოქმედებს მის განწყობაზე. ტრადიციულ კონვექციურ გათბობის სისტემებში ჰაერის ტემპერატურა ოთახის ჭერთან გაცილებით მეტია, ვიდრე იატაკთან. ეს იწვევს სათავსის სიმაღლის მიხედვით ტემპერატურის არათანაბარ განაწილებას და თბოდანაკარგების გაზრდას ჭერის მიმდებარე ზონიდან. ეს გარემოება გვאיძულებს გავზარდოთ გათბობის სისტემის თბური სიმძლავრე სათავსის სიმაღლის მიხედვით.

სხივური გათბობის სისტემებში ამ დამატებითი თბური სიმძლავრის გათვალისწინება საჭირო აღარ არის, რადგან თბური ნაკადი მიმართულია ქვემოთ, გასათბობი ზედაპირებისკენ და არა ჰაერისკენ. ჭერს ქვემოთ გამთბარი ჰაერის დაგროვება არ ხდება, რის გამოც ჭერიდან თბოდანაკარგები მცირდება და უფრო კომფორტული გარემო იქმნება. გარდა ამისა, შესაძლებელი ხდება სათავსის ჰაერის ტემპერატურის შემცირება საანგარიშოზე დაბლა. სხივური გათბობის სისტემაში საჭირო არ არის თბოშემცველის გამოყენება, აქ გათბობა პირდაპირი გზით ხდება. გაზით სხივური გათბობის სისტემებში თბოშემცველი (ჩვენ შემთხვევაში გაზი) იწვის უშუალოდ მისი გამოყენების ზონაში, რაც ამცირებს სითბოს წყაროდან გარკვეულ მანძილზე თბოდანაკარგებს.

ინფრაწითელი გათბობის სისტემების უპირატესობები:

- ჰაერის ტემპერატურა უფრო დაბალია, რაც განპირობებულია სათავსში ზედაპირების და არა სათავსის ჰაერის გათბობით.

- გამორიცხულია სათავსში ჰაერის და, შესაბამისად, მტვრის ცირკულაცია, რომელიც გამოიყოფა ტექნოლოგიური პროცესის მიმდინარეობის შედეგად. ამით უმჯობესდება სათავსის კომფორტულობის პირობები.

- სითბო ძირითადად მიმართულია სათავსის ქვედა ზონისკენ, ამიტომ სათავსში ყველაზე მაღალი ტემპერატურა აქვს იატაკს და ტექნოლოგიურ დანადგარებს, ამიტომ სხივური სისტემები გამოიყენება დიდი სიმაღლის სათავსში.

- სხივური სისტემების მუშა რეჟიმზე გასვლა უფრო ჩქარა ხდება, ვიდრე ტრადიციული კონვექციური გათბობისას, რის გამოც ამ სისტემების საექსპლუატაციო ხარჯები გაცილებით მცირეა.

- ზედაპირების და არა ჰაერის მოცულობის გათბობით შესაძლებელი ხდება სათავსის ცალკეული ფართობების ან ზონების გათბობის ისე მოწყობა, რომ არ გავატოთ სათავსის მთელი მოცულობა და უზრუნველვყოთ სხვადასხვა ზონაში სხვადასხვა ტემპერატურა, რაც კონვექციური გათბობის სისტემებში გამორიცხულია.

- არ არის საჭირო საქვების და თბოტრასის მოწყობა.

- თბოდანაკარგები დაყვანილია მინიმუმამდე.

- გამორიცხულია გათბობის სისტემების გაყინვა.

- სათავსის გათბობა ხდება სწრაფად, 15 - 30 წთ-ში.

გათბობის სისტემები ინფრაწითელი გამომსხივებლებით გამოიყენება სამრეწველო შენობებში, სახელოსნოებში, საწყობებში, გარაჟებში, მაყურებელთა და სპორტულ დარბაზებში, სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების შენობებში, მრავალფუნქციურ შენობებში: ვესტიბიულები, მოსაცდელი დარბაზები, ეკლესია-მონასტრები. ინფრაწითელი გათბობისათვის გამოიყენება ბუნებრივი გაზი, პროპან-ბუტანის ნარევი, გათხევადებული ბუნებრივი გაზი, თხევადი დიზელის სათბობი და ელექტროენერგია.

გაზის ინფრაწითელი გამომსხივებლები ტემპერატურის მიხედვით შემდეგ ჯგუფებად იყოფა:

- „ნათელი“ მაღალტემპერატურული (გამომსხივებელი ზედაპირის ტემპერატურა მეტია 1000°C -ზე);

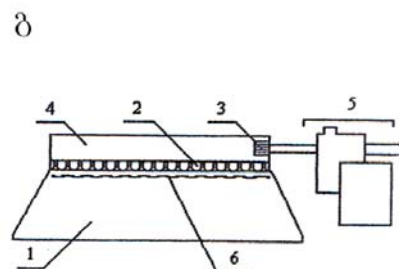
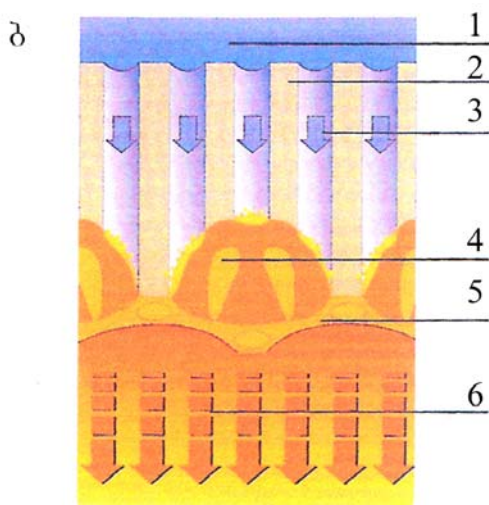
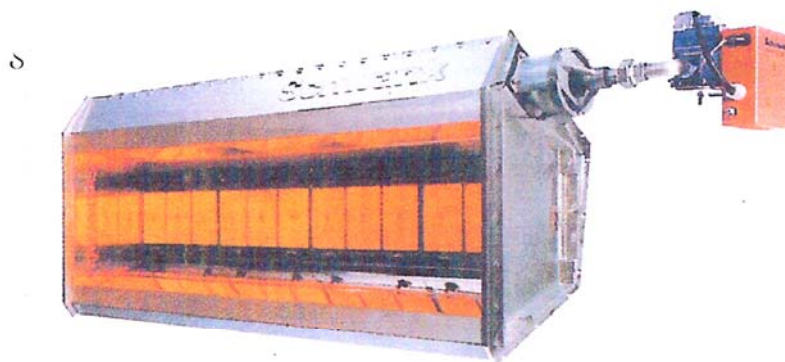
- „ნათელი“ საშუალო ტემპერატურული (800-1000°C);

- დაბალტემპერატურული კატალიზური (600-800 °C);
- „მუქი“ ან „ბნელი“ გამომსხივებლები (400-600°C);
- „ქვემუქი“ გამომსხივებლები (200-400°C).

ბუნებაში ყველაზე კარგი გამთბობი არის მზე ან მზის სითბო. ინფრაწითელი გამომსხივებლის სითბო იძლევა ისეთივე შეგრძნებას, როგორსაც მზის სითბო. ეს გამომსხივებელი იძლევა მზის სპექტრის გრძელტალღიან სითბურ გამოსხივებას. ეს თბური სხივები ათბობს იატაკს, ჭერს, დანადგარებს და სხვა საგნებს და აკუმულირდება მათში. ანუ, სხვა სიტყვებით, იმისათვის, რომ სათავსში მივიღოთ კომფორტული ტემპერატურა, სულაც არ არის საჭირო სათავსის ჰაერის გათბობა.

გაზის ინფრაწითელი გამომსხივებლის ძირითადი ელემენტია კერამიკული ფირფიტა. გაზი იწვის ფირფიტის შიგნით და მას 1000°C-მდე აცხელებს. ამ დროს ეს ფირფიტა ინფრაწითელი სხივების წყარო ხდება. ინფრაწითელი გამოსხივების სითბო ზედაპირებს გადაეცემა მზის სხივების ანალოგიურად. ფირფიტის თბოსაიზოლაციო თვისებები ისეთია, რომ სულ რაღაც 12 მმ სისქის ფირფიტის შემთხვევაში, როდესაც მისი გამომსხივებელი ზედაპირის ტემპერატურა 800°C-ზე მეტია, უკანა მხარეს ტემპერატურა 100 °C-ს არ აღემატება. ეს მიიღწევა კერამიკული ფირფიტის სპეციალური კონსტრუქციით და თვით ფოროვანი კერამიკის მაღალი თბოსაიზოლაციო თვისებებით.

30-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია გაზის ინფრაწითელი გამომსხივებლის მოქმედების პრინციპული სქემა.



ნახ. 30. გაზის ნათელი ინფრაწითელი გამომსხივებელი

ა.საერთო ხედი; ბ. მოქმედების პრინციპი: 1. შემკრები კამერა, 2. ფოროვანი კერამიკა (100°C), 3. მოდინებული ნაკადი, 4. წვის კამერა, 5. გამომსხივებელი ზედაპირი (900°C), 6. ინფრაწითელი სხივები;

გ. პრინციპული სქემა: 1. რეფლექტორი, 2. კერამიკული პერფორირებული ფირფიტა, (ნაცმი), 3. სანთურა ინჟექციური შემრევით, 4. მანაწილებელი ყუთი, 5. მართვის ბლოკი, წნევის რეგულატორი და ავტომატიკა, 6. მასტაბილიზებული ბადე

გაზი, გამოდის რა საქშენიდან (3), ახდენს ატმოსფეროდან ჰაერის ინჟექციას (ატმოსფერული სანთურა). ინჟექციური შემრევი ისეა შერჩეული, რომ, გაზის მოცემული წნევის დროს, საქშენის წინ პირველადი ჰაერის რაოდენობა იყოს თეორიულად საჭირო ჰაერის $1,02 \pm 1,05$ -ის ტოლი, რაც უზრუნველყოფს გაზის სრულ წვას. ინჟექტორში წარმოქმნილი გაზ-ჰაერის ნარევი შედის მანაწილებელ

ყუთში (4), შემდეგ გადადის ნაცმში (2). კერამიკული პერფორირებული საცეცხლე ნაცმები ფირფიტებია მრავალი გამჭოლი ცილინდრული ან კონუსური ხვრელით. მასალის მცირე თბოგამტარობა ($0,7 \text{ ვტ/მ}^2 \text{ }^{\circ}\text{K}$) უზრუნველყოფს ზურგის ზედაპირის საკმაოდ დაბალ ტემპერატურას, რაც ეწინააღმდეგება ახალი ნარევის ნაადრევად ანთებას. საწყის პერიოდში წვა მიმდინარეობს ზედაპირთან მცირე სისქის (1-1,5 მმ) ზონაში, შემდეგ ალი შედის არხის შესართავში, რის გამოც გამომსხივებელი ზედაპირი $1070 - 1270^{\circ}\text{C}$ -მდე ცხელდება. ნაცმი ცხელდება სიღრმეში და გაზ-ჰაერის ნარევის აცხელებს. გამომსხივებელი ნაცმის ზედაპირი ხდება თბური (ინფრაწითელი) გამოსხივების ძლიერი წყარო. ნაცმის კონსტრუქციისა და ტემპერატურის მიხედვით გამოსხივებით გაცემული სითბოს რაოდენობა სანთურის თბური დატვირთვის 40 - 60% შეადგენს. გამომსხივებელი პანელის ზედაპირიდან 10 მმ-ზე აყენებენ ფოლადის ქრომნიკელიან მასტაბილიზებელ ბადეს. ეს ბადე აგრეთვე ახდენს გაზის წვის პროცესის ინტენსიფიცირებას და იწვევს კერამიკის ცეცხლოვანი ზედაპირის ტემპერატურის გათანაბრებას, მისი $50 - 100^{\circ}\text{C}$ -ით გაზრდით.

გამომსხივებელს აქვს უსაფრთხოების ავტომატიკის ბლოკი, რომელიც უზრუნველყოფს: ა) გამომსხივებლის ნაცმზე გაზის წვას არა უმეტეს 10 წმ-ისა; ბ) ავტომატიკის და წვის კონტროლის ჩართვას არა უმეტეს 1 წმ-ისა; გ) გაზის სარქველის გადაკეტვას გაზის მიწოდების შეწყვეტისას არა უმეტეს 1 წმ-ისა.

გაზის წვის პროდუქტები შედგება აზოტის, ნახშირორჟანგის, წყლის ორთქლისა და მცირე რაოდენობით ჟანგბადისაგან, ე.ი. ეს ნარევი სავსებით გამჭვირვალეა თბური ტალღებისათვის. CO_2 -ის უმნიშვნელო ($0,003\%$ -ზე ნაკლები) რაოდენობის გამო, შესაძლებელია გაზის ინფრაწითელი გამომსხივებელი დავაყენოთ უშუალოდ გასათბობ სათავსში. ნამწვი პროდუქტები გაიყვანება ორჯერადი ბუნებრივი გაწოვით ატმოსფეროში.

მუქი ინფრაწითელი გამომსხივებლების თბოგადამცემი ზედაპირი არის მილი, რომლის შიგნით მოძრაობს გაზის წვის ნამწვი პროდუქტები. ამ მილებს, როგორც წესი, აქვს სპეციალური თერმული დაფარვა დაჟანგული (ოქსიდირებული) ალუმინით, რომელიც უზრუნველყოფს როგორც გამომსხივებელი ზედაპირის მაღალი სიშავის ხარისხის, ასევე კოროზიისგან

დაცვას. ცხელდება რა საშუალოდ 400°C-მდე, გამომსხივებელი იძლევა გრძელტალღიან სითბურ გამოსხივებას იძლევა. ამ გამომსხივებელში გამოყენებული სანთურები ქმნის დაგრძელებულ ალს. ნამწვი პროდუქტები გაიყვანება გარემოში სათავსის ჰაერთან შეუხებლად.

ეს ხელსაწყოები აღჭურვილია სპეციალური რეფლექტორებით, რომლებიც გამოსხივებას მიმართავს მუშა ზონაში და გამორიცხავს კონვექციურ ნაკადებს.

ბნელი გამომსხივებლების ძირითადი ნაკლია სითბური გამოსხივების უთანაბრობა, რაც გამოწვეულია ნამწვი გაზების გარკვეულ ტემპერატურამდე (დაახლოებით 200°C) გაცივების აუცილებლობით, რომელიც უზრუნველყოფს განსაზღვრულ თერმულ მქ კოეფიციენტს. გარდა ამისა, ბნელი გამომსხივებლები ითხოვს ორგანიზებულ კვამლგაყვანას, რაც დაკავშირებულია გარკვეულ ხარჯებთან. ნამწვი გაზები შეიძლება გაყვანილ იქნეს როგორც ინდივიდუალურად თითოეული გამომსხივებლიდან, ასევე ჯგუფურად, შემკრები სისტემის და დამატებითი ვენტილატორის გამოყენებით. ბნელი ინფრაწითელი გამომსხივებლების უპირატესობები შემდეგია:

- შემრევი სანთურა, რომელიც ამ გამომსხივებლებს აქვს, ინჟექციური სანთურის მქონე სხვა გამომსხივებლებისაგან განსხვავებით, უზრუნველყოფს ხარისხიან წვას ჰაერის შედარებით დაბალი სიჭარბით და ნამწვ პროდუქტებში მავნე მინარევების სიმცირით.

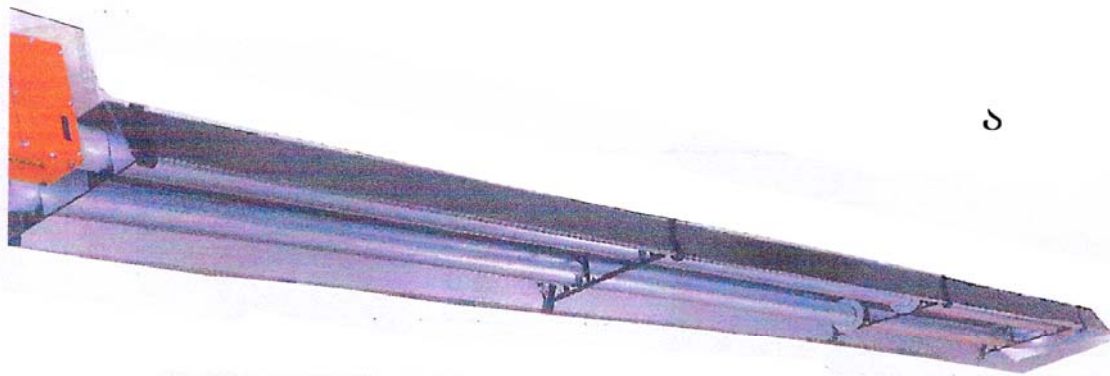
- გაცილებით მაღალი თერმული მქ კოეფიციენტი ჰაერის სიჭარბის შემცირების ხარჯზე.

- ვენტილატორი განლაგებულია სანთურის მხარეს, ე.ი. წვისათვის ცივ ჰაერს აწვდის.

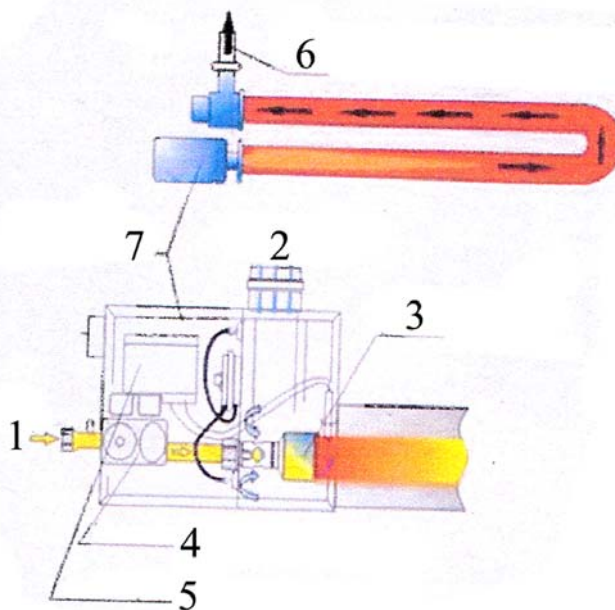
- ვენტილატორი მოთავსებულია გამომსხივებელი ზედაპირის შემდეგ. იგი იწოვს ნამწვ პროდუქტებს დაახლოებით 200°C-ზე. ვენტილატორის ასეთი გადაწყვეტა ზრდის მის რესურსს და თავიდან გვაცილებს ძრავას და საკისრების გაცხელებით გამოწვეულ შესაძლო დაზიანებას.

- შემრევი სანთურის გამო, მნიშვნელოვნად იზრდება გამომსხივებლის საიმედოობა. მუქი (ბნელი) ინფრაწითელი გამომსხივებლის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია 31-ე ნახ-ზე. საჭიროა თითოეულ გამომსხივებელთან გაზის, დენისა და

ნამწვი პროდუქტების გამყვანი ჰაერსადენის მიყვანა. გაზი მაგნიტური სარქვლის გავლის შემდეგ ჰაერს შეერევა და მასთან ერთად შედის შემრევ საკანში, სადაც წარმოიქმნება წვადი ნარევი. ეს ნარევი, გაივლის რა კერამიკულ ფილას, ინთება მის ზედაპირზე. წვის შედეგად წარმოქმნილი ალი და ნამწვი პროდუქტები თანაბრად ნაწილდება გამომსხივებელი მილის მთელ სიგრძეზე. ამ დროს წარმოიქმნება სასიამოვნო თბური შეგრძნება. ნამწვი პროდუქტები ვენტილატორის საშუალებით გაიყვანება კვამლის გამწოვ სისტემაში, რომელიც თითოეულ გამომსხივებელს ცალ-ცალკე უკეთდება.



ა



ბ

ნახ. 31. გაზის მუქი ინფრაწითელი გამომსხივებელი

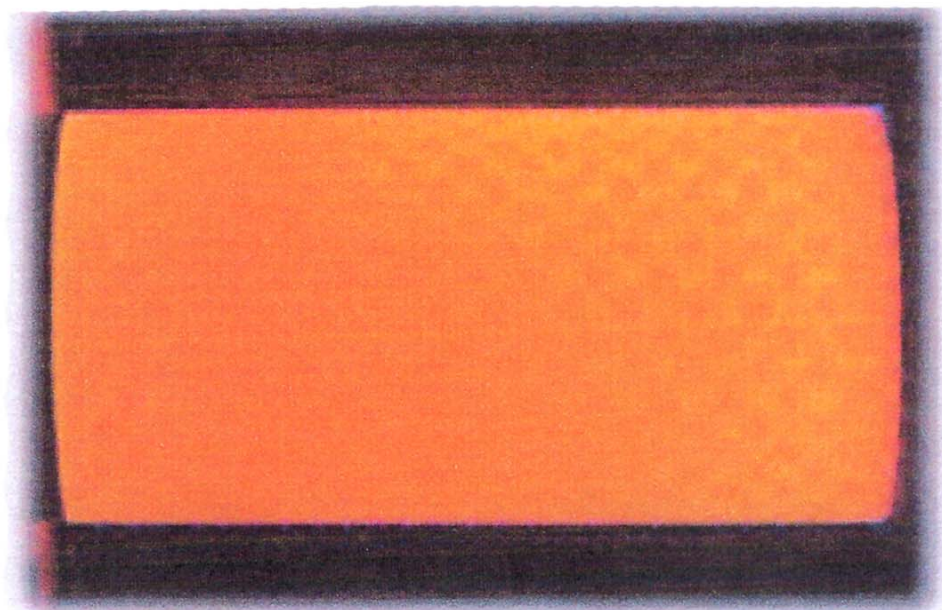
ა. საერთო ხედი; ბ. პრინციპული სქემა: 1.გაზი, 2.ჰაერი, 3. გაზ-ჰაერის ნარევი, 4. წვის კონტროლის ავტომატიკა, 5.გაზის კომბინირებული სარქველი, 6. ნამწვი გაზების გაყვანა, 7. წვის კამერა

გაზის ინფრაწითელი გამომსხივებელი - 4-დან 100 კვტ-მდე და მეტი სიმძლავრის მზადდება.

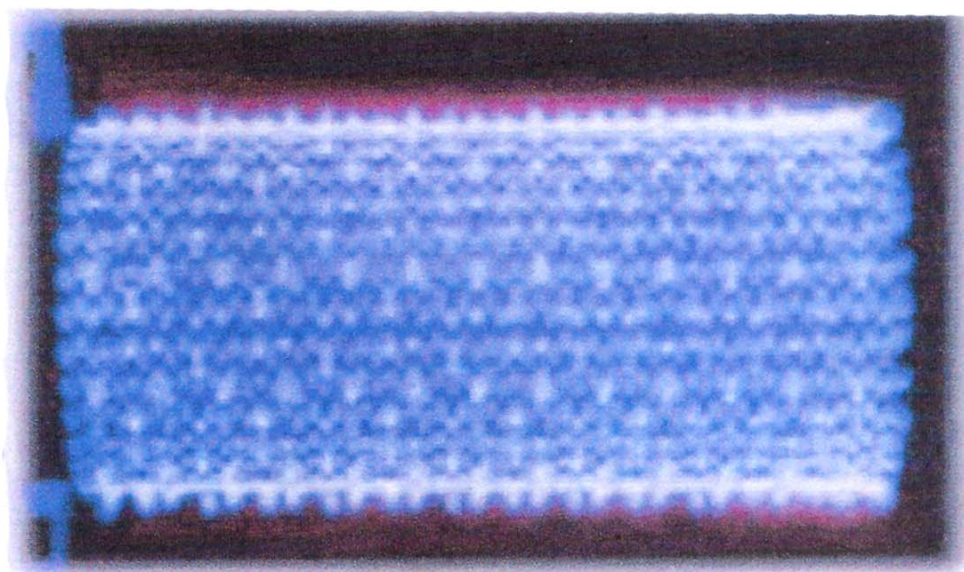
დაბალტემპერატურული, კატალიზური წვის, გაზის ინფრაწითელ გამომსხივებლებში, როგორც ზემოთ განხილულ გამომსხივებლებში, სითბოს გადაცემა მიმდინარეობს გამოსხივებით, კატალიზური წვის გამომსხივებელ ზედაპირსა და ირგვლივ მყოფ ზედაპირებს შორის. ამ გამომსხივებლებს გაზის სანთურასაც უწოდებენ და მათი ზედაპირი დამზადებულია კატალიზური წვის მიკროფოროვანი კერამიკისგან.

როგორც ცნობილია, გაზის წვის შედეგად გამოყოფილ ნამწვ გაზებში მავნეობის უმეტეს ნაწილს შეადგენს აზოტის ჟანგეულები NO და NO₂, რომელთაც ზოგადად NO_x-ით აღნიშნავენ, მათი ფორმირება ხდება მაღალ, 1300°C და მეტ ტემპერატურაზე. NO_x-ის ემისიის შემცირების ერთ-ერთი რეალური გზაა გაზის დაბალ ტემპერატურაზე წვის უზრუნველყოფა. ასეთ წვას დაბალტემპერატურული კატალიზური წვა ეწოდება. ასეთი წვა მიიღწევა წინასწარ მომზადებული გაზ-ჰაერის ნარევის დაწვით ფოროვან ან ბოჭკოვან ზედაპირზე. კატალიზური წვის ხელსაწყოებში ლითონის ბოჭკოს გამოყენება ქმნის სათბობის ნაკადის დანაწილების ეფექტს და უზრუნველყოფს მიკროჩირალდნულ წვას და NO_x-ის შემცირებას. ლითონბოჭკოვანი სანთურები მოდულირებადია, რის გამოც სიმძლავრის მიხედვით NO_x -ის ემისიის სიდიდე 15-დან 40 ppm-მდე მატულობს. კატალიზური წვის სანთურის ზედაპირზე ალს აქვს 32-ე ნახ-ზე წარმოდგენილი სახე.

ა.



ბ.



ნახ. 32. ალის სახე კატალიზური სანთურის წვის ზედაპირზე

ა. მინიმალური სიმძლავრის შემთხვევაში;

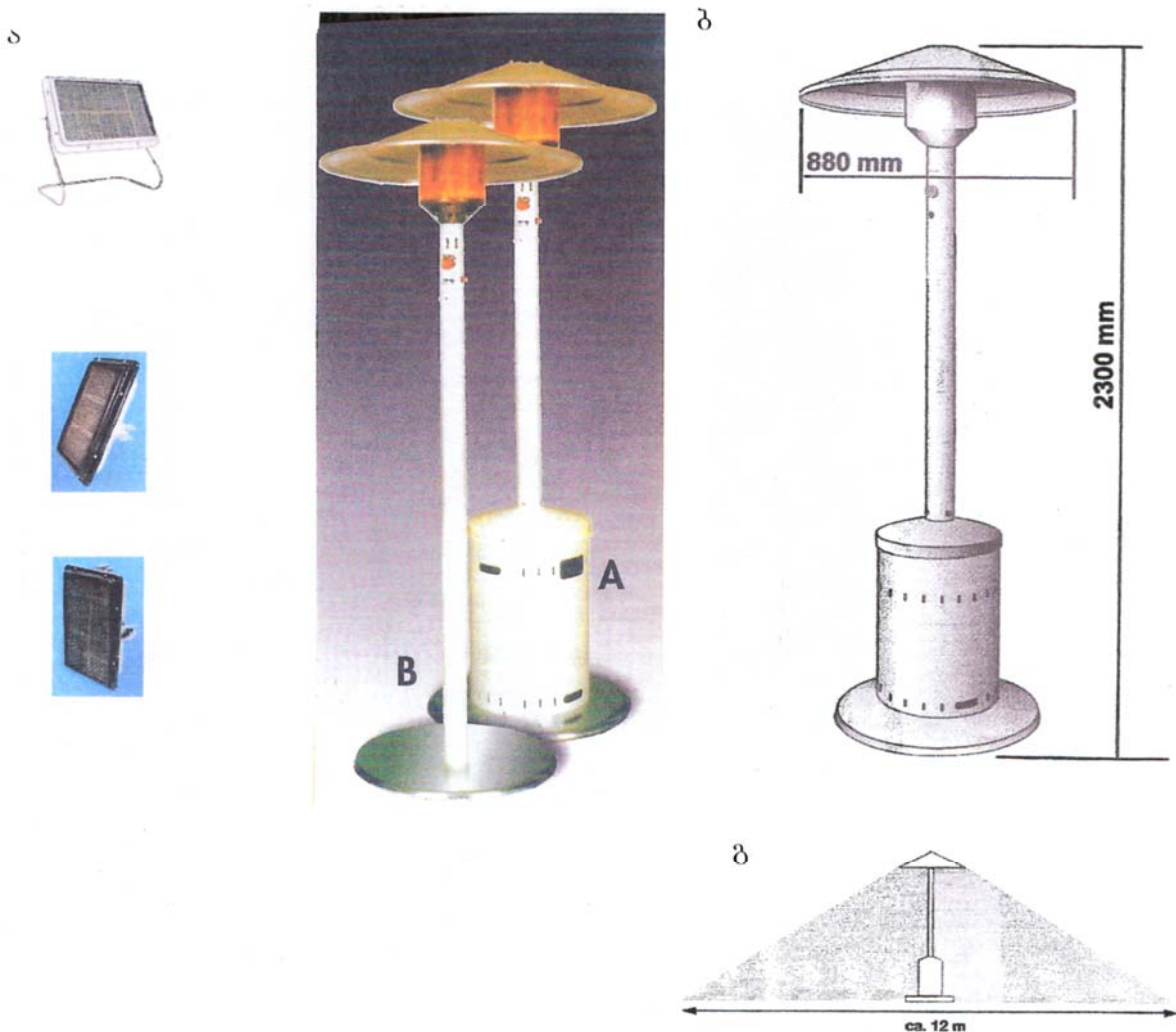
ბ. მაქსიმალური სიმძლავრის შემთხვევაში

კატალიზური წვა მიმდინარეობს მაქსიმუმ 950°C ტემპერატურაზე, რაც NO_x-ის წარმოქმნას გამორიცხავს.

კატალიზური წვის გაზის გამომსხივებლების გამოყენების სფერო დიდია. ეს ხელსაწყოები გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის შენობების კარებსა და ჭიშკრებში

სითბური დაცვის მიზნით, საჰაერო-სითბური ფარდის ნაცვლად, საწყობებში, სახელოსნოებში, ავტოსადგომებში, გარაჟებში, სპორტულ დარბაზებში, ბაზრებში, ინდივიდუალურ საცხოვრებელ სახლებსა და კოტეჯებში, ღია მოედნებზე და სხვ.

კატალიზური წვის ინფრაწითელი გამომსხივებლები ნაჩვენებია 33-ე ნახ-ზე. კატალიზური წვის ხელსაწყოები მზადდება 2 - 10 კვტ სიმძლავრის. ასეთი სანთურების დადებით მხარეა მათი შედარებით დაბალი ფასი, უხმაურო მუშაობა და სითბური სიმძლავრის რეგულირების შესაძლებლობა.



ნახ. 33. გაზის კატალიზური წვის ინფრაწითელი გამომსხივებლები

ა. დაბალი, დასადგმელი; ბ. მაღალი, დასადგმელი; A. პროპანი, B. ბუნებრივი გაზი;

გ. სითბოს გავრცელების ზონა

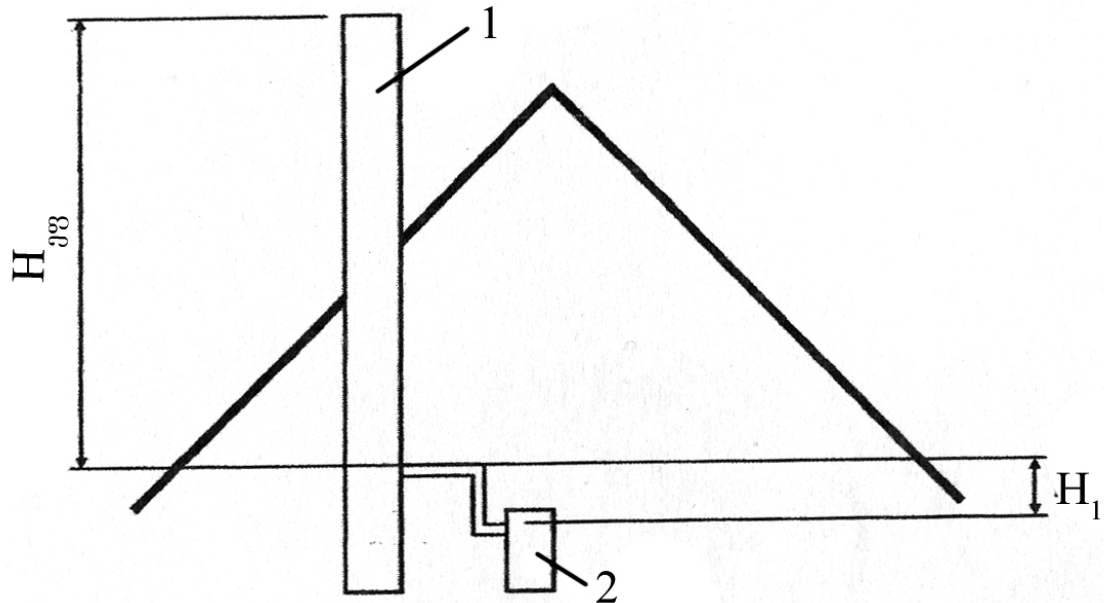
ნამწვი პროდუქტების გარემოში გაყვანა

კვამლსადენების ანუ საკვამლე მილების დანიშნულებაა უზრუნველყოს საცეცხლურში წვის შედეგად წარმოქმნილი ნამწვი გაზების ატმოსფეროში მაქსიმალურად უვნებელი გაყვანა. კვამლსადენები ისე უნდა იქნეს მოწყობილი, რომ უზრუნველყოს გარემოში ნამწვი გაზების გაყვანა ექსპლუატაციის დროს, ყველა მოსალოდნელი რეჟიმის პირობებში და გამორიცხოს საცეცხლურში საშიში ჭარბი წნევის წარმოქმნა. კვამლსადენები მოიცავს როგორც უშუალოდ საკვამლე მილს, ასევე ქვების საკვამლე მილთან შემაერთებელ მონაკვეთებსაც. შემდგომში საკვამლე მილი გულისხმობს მთლიანად კვამლსადენ მილს. საკვამლე მილები ნორმების მიხედვით რამდენიმე ჯგუფად იყოფა. ეს დაყოფა ძირითადად ხდება მილის კედლის თერმული წინააღობის მიხედვით.

საკვამლე მილები მზადდება ფოლადისაგან, პლასტმასისაგან, აგურისაგან, ბეტონისა და სხვ. მილის მასალა შეირჩევა კონკრეტული თბოგენერატორის, სათბობის და მშენებლობის კლიმატური მონაცემების მიხედვით. საკვამლე მილის შერჩევისას ყურადღება ექცევა საკვამლე მილის მახასიათებელ ორ ძირითად სიდიდეს. ეს სიდიდეებია საკვამლე მილის ეფექტური სიმაღლე და მისი დიამეტრი. ამ ორი პარამეტრის სწორად შერჩევა უზრუნველყოფს საკვამლე მილში ნორმალური წევის განვითარებას, რაც, თავის მხრივ, გავლენას ახდენს წვის პროცესზე და ატმოსფეროში წვის შედეგად წარმოქმნილი ნამწვი პროდუქტების გაყვანაზე.

საკვამლე მილის ეფექტური სიმაღლე ეწოდება მანძილს საკვამლე მილში ნამწვი პროდუქტების შესვლის ადგილიდან გამოსვლის ადგილამდე. აქედან გამომდინარე, გაზისებრ სათბობზე მომუშავე საცეცხლურების საკვამლე მილების მინიმალური ეფექტური სიმაღლე (ნახ. 34) გამოითვლება ფორმულით:

$$H_{\text{ბონ}}=4m-(1,5+H_1).$$

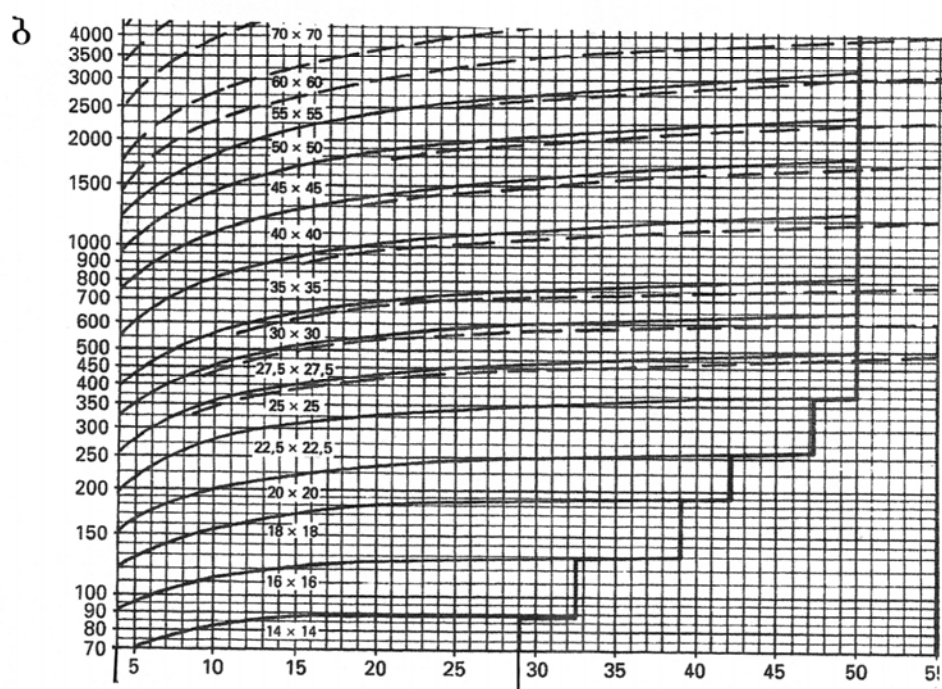
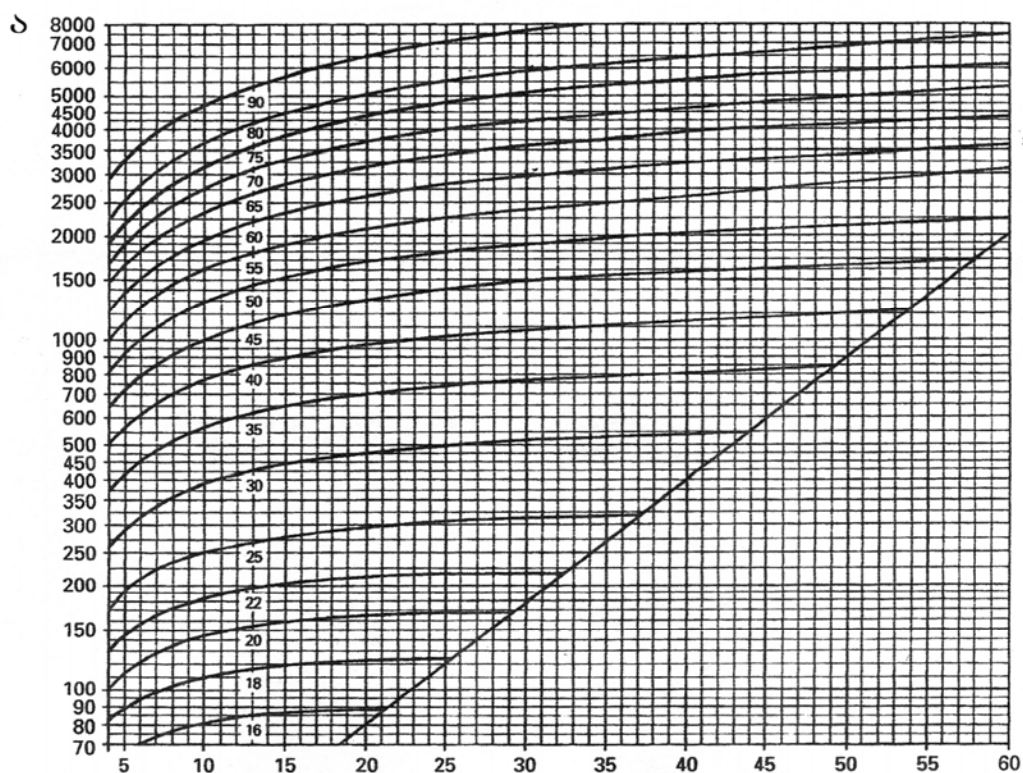


ნახ. 34. საკვამლე მილის ეფექტური სიმაღლე

1. საკვამლე მილი, 2. თბოგენერატორი, H_1 . ვერტიკალური მანძილი ნამწვი პროდუქტების გამოსვლის ადგილიდან საკვამლე მილთან მათი მიერთების ადგილამდე

საკვამლე მილის მაქსიმალური ეფექტური სიმაღლე 150 d-ს ტოლია, თუ მილი ერთყალიბიანია და 188d-ს ტოლი, თუ მილი რამდენიმე ყალიბიანია, სადაც d საკვამლე მილის დიამეტრია. საკვამლე მილის დიამეტრისა და ეფექტური სიმაღლის განსაზღვრა გრაფიკული მეთოდით წარმოებს.

35-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია შემბერსანთურიანი თბოგენერატორების საკვამლე მილის დიამეტრისა (d) და ეფექტური სიმაღლის ($H_{\text{ეფ}}$) განმსაზღვრელი ნომოგრამა როგორც მრგვალი (ა), ასევე კვადრატული (ბ) მილებისათვის. თბოგენერატორების ნომინალური სითბური სიმძლავრის მიხედვით. შემბერსანთურიანი თბოგენერატორების საკვამლე მილის მინიმალური ეფექტური სიმაღლე ნებისმიერი თბური სიმძლავრისათვის აიღება არა უმცირეს 5 მეტრისა.



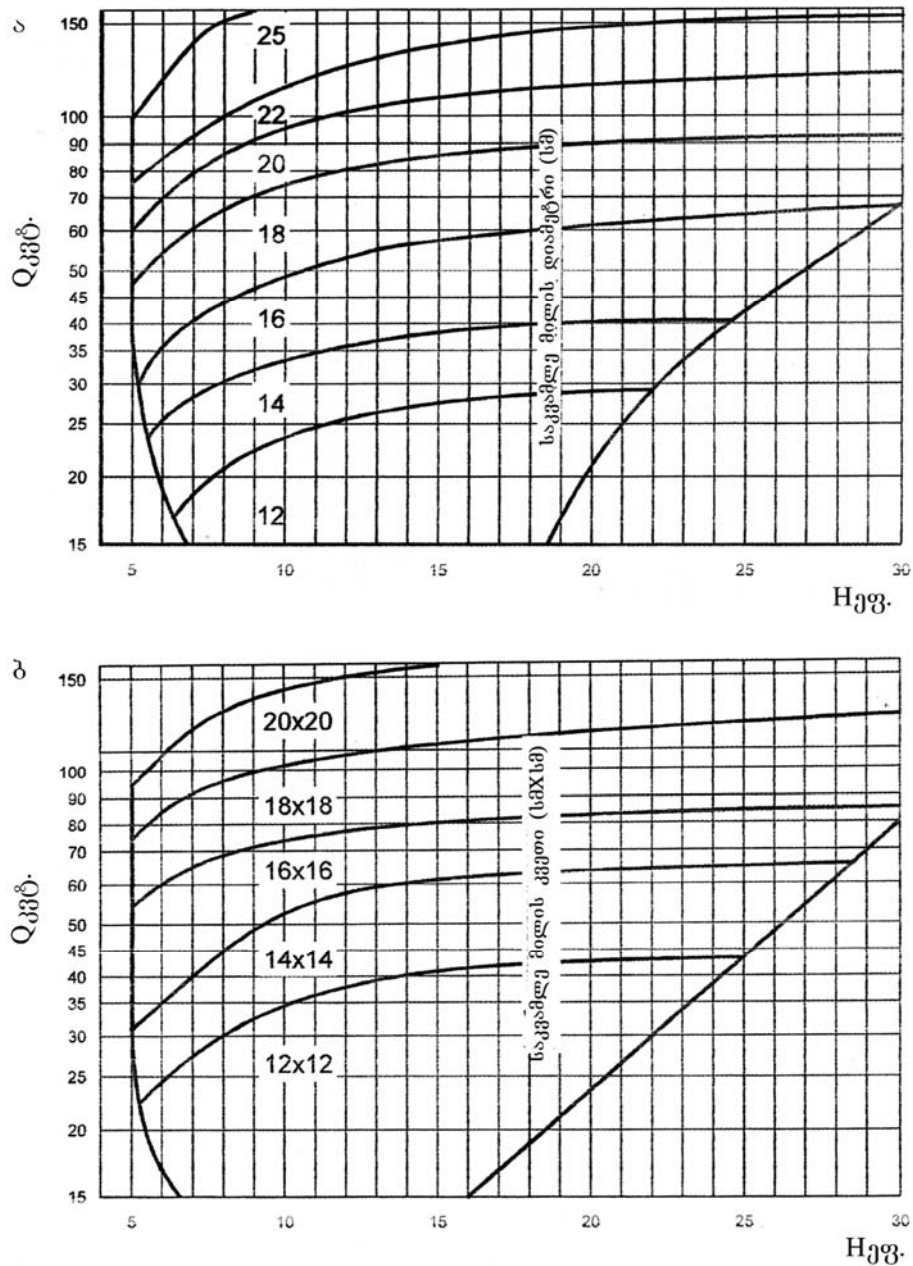
ნაზ.

ნახ. 35. შემბერსანთურიანი თბოგენერატორების საკვამლე მილის დიამეტრისა (d)

და ეფექტური სიმაღლის ($H_{\text{ეფ}}$) განსაზღვრის ნომოგრამა

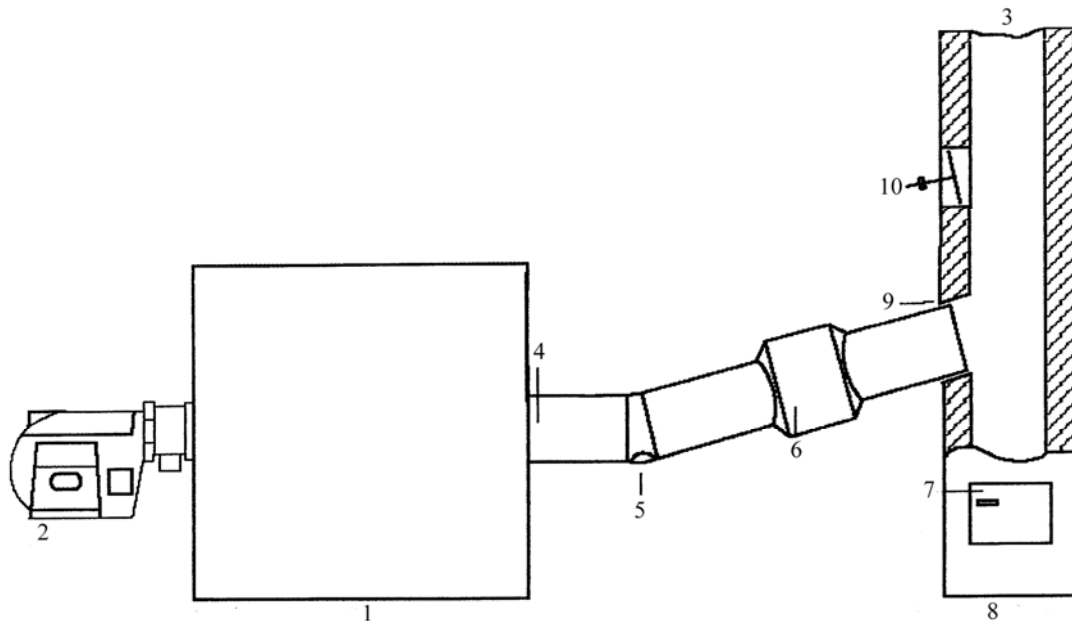
ა. მრგვალი მილები; ბ. კვადრატული მილები

ატმოსფერული წვისსანთურიანი გაზის თბოგენერატორებისათვის საკვამლე მილის დიამეტრი (d) და ეფექტური სიმაღლე (H) განისაზღვრება 36-ე ნახ-ზე წარმოდგენილი ნომოგრამის მიხედვით. ასეთი სიმძლავრის თბოგენერატორები ძირითადად გამოიყენება საცხოვრებელი და დაბალი სიმძლავრის სამრეწველო თუ საზოგადოებრივ შენობებში. საკვამლე მილის მინიმალური ეფექტური სიმაღლე, როგორც წინა შემთხვევაში, 5 მეტრია.



ნახ. 36. ატმოსფერული წვისსანთურიანი თბოგენერატორების საკვამლე მილის დიამეტრისა (d) და ეფექტური სიმაღლის (H) განსაზღვრის ნომოგრამა
ა. მრგვალი მილები; ბ. კვადრატული მილები

კვამლსადენები ისე უნდა მოეწყოს, რომ მასში გავლისას (თბოგენერატორიდან საკვამლე მილამდე) გვექონდეს ნამწვი პროდუქტების წნევისა და სითბოს მინიმალური დანაკარგები. ამიტომ საკვამლე მილთან მაერთებელი მონაკვეთები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად მოკლე, აღმავალი დინებით საკვამლე მილისკენ, მოხვევის მინიმალური რაოდენობით (ნახ. 37).

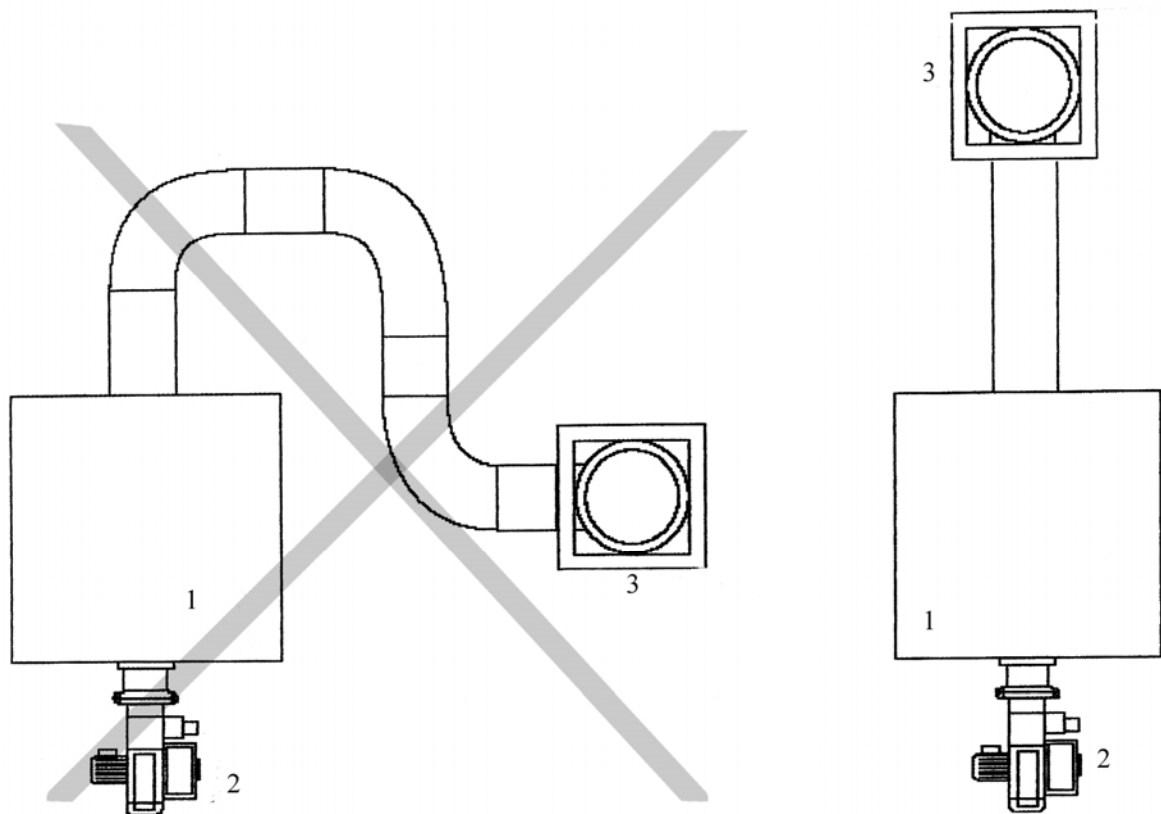


ნახ. 37. საკვამლე მილთან ქვების მიერთება

1. თბოგენერატორი, 2. სანთურა, 3. საკვამლე მილი, 4. მილყელი, 5. მუხლი საწმენდი ხუფით, 6. ხმაურჩამხშობი, 7. სანაცრე (საჭვარტლე), 8. საკვამლე მილის ფუძე, 9. ქურო და შემჭიდროება, 10. გარე ჰაერის შესასვლელი

შემაერთებელი ელემენტების საერთო სიგრძე არ უნდა აღემატებოდეს საკვამლე მილის ეფექტური სიმაღლის (H_{ეფ}) 25%-ს. სითბური გაფართოების საკომპენსაციოდ გამოიყენება კომპენსატორები ან მცოცავი ქუროები. ვიბრომდგრადობის შენარჩუნების მიზნით უნდა ვეცადოთ მრგვალი კვეთის მაერთებელი ელემენტების გამოყენებას. ასეთი მცირე ზომის მონაკვეთებზე მილსადენის ჰიდრავლიკური ანგარიშის ჩატარება საჭირო არ არის. მაერთებელი ელემენტების კვეთი უნდა ავიღოთ თბოგენერატორის საკვამლე მილყელის ტოლი. უნდა ვეცადოთ, რომ შემცირდეს მუხლების რაოდენობა, რადგან ძირითადად ისინია საჰაერო და კონსტრუქციული ხმაურის გამომწვევი. 38-ე ნახ-ზე ნაჩვენებია

მაერთებელი ელემენტების საკვამლე მილთან სწორი და არასწორი მიერთების სქემები.

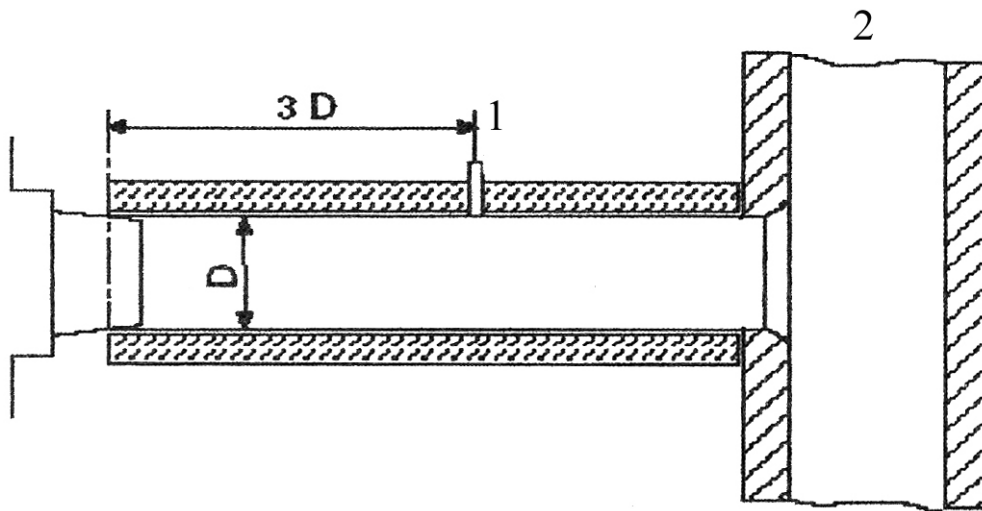


ნახ. 38. საკვამლე მილთან მაერთებელი ელემენტების მიერთება

1. ქვაბი, 2. სანთურა, 3. საკვამლე მილი

საკონდენსაციო ქვაბებში უნდა გავითვალისწინოთ ის, რომ კონდენსატი შეუფერხებლად ჩამოედინებოდეს კვამლსადენის მთელ სიგრძეზე და შემდეგ სიფონის მეშვეობით მიუერთდეს კანალიზაციას. მისადგომ ადგილებზე უნდა გავითვალისწინოთ საწმენდი ხუფები.

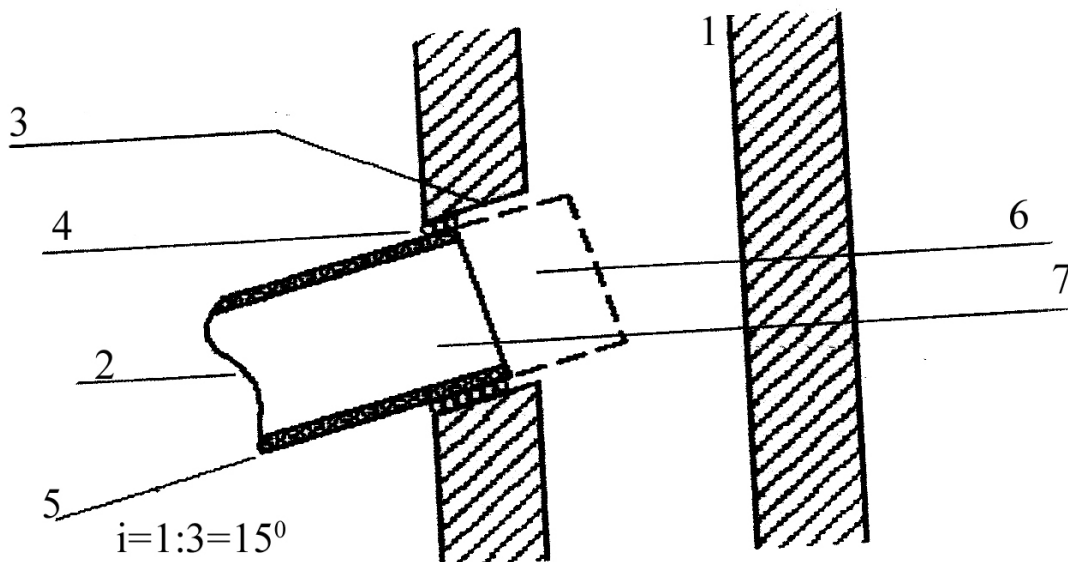
საკვამლე მილზე უნდა გავითვალისწინოთ ადგილი ნამწვი გაზების ტემპერატურის, შედგენილობის, წევის, ჭვარტლიანობის გასაზომად. ყველა ამ სიდიდის გაზომვა შეიძლება ერთი მილყელის საშუალებით (ნახ. 39).



ნახ. 39. საზომი მილყელის განლაგება

1. მილყელი, 2. საკვამლე მილი

თბოგენერატორის მუშაობისას ხმაური წარმოიქმნება. ეს ხმაური კონსტრუქციულია (კორპუსული), რომელიც იატაკის, ჭერის და კედლების გავლით გადაეცემა მომიჯნავე სათავსებს და აეროდინამიკური, რომელიც ჰაერსადენებით გადაეცემა მეზობელ სათავსებს, ხოლო საკვამლე მილით - ატმოსფეროს. ამ ხმაურის აღმოსაფხვრელად საჭიროა სპეციალური ღონისძიებების გატარება. ქვაბები უნდა დაიდგას ბგერათსაიზოლაციო ფუძეებზე, გაუკეთდეს ბგერათსაიზოლაციო შალითები და კვამლსადენზე მოეწყოს ხმაურჩამხშობი. აეროდინამიკური ხმაურის ჩახშობის მიზნით მაერთებელი ელემენტები საკვამლე მილში უნდა შევიდეს რაც შეიძლება ახლოს, საკვამლე მილის კედლის შიგა ზედაპირთან 15° -იანი დახრის კუთხით (ნახ. 40) და არა საკვამლე მილის მუშა კვეთში.



ნახ. 40. კვამლსადენის საკვამლე მილთან მიერთების კვანძი

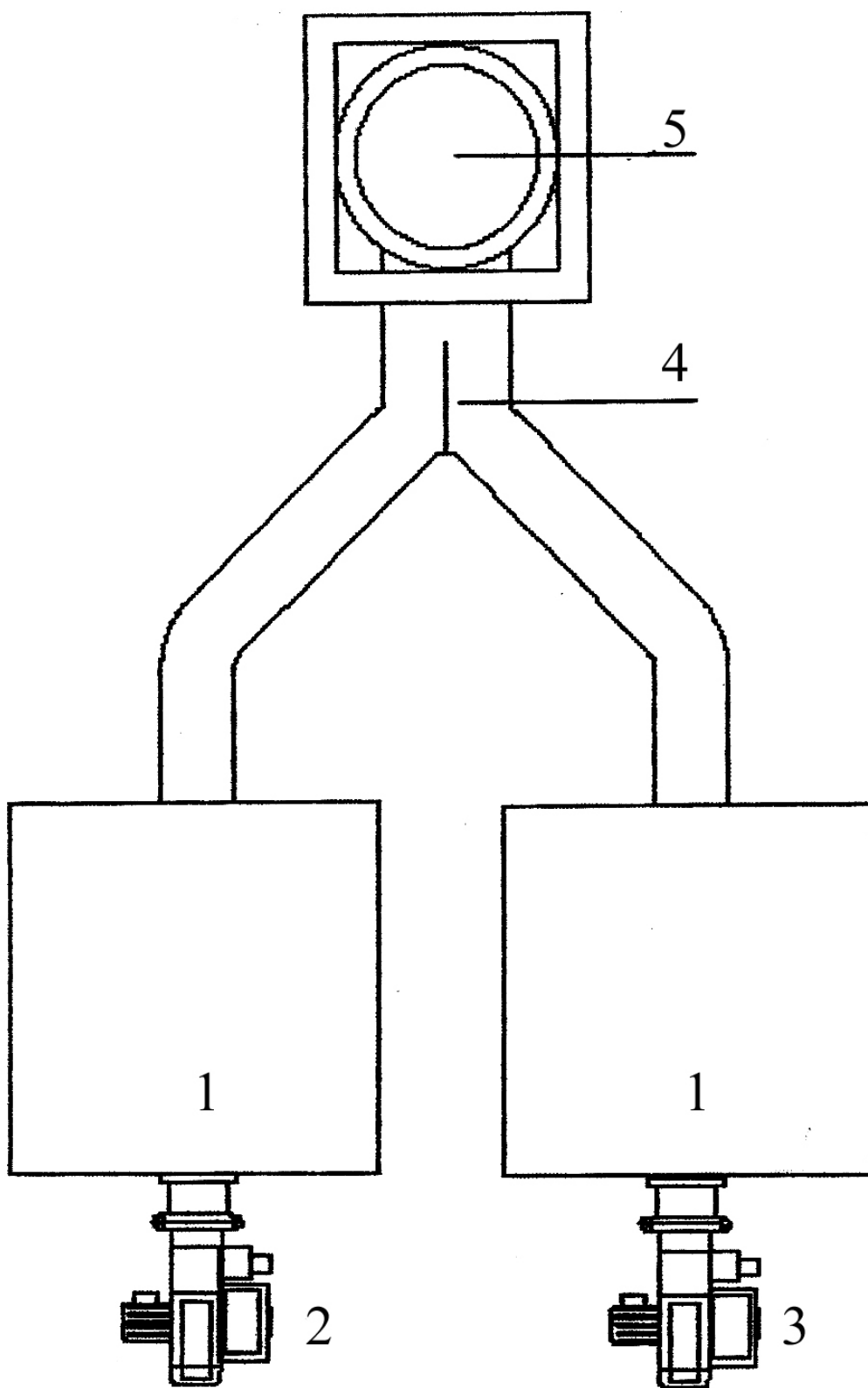
1. საკვამლე მილი, 2. კვამლსადენი, 3. ამომგები მილი, 4. ღრიჭო (ივსება პლასტიკური მასით), 5. ქანობი $i=1:3=15^\circ$, 6. არასწორი მიერთება, 7. სწორი მიერთება

ერთ საკვამლე მილზე შეიძლება მიერთებულ იქნეს რამდენიმე თბოგენერატორი. ამ დროს აუცილებელია შემდეგი პირობების დაცვა:

- საკვამლე მილის მუშა პარამეტრები უზრუნველყოფდეს მის გამართულ მუშაობას ყველა მუშა რეჟიმში;
- საკვამლე მილიდან ნამწვი გაზების წნევით გაყვანის შემთხვევაში უნდა გამოირიცხოს ნამწვი გაზების შედინება უმოქმედო თბოგენერატორში;
- თუ მაერთებელი ელემენტები შესრულებულია ცეცხლგამძლე მასალისაგან და გამოირიცხება ხანძრის გავრცელება.

ყოველთვის უნდა ვეცადოთ, არ გამოვიყენოთ საერთო საკვამლე მილი, რადგან საკვამლე მილის მცირე დატვირთვისას (მაგალითად, ერთი ქვების მუშაობის შემთხვევაში) მილში წარმოიქმნება დიდი გაიშვიათება. ამ დროს ნამწვი გაზები მთლიანად ვერ ავსებს მილის მოცულობას და ცივი ჰაერი შეიძლება სისტემაში შეიჭრას, რაც გამოიწვევს ნამწვის, ჰვარტლის წარმოქმნას და საკვამლე მილში აალებას.

საერთო საკვამლე მილი, თუ მისი მოწყობა აუცილებელია, უნდა შესრულდეს 41-ე ნახ-ზე ნაჩვენები სქემის მიხედვით.

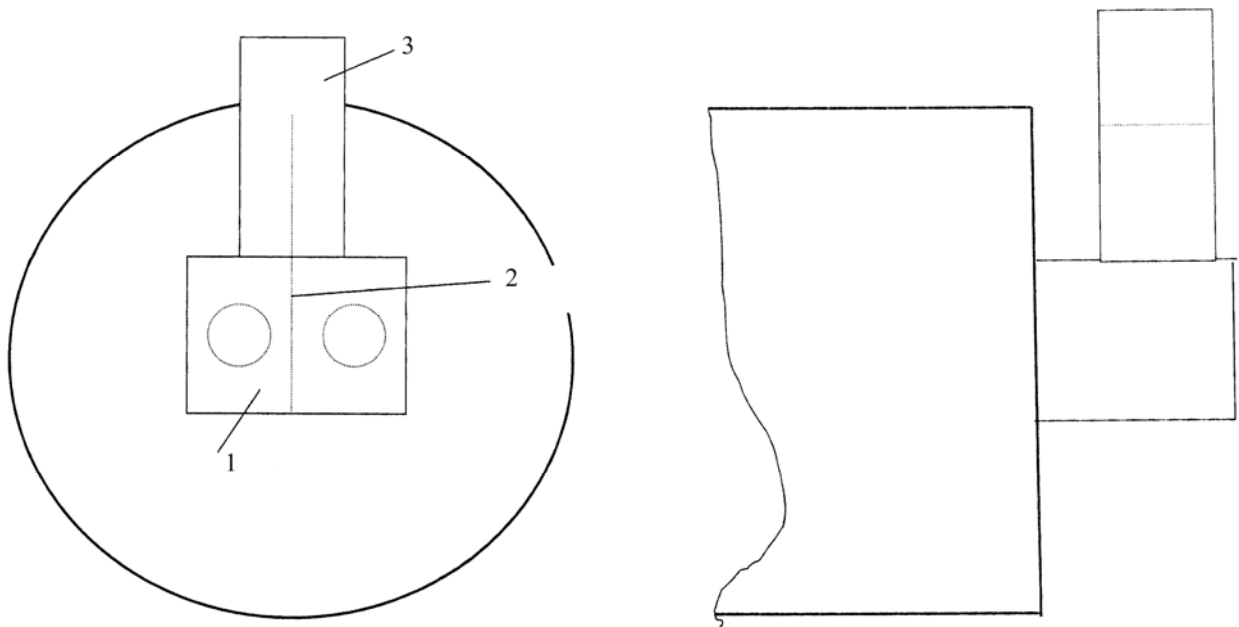


ნახ. 41. თბოგენერატორების მიერთება საერთო საკვამლე მილთან
 1. თბოგენერატორი, 2. სანთურა 1, 3. სანთურა 2, 4. გამყოფი, 5. საკვამლე მილი

ნაკადების ურთიერთქმედების შეზღუდვის მიზნით მილების შეერთების ადგილას ეწყობა სპეციალური გამყოფი, რომელიც უზრუნველყოფს ნაკადების პარალელურ, თანაბარმიმართულ დინებას. საერთო კვამლსადენთან მიერთება დაუშვებელია:

- თბოგენერატორებისათვის, რომელთა ნამწვი პროდუქტების ტემპერატურა 400°C-ზე მეტია;
- თბოგენერატორებისათვის, რომლებშიც თხევადი გაზი იწვის;
- თბოგენერატორებისათვის, რომლებიც დამოკიდებულია ან არ არის დამოკიდებული სათავსის ჰაერზე;
- თბოგენერატორები ვენტილატორებით და ვენტილატორების გარეშე;
- თბოგენერატორები ვენტილატორებით, თუ ყველა თბოგენერატორი არ არის განლაგებული ერთი და იგივე სათავსში;
- თბოგენერატორები, რომლებიც განლაგებულია მე-6 სართულის ზემოთ, თუ ისინი განლაგებული არ არის ერთსა და იმავე სათავსში;
- თბოგენერატორები, განლაგებული სათავსებში, რომელთაც აქვს მუდმივი კავშირი ატმოსფეროსთან (მაგალითად, სავენტილაციო ღიობებით, გარდა ერთსა და იმავე სათავსში განლაგებული თბოგენერატორებისა);
- ღია საკვამლე მილებისათვის.

ნამწვი გაზების ატმოსფეროში გაყვანა უნდა განხორციელდეს ნამწვი გაზების კოლექტორის მეშვეობით. ნამწვი გაზების კოლექტორთან კვამლსადენის მიერთების სქემა ნაჩვენებია 42-ე ნახ-ზე.



ნახ. 42. ორი წვის კამერის მქონე თბოგენერატორის კვამლსადენი

1. ნამწვი გაზების კოლექტორი, 2. გამყოფი, 3. მაერთებელი ელემენტი

საკვამლე მილები, როგორც აღვნიშნეთ, მზადდება სხვადასხვა მილისაგან. თანამედროვე გათბობის სისტემებში ფართოდ გამოიყენება ფოლადის საკვამლე მილები. ისინი მზადდება ქარხნული წესით, ერთკედლიანი და ორკედლიანი.

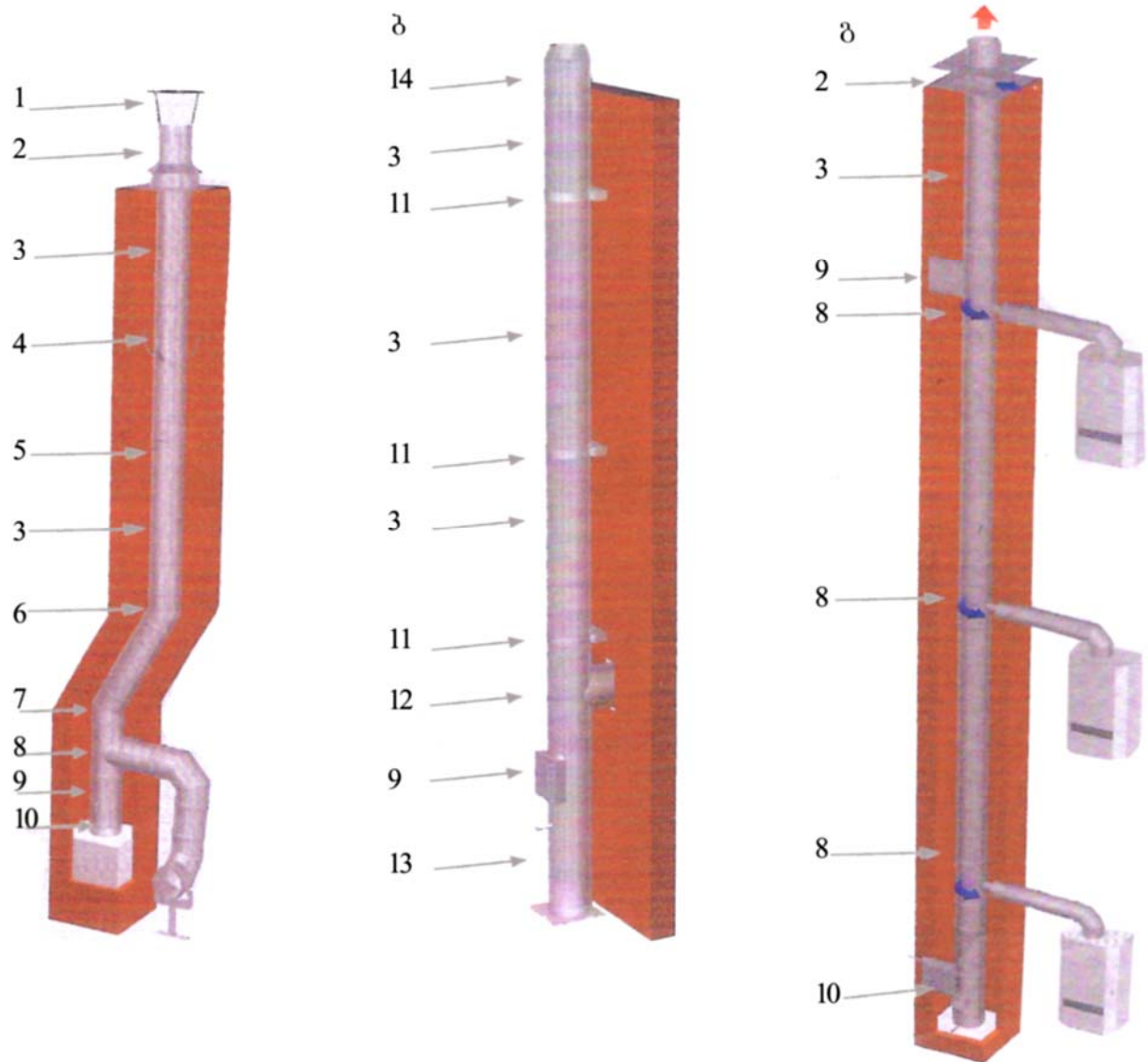
ერთკედლიანი საკვამლე მილები ძირითადად გამოიყენება სათავსებში ან აყენებენ უკვე გამზადებულ აგურის არხებში. ასეთი მილები აგურზე გაცილებით მსუბუქია, კოროზიამდეგი და მოხერხებულია სამონტაჟოდ. ერთკედლიან მილში, მაღალი ტემპერატურის გამო, გაუმჯობესებულია წევა, გაზრდილია წვის მახასიათებლები და, საბოლოო ჯამში, გაზრდილია გათბობის სისტემის საექსპლუატაციო ვადა.

ორმაგკედლიანი მილი არის ორი სხვადასხვა დიამეტრისაგან შემდგარი სისტემა. გარე მილს აქვს საკმაოდ დიდი ზომები და მზადდება მაღალლეგირებული ფოლადისაგან. გარე და შიგა მილს შორის მოთავსებულია თბოსაიზოლაციო შემჭიდროება. თბოიზოლაციის თვალსაზრისით საუკეთესოა ბაზალტის ბოჭკო. ასეთი მილები გამოიყენება სხვადასხვა ტემპერატურულ ზღვრებში სამუშაოდ.

იმ შემთხვევაში, როდესაც საკვამლე მილის საშუალებით ხდება წვისათვის საჭირო ჰაერის მიწოდება, გამოიყენება ორმაგი მილი (მილი მილში). ასეთი მილები ასევე გამოიყენება დახურულკამერიანი გაზის კედლის ქვაბებისათვის.

ქარხნული წესით დამზადებული ფოლადის მილები წარმოდგენილია 43-ე ნახ-ზე.

43,გ ნახ-ზე ნაჩვენებია ორმაგი მილი, რომელიც გამოიყენება კედლის ქვაბების შემთხვევაში როგორც ნამწვი გაზების გასაყვანად, ასევე წვისათვის საჭირო ჰაერის მისაწოდებლად, რაც ადრე უკვე განვიხილეთ.



ნახ. 43. საკვამლე მილები

ა. ერთკედლიანი, ბ. ორკედლიანი, გ. ორმაგი მილი (მილი მილში);

1. საწვომარი ხუფი, 2. სახურავის ელემენტი ქარისაგან დაცვით, 3. დამაგრძელებელი ელემენტი, 4. სამონტაჟო ცალული, 5. შუალედური მილყელი, 6. 30⁰-იანი მუხლი, 7. 30⁰-იანი მუხლი, 8. სამკაპი, 9. საწმენდი ელემენტი, 10. კონდენსატგამყვანი სიფონი, 11. დასამაგრებელი ელემენტი, 12. სამკაპი, 13. ტელესკოპური ელემენტი, 14. გამფრქვევი ნაცმი

გარდა ფოლადისა, საკვამლე მილები მზადდება აგრეთვე პლასტმასისაგან. ეს მილები გამოიყენება, როდესაც ნამწვი პროდუქტების ტემპერატურა 120°C არ აღემატება.

ნამწვი პროდუქტების გაყვანის და საკვამლე მილების მოწყობის დროს უნდა ვისარგებლოთ როგორც სპეციალური ლიტერატურით, ასევე ტექნიკური ნორმებითა და სახელმწიფო სტანდარტებით.

შინაარსი

წინასიტყვაობა	3
გათბობის სისტემები და მათი კლასიფიკაცია	4
გაზისებრი სათბობი	6
ბუნებრივი გაზის შედგენილობა	7
გაზის წვა	10
გაზის წვის მეთოდები	13
გაზის სანთურა	18
წვისთვის საჭირო ჰაერის რაოდენობა ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი	21
ნამწვი გაზების მავნე გამონაბოლქვები	23
გაზის ქვაბები და მათი კლასიფიკაცია	26
დასადგმელი ქვაბები	30
კედლის ქვაბები	45
ჰაერის მიწოდება გაზის დასაწვავად	54
ბლოკური თბოელექტროცენტრალები	57
გაზის ჰაერსათბობები (ჰაერსახურებლები)	61
გაზის კონვექტორები	64
გაზის გამომსხივებლები	68
ნამწვი პროდუქტების გარემოში გაყვანა	79

რედაქტორი ლ. მამალაძე

გადაეცა წარმოებას 06.06.2011. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 01.07.2011
ქაღალდის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 6. ტირაჟი 100 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent