

UDC 692.233

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-2-194-202>**გარემო ჰაერის ბუნებრივი სითბო და მისი გამოყენება შენობათა გასათბობად**

|                               |                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>მამული<br/>გრძელიშვილი</b> | ჰიდროტექნიკისა და სამოქალაქო ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს<br>ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 <sup>ბ</sup><br>E-mail: mamuligrdzelishvili@gtu.ge                   |
| <b>ალექსი კოპალიანი</b>       | ჰიდროტექნიკისა და სამოქალაქო ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს<br>ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 <sup>ბ</sup><br>E-mail: kopalianialeksi01@gtu.ge                     |
| <b>რამაზ მუსერიძე</b>         | საინჟინრო მექანიკისა და მშენებლობის ტექნიკური ექსპერტიზის<br>დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160,<br>თბილისი, მ. კოსტავას 68 <sup>ბ</sup><br>E-mail: museridzeramaz01@gtu.ge |

**რეცენზენტები:****ა. გოგოლაძე**, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: a.gogoladze@gtu.ge

**ვ. ბოკერია**, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: bokeriavladimeri01@gtu.ge

**ანოტაცია.** შენობებში მიკროკლიმატის უზრუნველყოფის მიზნით სულ უფრო მეტი ყურადღება ეთმობა განახლებადი და ალტერნატიული ენერგორესურსების გამოყენებას. გარემოს ბუნებრივი სითბო, რომელიც უზომო რაოდენობითაა გასათბობი შენობების ირგვლივ ჰაერის, გრუნტის და წყლის რესურსების სახით, თითქმის გამოუყენებელია თანამედროვე ტექნიკური პროგრესის პირობებში. გარე ჰაერიდან თბური ენერგიის მიღება შენობათა გათბობისა და ცხელწყალმომარაგებისათვის შედარებით მარტივი და ადვილად მისაღ-

წევია, ვიდრე გრუნტიდან ან ბუნებრივი წყლებიდან „ჰაერ-წყლის“ თბური ტუმბოს გამოყენებით.

თბური ტუმბო არის მოწყობილობა, რომელიც დაბალი ტემპერატურის გარე ჰაერის თბურ პოტენციალს აღწევს გათბობისა და ცხელწყალმომარაგებისათვის საჭირო პოტენციალამდე ( $t_{\text{წყ}}=35\pm 70^{\circ}\text{C}$ ). „ჰაერ-წყლის“ თბური ტუმბოები სითბოს გენერაციას ახდენს მაშინაც კი, როდესაც გარე ჰაერის ტემპერატურა –  $20^{\circ}\text{C}$ -მდე ეცემა. გაზის თბოგენერატორების (ქვაბების) ჩანაცვლება თბური ტუმბოებით გამოიწვევს შენობებიდან წიაღისეული სათბობის (გაზის) წვის შედეგად წარმოქმნილ მილიონობით

ტონა მავნე ნივთიერების გარემოში გაფრქვევას. განხილულია ჰაერის თბური ტუმბოების გათბობის, გაცივებისა და ცხელწყალმომარაგების სისტემებში ჩართვის ძირითადი სქემები მონობლოკური და სპლიტ ტიპის თბური ტუმბოებისათვის როგორც ბუფერული (ავზ-აკუმულატორი) მოცულობით, ისე მის გარეშე გათბობის ნებისმიერი სისტემისთვის (რადიატორული, კონვექტორული, პანელური).

განხილული სქემების ანალიზის საფუძველზე დამუშავებულია რეკომენდაციები სხვადასხვა შენობაში ჰაერის ბუნებრივი სითბოს გამოსაყენებლად თბური ტუმბოების მეშვეობით.

**საკვანძო სიტყვები:** ავზ-აკუმულატორი; ბუფერი; გათბობის სისტემა; გამონაბოლქვები; ენერგოეფექტურობა; თბური ტუმბო; მონობლოკი; მშენებლობა; სითბოს მიღება და განაწილება; სიმძლავრის კოეფიციენტი; სპლიტი; შენობები; ცხელწყალმომარაგება; ჰაერის კონდიცირება.

## შესავალი

შენობათა გათბობის მიზნით ძირითადად გამოიყენება ორგანული სათბობის დაწვის შედეგად მიღებული სითბო. მნიშვნელოვანი წილი ამ ორგანული სათბობიდან მოდის წიაღისეულ სათბობზე ქვანახშირი, ნავთობი, ბუნებრივი გაზი, რომელთა დაწვის შედეგად სხვადასხვა მავნე ნივთიერებებთან ერთად დიდი რაოდენობით ნახშირორჟანგი ( $\text{CO}_2$ ) გამოიყოფა. წიაღისეული სათბობის დაწვის შედეგად წარმოქმნილი ნამწვი პროდუქტები გარემოს ეკოლოგიურ დაბინძურებას იწვევს. რადგან შე-

ნობები მოიხმარს ენერგორესურსების მნიშვნელოვან წილს (40-45% საერთო ენერგომოხმარებიდან), ამიტომაც ისინი გარემოს ეკოლოგიური დაბინძურების ძირითადი წყაროებია.

აქედან გამომდინარე, მიღებულია გადაწყვეტილებები [1,3], რომლის თანახმადაც 2050 წლისათვის შენობები უნდა იყოს ნულოვანი ენერგომოხმარების, რაც გულისხმობს შენობათა გასათბობად წიაღისეული სათბობის ამოგდებას და, შესაბამისად, მათ ჩანაცვლებას ალტერნატიული (განახლებადი) ენერგოწყაროებით, რის შედეგადაც ნულამდე იქნება დაყვანილი შენობებიდან  $\text{CO}_2$  გამოყოფა, ხოლო მინიმუმამდე – ენერგომოხმარება.

ასეთი ალტერნატიული წყაროებია ჩვენს ირგვლივ მყოფი ჰაერი, გრუნტი და წყალი. მათი თბური რესურსები ამოუწურავია. ამ თბური რესურსების მუდმივი განახლება მზის ენერგიით ხდება. მზე კი დედამიწას წლის განმავლობაში აწვდის 5000-ჯერ უფრო მეტ ენერგიას, ვიდრე ამას კაცობრიობა მოიხმარს.

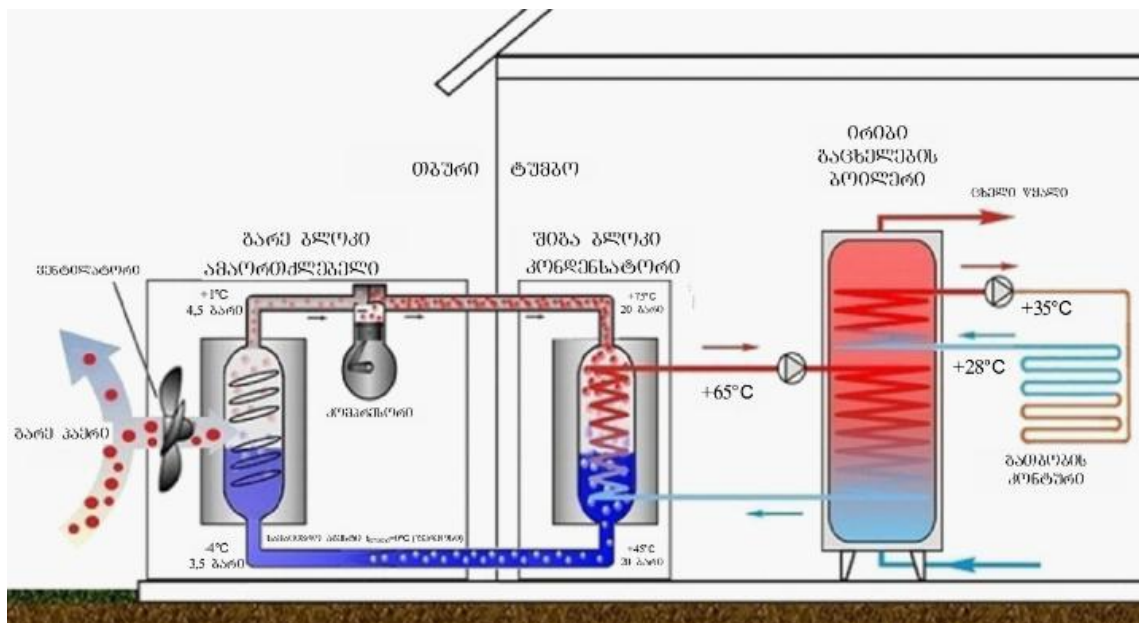
## ძირითადი ნაწილი

ზემოთ ხსენებული ბუნებრივი სითბოს წყაროებიდან (ჰაერი, გრუნტი, წყალი) ყველაზე უფრო გავრცელებულია ჰაერი, რომელიც ყველა გასათბობი შენობის (ბინის) მიღმა უზომო რაოდენობით იმყოფება და რომლიდანაც სითბოს მიღება, შენობის გათბობის მიზნით, უფრო მარტივად მისაღწევია, ვიდრე ბუნებრივი სითბოს დანარჩენი ორი წყაროდან. უკვე არსებულ შენობებში, რომლებიც აღჭურვილია წყლის გათბობის სისტემებით, საკითხი მარტივად გადასაწყვეტია. ასეთ სისტემებში, რომლებიც აღჭურვილია წიაღისეულ სა-

თბობზე მომუშავე თბოგენერატორით (ქვაბით), საჭიროა ამ თბოგენერატორის შეცვლა მისი თბური სიმძლავრის ეკვივალენტური წარმადობის თბური ტუმბოთი, რომელიც არსებულ გათბობის სისტემას მიაწვდის თბომომცველს (წყალს), ამ სისტემის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის, საჭირო პარამეტრებით.

თბური ტუმბო (სურ. 1) მოწყობილობაა, რომელიც შედგება ორი თბოგადამცემისგან (ამორთქლებელი და კონდენსატორი), კომპრესორისა და საფართოებელი სარქვლისაგან (დროსელი). თბური ტუმბოს ჩაკეტილ კონტურში ცირკულირებს სამაცივრო აგენტი (ფრეონი), რომელიც დაბალ ტემპერატურაზე დუღს. გარე ჰაერი ვენტილატორით მიეწოდება ამორთქლებელს, რომელშიც 3,5 ბარი წნევით ცირკულირებს ფრეონი, რომელიც

გარე ჰაერიდან ართმეული სითბოს ხარჯზე თბება  $-4^{\circ}\text{C}$ -დან  $+1^{\circ}\text{C}$ -მდე. შემდეგ მას კომპრესორი შეიწოვს და იკუმშება 20 ბარამდე, შესაბამისად ფრეონის ტემპერატურა  $75^{\circ}\text{C}$ -მდე იზრდება. 20 ბარი წნევით და  $75^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურით ფრეონი გადადის კონდენსატორში, სადაც სითბოს გადაცემს გათბობის სისტემის თბომომცველს (წყალს) და აცხელებს გათბობის სისტემაში მისაწოდებელი წყლის ტემპერატურამდე ( $65^{\circ}\text{C}$ ). კონდენსატორში გაცივებული ფრეონი  $45^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურით და 20 ბარი წნევით გადადის საფართოებელ სარქველში, სადაც ხდება ფრეონის პარამეტრების დადაბლება  $-4^{\circ}\text{C}$  და 3,5 ბარამდე. ამ პარამეტრებით ფრეონი კვლავ ამორთქლებელს მიეწოდება და ციკლი მეორდება. თერმოდინამიკაში ეს ციკლი კარნოს მებრუნებული ციკლის სახელითაა ცნობილი.

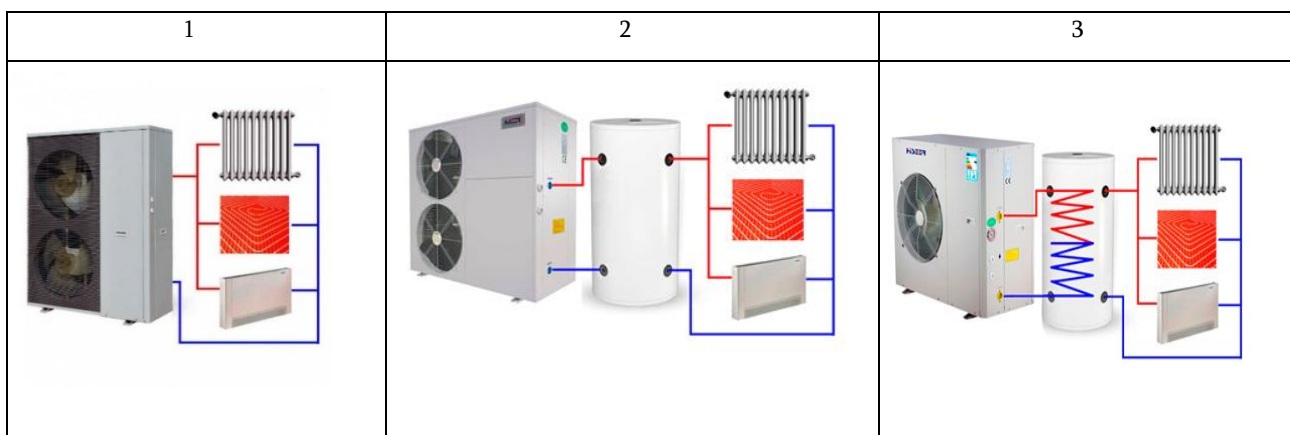


სურ. 1. სითბოს გენერაცია და განაწილება ჰაერ-წყლის თბურტუმბოვან გათბობის სისტემაში

გათბობისა და ცხელი წყლის მისაღებად გამოყენებული ე.წ. „ჰაერ-წყლის“ თბური ტუმბო, ისევე როგორც კონდიციონერი, შეიძლება იყოს მონობლოკი, ასევე სპლიტ შესრულებით. მონობლოკი ტიპის თბური ტუმბოები უმთავრესად გამოიყენება მცირე სიმძლავრის გათბობის სისტემებში, მაგალითად როგორცაა ინდივიდუალური სახლი ან მრავალსართულიან სახლში ცალკეული ბინების გათბობის სისტემა. ეს უკანასკნელი დღეისათვის ფართოდ გამოიყენება საქართველოში მრავალბინიანი სახლების ცალკეული ბინების გათბობის მიზნით გაზზე მომუშავე კედლის ქვაბების გამოყენებით, რომლებიც განთავსებულია მრავალსართულიანი შენობების აივნებზე კოლექტიური საკვამლე მილების გამოყენების გარეშე, რაც სანიტარიული და სამშენებლო ნორმების უბეში დარღვევაა. თბოგენერატორების ასეთი განლაგება, გარდა გარემოს ნამწვი პრობლემებით გლობალური დაბინძურებისა, იწვევს ცალკეულ ბინებში გამონახოლქვების მრავალჯერად შეღწევას. გაზის თბოგენერატორების თბური ტუმბოებით ჩანაცვლება არსებულ შენობას თითქმის ნულოვანი ენერგომოხმარების შენობად ხდის. ასეთ შენობებში გათ-

ბობის სისტემებიდან CO<sub>2</sub>-ის ემისია ნულის ტოლია, ხოლო თბური ენერგიის მიღება შენობის ირგვლივ მყოფი ჰაერის ხარჯზე ხდება.

გათბობის სისტემებში მონობლოკის ტიპის თბური ტუმბოს ჩართვის სამი ძირითადი (ყველაზე უფრო გავრცელებული) სქემა არსებობს, რომელიც წარმოდგენილია მე-2 სურ-ზე. სურათზე წარმოდგენილი 1-ლი სქემა ყველაზე მარტივია, როდესაც მონობლოკური თბური ტუმბო განთავსდება რა გასათბობი შენობის (ბინის) გარეთ, თბოსადენებით უკავშირდება გათბობის უკვე არსებულ ან ახლად მოსაწყობ სისტემას. გათბობის სისტემა შეიძლება იყოს ნებისმიერი, რადიატორებით, ვენტილატორული კონვექტორებით ან იატაკის, როგორც ეს მე-2 სურათზეა წარმოდგენილი. თბური ტუმბო განთავსებული უნდა იყოს გასათბობი შენობის (ბინის) გარეთ, ნებისმიერ ადგილას (გრუნტი, გარე კედელი, სახურავი, აივანი და სხვა) ისე, რომ უზრუნველყოფილ იქნეს საჭირო რაოდენობის ჰაერის აღება და დაცულ იქნეს შენობაზე ხმაურის ზემოქმედების ნორმები, რომელიც თბური ტუმბოს მუშაობის დროს წარმოიქმნება.



სურ. 2. გათბობის სისტემაში მონობლოკური თბური ტუმბოს ჩართვის ძირითადი სქემები

მე-2 სურათზე წარმოდგენილია გათბობის სისტემაში თბური ტუმბოს ჩართვის სქემა ავზ-აკუმულატორის ანუ ბუფერული მოცულობის გამოყენებით. 1-ელი სქემისგან განსხვავებით ამ სქემაში შემოტანილია საკმაოდ ტევადი ბუფერული მოცულობა ცილინდრული ავზის სახით, რომელიც თბურ ტუმბოსა და გათბობის სისტემას შორის დგება. ბუფერული მოცულობა ანუ ავზ-აკუმულატორი, როგორც თბური ენერგიის დამაგროვებელი, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს გათბობის სისტემის ნებისმიერი თბოგენერატორის შემთხვევაში. თბური ტუმბოს მუშაობისათვის ავზ-აკუმულატორი აუცილებელი არ არის. თბური ტუმბო, როგორც ნებისმიერი თბოგენერატორი, ავზ-აკუმულატორის გარეშეც ნორმალურად ფუნქციონირებს, მაგრამ მისი ჩართვა გათბობის სისტემაში ზრდის როგორც სისტემის, ისე მთლიანად შენობის ენერგოეფექტურობას. სითბოს გამომუშავებისა და განაწილების აკუმულირება და განცალკევება კარგ გავლენას ახდენს „ჰაერ-წყლის“ თბური ტუმბოს მუშაობის რეჟიმზე, რაც ჰაერის, როგორც დაბალპოტენციური თბური წყაროს, დღე-ღამური ტემპერატურული რეჟიმის ცვალებადობით აიხსნება.

ავზ-აკუმულატორის მოცულობის სწორი განსაზღვრა გათბობის სისტემის მაღალ თბურ მდგრადობას უზრუნველყოფს. ავზ-აკუმულატორის განსაზღვრის დროს საჭიროა ვისარგებლოთ შემდეგი წესით: ერთ კილოვატ სიმძლავრეზე უნდა ავიღოთ 50–100 ლიტრი მოცულობა. პრაქტიკიდან გამომდინარე ცნობილია, რომ ოთხი სული-საგან შემდგარი ოჯახისათვის საკმარისია 500ლ

ბუფერული მოცულობა. გათბობის სისტემაში ავზ-აკუმულატორის ჩართვისას, ბუნებრივია ისმება კითხვა, როგორ მუშაობს თბური ტუმბო ავზ-აკუმულატორის გამოყენების დროს? როდესაც თბური ტუმბო გამოიმუშავებს სითბოს, შესაძლებელია გადადის ავზ-აკუმულატორში. როდესაც საჭირო გახდება სითბოს მოხმარება, იგი ბუფერული მოცულობიდან გათბობის სისტემას მიეწოდება.

თბური სიმძლავრე, რომლის დაგროვებაც შეიძლება ავზ-აკუმულატორში, საკმაოდ მარტივი ფორმულით გამოითვლება:

$$Q=Gc(t_2-t_1), \quad (1)$$

სადაც  $Q$  არის თბური სიმძლავრე, ვტ;

$G$ –ბუფერულ მოცულობაში წყლის მასა, კგ;

$c$ –თბოშემცველის თბოტევადობა, ჯ/კგ,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_2$ –თბოშემცველის ბოლო ტემპერატურა,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_1$ –თბოშემცველის საწყისი ტემპერატურა,  $^{\circ}\text{C}$ .

შენობის (ბინის) ენერგოეფექტურობის შეფასების მიზნით საჭიროა გამოითვალოს დრო, რომლის დროსაც თბური ტუმბო გამორთულია და გათბობის სისტემა იკვებება ავზ-აკუმულატორში დაგროვილი სითბოს ხარჯზე. ამისათვის საჭიროა (1) ფორმულით გამოთვლილი სითბოს რაოდენობა გავყოთ გათბობის სისტემის თბურ სიმძლავრეზე, რომელიც გასათბობი ფართობის თბოდანაკარგების ტოლია:

$$t=Q/Q_{\text{თბოდან}} \quad (2)$$

დავუშვათ, გასათბობი ბინის თბოდანაკარგია 3კვტ და გვაქვს 500-ლიტრიანი ავზ-აკუმულატორი. თბოშემცველის (წყლის) პარამეტრებია:  $t_2=70^{\circ}\text{C}$ ;  $t_1=35^{\circ}\text{C}$ ; თბოტევადობა –  $C=4200\text{ჯ/კგ, }^{\circ}\text{C}$ ,

მაშინ აკუმულირებული (დაგროვილი) სითბოს რაოდენობა (1) ფორმულის თანახმად იქნება:

$$Q=500\cdot4200(70-35)=73,5\text{მჯ ანუ }20,4\text{კვტ.}$$

ეს აკუმულირებული სითბო საკმარისი იქნება ბინის გასათბობად  $20,4:3=6,8$  სთ, თითქმის 7სთ.

თუ წყლის ნაცვლად თბოშემცველად ვიყენებთ ანტიფრიზს, მაშინ თბოტევადობა იქნება:

$$C=3800\text{ჯ/კგ,}^{\circ}\text{C.}$$

სითბოს აკუმულირების ასეთი გავლენა შენობის გათბობაზე საშუალებას გვაძლევს, რომ თბური ტუმბო დღე-ღამის განმავლობაში ვამუშაოთ სიმძლავრის მაღალი კოეფიციენტით, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია „ჰაერ-წყლის“ თბური ტუმბოსათვის. „ჰაერ-წყლის“ თბური ტუმბოს სიმძლავრის ანუ გარდაქმნის კოეფიციენტი (COP), გარე ჰაერის შედარებით მაღალი ტემპერატურის დროს ( $t_a>5^{\circ}\text{C}$ ),  $4\div5$  აღწევს, რაც იმას ნიშნავს, რომ ერთეული თბური სიმძლავრის მისაღებად  $4\div5$  ჯერ ნაკლები ელექტროენერგიაა საჭირო, ამიტომ სისტემაში თბური ენერგიის მიღებისა და განაწილების რეჟიმი ისე უნდა დავარეგულოთ, რომ თბურმა ტუმბომ დღე-ღამეში უმთავრესად გარე ჰაერის მაღალი ტემპერატურის დროს იმუშაოს.

სქემა 3 (სურ. 2) ითვალისწინებს გათბობის სისტემაში თბური ტუმბოს ჩართვას ცხელი წყლის ბოილერის გავლით. ირიბი გაცხელების ბოილერი, რომელიც შენობის (ბინის) საყოფაცხოვრებო ცხელი წყლით მომარაგებას უზრუნველყოფს, გამოიყენება აგრეთვე როგორც ავზ-აკუმულატორი. ეს სქემა წინა ორი სქემისაგან განსხვავებით უფრო სრულყოფილი და ეკონომიურია, რადგან აქ საჭირო აღარ არის გათბობის სისტემისათვის სპეციალური ბუფერის შექმნა. ცხელი წყლის ბოი-

ლერთან, თბური ტუმბოს მუშა პარამეტრების შესაბამისად, შეიძლება მიერთებულ იქნეს გათბობის ნებისმიერი სისტემა (რადიატორული, კონვექტორული, პანელური).

მონობლოკისაგან განსხვავებით სპლიტ-სისტემის თბური ტუმბო შედგება ორი ბლოკისაგან – გარე და შიგა. გარე ბლოკში განთავსებულია კომპრესორი და ამორთქლებელი, ხოლო შიგაში – კონდენსატორი და მართვის ბლოკი. ეს ბლოკები ერთმანეთთან შეერთებულია ფრეონის მილსადენებით (ფრეონსადენებით), რომელიც ამ ბლოკებს შორის თბური ენერგიის ტრანსპორტირებას ახდენს. ასეთი სახის თბური ტუმბოები მეტი მოქნილობით ხასიათდება, რადგან შიგა ბლოკი შეიძლება განლაგდეს შენობის (ბინის) ნებისმიერ ადგილას ისე, რომ ბინის ექსტერიერზე მისი ვიზუალური ზეგავლენა მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი.

1-ელ სურ-ზე წარმოდგენილი თბური ტუმბოს პრინციპული სქემა სწორედ სპლიტ შესრულებიანაა. ეს სქემა გვიჩვენებს ამ სახის თბური ტუმბოს ჩართვას გათბობის სისტემაში ცხელი წყლის ბოილერის მეშვეობით. როგორც მონობლოკის შემთხვევაში, აქაც ანალოგიურად გამოიყენება ზემოთ განხილული სამი ძირითადი სქემა.

მონობლოკური თბური ტუმბოები ძირითადად ზომიერი კლიმატის და მცირე მოცულობის შენობებში გამოიყენება, სადაც მნიშვნელოვანია კომპაქტურობა და მომსახურების მინიმალური დონე. სპლიტ თბური ტუმბოები კი უკეთესად ასრულებს შენობათა გათბობის მოთხოვნებს მკაცრი კლიმატისა და რთული საინჟინრო ქსელების მქონე მსხვილ ობიექტებზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ მონობლოკური თბური ტუმბო უფრო საიმედო მოწყობილობაა, ვიდრე სპლიტი, რადგანაც კარნოს ციკლი სრულად ხორციელდება თბურ ტუმბოში, რომელიც კონსტრუქციულად ერთ ჩარჩოშია მოქცეული. ამ კონსტრუქციის გარეთ ფრეონის გამოსვლა არ ხდება. თბურ ტუმბოში ფრეონის ყველა მილსადენი აწყობილი და გამოცდილია ქარხნულად, ამიტომ მათში ფრეონის გაჟონვის ალბათობა უფრო ნაკლებია, ვიდრე სპლიტ-სისტემებში.

ზემოთ განხილული სამი სქემით, შენობის არქიტექტურულ-კონსტრუქციული თავისებურებ-

ბისა და კლიმატოლოგიური მონაცემების საფუძველზე, შეიძლება მრავალი კონკრეტული სქემა დამუშავდეს. ერთ-ერთი მათგანი, რომელიც ნაჩვენებია მე-3 სურ-ზე, მოიცავს ზემოთ განხილულ მონობლოკურ თბური ტუმბოვანი გათბობის, გაცივებისა და ცხელწყალმომარაგების ყველა ელემენტს. ეს სქემა (სურ. 3) მოიცავს როგორც ბუფერულ მოცულობას ავზ-აკუმულატორის სახით, ისე ირიბი გაცხელების მოცულობით ბოილერს. სისტემაში ჩართულია აგრეთვე მზის კოლექტორი, საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის წყლის გასაცხელებლად.



სურ. 3. ჰაერ-წყლის მონობლოკური თბური ტუმბოს და მზის კოლექტორის პარალელური ჩართვა გათბობის და ცხელი წყლის სისტემაში

ასეთ სისტემებში დამატებით საჭიროა სამსვლიანი სარქვლის გამოყენება, რომელიც უზრუნველყოფს ცხელი წყლის ბოილერის თბური ენერგიით მომარაგებას, თბური ტუმბოდან ან მზის კოლექ-

ტორიდან. ასეთი სქემით შესაძლებელია აგრეთვე ჰაერის კონდიცირებაც, რომელიც ზაფხულის პირობებში მოახდენს გაცივებასა და გაშრობას, ნორმებით გათვალისწინებული კომფორტული პარა-

მეტრების შესანარჩუნებლად. ჰაერის გაცივებისა და გაშრობის მიზნით გამოიყენება მხოლოდ კონვექტორული და პანელური (იატაკის) სისტემები. ჰაერის კონდიცირების მიზნით სათბობი რადიატორების გამოყენება დაუშვებელია.

გარე ჰაერის ბუნებრივი სითბოს გამოყენება, „ჰაერ-წყლის“ თბური ტუმბოების საშუალებით, მიზანშეწონილია მრავალსართულიანი საცხოვრებელი სახლების ცალკეული ბინებისათვის. ასეთი ბინების საანგარიშო ჯამური თბური დატვირთვა გათბობასა და ცხელ წყალზე 15 კვტ-მდეა, საშუალო კი – გაცილებით ნაკლები. ეკონომიკური გათვლები გვიჩვენებს, რომ „ჰაერ-წყლის“ თბური ტუმბოებით ცალკეული ბინების გათბობა, ბუნებრივ გაზთან შედარებით, უფრო იაფია, რომ არაფერი ვთქვათ მათ უსაფრთხოებასა და საიმედოობაზე. შენობებში

გათბობის ასეთი სისტემების მოწყობა სამომავლოდ მნიშვნელოვნად გაზრდის მათ ენერგოეფექტურობას და თავიდან აგვაცილებს გარემოს დაბინძურებას მავნე გამონაბოლქვებისაგან.

### დასკვნა

შენობათა თბური რეჟიმის შესწავლის საფუძველზე განხილულია გარემო ჰაერიდან სითბოს მიღების საკითხები „ჰაერ-წყლის“ თბური ტუმბოებით და რეკომენდებულია სქემები შენობათა გათბობისა და ცხელწყალმომარაგების უზრუნველსაყოფად. მშენებლობაში ასეთი სისტემების გამოყენება, ზრდის რა შენობათა ენერგოეფექტურობას, მინიმუმამდე დაიყვანს შენობებში თბური ენერგიის მოხმარებას და საერთოდ გამორიცხავს გარემოში მავნე გამონაბოლქვის გაზრდას.

### ლიტერატურა

1. European Parliament. (2010). Directive of The European Parliament: EPBD 2010/31/EU.
2. DIN EN 14511 Leistungszahl (COP).
3. Law of Georgia on Energy Effectiveness 5900, 21/05/2020, Tbilisi.
4. SP 60.13330 Heating, ventilation and air conditioning.

UDC 692.233

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-2-194-202>**Natural Heat of Ambient Air and Its Use for Heating Buildings**

- Mamuli Grdzlishvili** Department of Hydrotechnics and Civil Engineering, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68<sup>b</sup>, M. Kostava str.  
E-mail: mamuligrdzlishvili@gtu.ge
- Alexi Kopaliani** Department of Hydrotechnics and Civil Engineering, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68b, M. Kostava str.  
E-mail: kopalianialexi01@gtu.ge
- Ramaz Museridze** Department of Hydrotechnics and Civil Engineering, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68b, M. Kostava str.  
E-mail: museridzeramaz01@gtu.ge

**Reviewers:**

- A. Gogoladze**, Professor, Faculty of Construction, GTU  
E-mail: a.gogoladze@gtu.ge
- V. Bokeria**, Professor, Faculty of Construction, GTU  
E-mail: bokeriavladimeri01@gtu.ge

**Abstract.** In order to ensure the microclimate in buildings, more and more attention is paid to the use of renewable and alternative energy resources. The natural heat of the environment, which is abundant in the form of air, soil and water resources around heated buildings, is almost unusable in the conditions of modern technical progress. Obtaining thermal energy from the outside air for building heating and hot water supply is relatively simple and easier to achieve than from the ground or natural waters using an "air-water" heat pump. A heat pump is a device that raises the thermal potential of low-temperature outdoor air to the potential needed for heating and hot water supply ( $t_q=35\div 70^\circ\text{C}$ ). "Air-water" heat pumps generate heat even when the outside air temperature drops to minus  $20^\circ\text{C}$ . Replacing gas heat generators (boilers) with heat pumps eliminates the release of millions of tons of harmful substances from buildings into the environment resulting from the burning of fossil heating (gas). The main schemes of inclusion of air heat pumps in heating, cooling and hot water supply systems for both monobloc and split type heat pumps, both with a buffer (tank-accumulator) volume and without it for any heating system (radiator, convector, panel) are discussed. Based on the analysis of the discussed schemes, recommendations for the use of natural air heat through heat pumps in different types of buildings have been developed.

**Keywords:** Air conditioning; Buildings; Construction; Energy efficiency; Heat pump; Heating system; Monoblock; Puffer; Tank-accumulator; Split; Power factor; Heat reception and distribution; Hot water supply.

განხილვის თარიღი 25.12.2024

შემოსვლის თარიღი 21.01.2025

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 16.06.2025