

UDC 615.4

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-1-96-101>

ენერჯის მოთხოვნის შემცირების ინოვაციური მეთოდი ხელოვნური ცინულისსაფარიანი მოედნის ჰაერის კონდიციონირების სისტემაში

- თამაზ ისაკაძე** სამრეწველო ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების აკადემიური დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: tamazisakadze@gmail.com
- გივი გუგულაშვილი** სამრეწველო ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების აკადემიური დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

რეცენზენტები:

- გ. ზერუაშვილი**, სტუ-ის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: zurabjaparidze@yahoo.com
- ს. სულაძე**, საქართველოს მაცივარაგენტების შეგროვების და რეციკლირების ცენტრის დირექტორი ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი
E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

ანოტაცია. სტატიაში წარმოდგენილია ჰაერის კონდიციონირების სისტემა ხელოვნური ცინულისსაფარიანი მოედნებისათვის და ნაჩვენებია თუ როგორ შეიძლება ენერჯის ეკონომია მაცივარის მანქანის კონდენსაციის სითბოს გამოყენებით, რომელიც უზრუნველყოფს გარე ჰაერის საჭირო პარამეტრებს ზაფხულის პერიოდში, ცინულისსაფარიანი მოედნის ზედაპირიდან ჰაერის თბური ნაკადის კომპენსაციისათვის. ჰაერის კონდიციონირების სისტემის

ენერჯის ყველაზე დიდი მოთხოვნილება, რომელიც უზრუნველყოფს ცინულის ზედაპირის მდგომარეობას, არის წელიწადის თბილ პერიოდში. სტატიაში წარმოდგენილი ინოვაციური ტიპის ჰაერის კონდიციონირების სისტემა იძლევა ენერჯის მნიშვნელოვან ეკონომიას. შემუშავებულია ჰაერის კონდიციონირების სისტემის პრინციპული სქემა, რომელიც ემსახურება 1800 მ² ფართობის ცინულისსაფარიან მოედანს და I-d დიაგრამაზე აგებულია და გაანგარიშებული წელიწადის თბილ პერიოდში

მისი მუშაობის რეჟიმი. ამ რეჟიმში განსაზღვრულია მაცივარი მანქანის ენერჯის გარდაქმნის კოეფიციენტი, ასევე ჰაერის კონდიციონერების ამავე სისტემის მუშაობის შესაძლებლობა წელიწადის ციკ პერიოდში.

საკვანძო სიტყვები: ენერჯის დაზოგვა; თბური ტუმბო; მაცივარი მანქანა; ხელოვნური ყინულისსაფარიანი მოედანი; ჰაერის კონდიციონერების სისტემა.

შესავალი

ჰაერის კონდიციონერების სისტემა, რომელიც ემსახურება ხელოვნურ ყინულისსაფარიან მოედანს უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

* ყინულის საფარზე მყოფი ადამიანისათვის ხელოვნური ყინულის საფარიდან 1-1,5 მ სიმაღლეზე შექმნას და შეინარჩუნოს ჰაერის კომფორტული პარამეტრები. მაგალითად, მოციგურავისათვის რეკომენდებულია ყინულის საფარის ზედაპირზე ჰაერის ტემპერატურა $t_3 = 10^{\circ}\text{C}$, ხოლო ფარდობითი ტენიანობა იყოს არაუმეტეს 80%-სა. ამ დროს ყინულის ტემპერატურაა $t_y = -6^{\circ}\text{C}$.

* არ დაუშვას წყლის ორთქლის კონდენსაცია ყინულის ზედაპირზე. ეს მოთხოვნები სრულდება ყინულის ზედაპირზე მომდენი ჰაერის მიწოდებით, რომლის ტემპერატურაც მაღალია ყინულის ზედაპირის ტემპერატურაზე.

* უზრუნველყოს მომდენი ჰაერის თანაბარი მიწოდება ხელოვნური ყინულისსაფარიანი მოედნის მთელ ზედაპირზე.

ძირითადი ნაწილი

ჰაერის კონდიციონერების სისტემა ყველაზე მეტ ენერჯიას ხარჯავს წელიწადის თბილ პერიოდში. მომდენი ჰაერის ტენშემცველობა, როგორც წესი, მნიშვნელოვნად მცირეა გარე ჰაერის ტენშემცველობაზე წელიწადის თბილი პერიოდის პარამეტრებისათვის. როდესაც გარე ჰაერის პარამეტრებია: $t_{გარ} = 26,3^{\circ}\text{C}$, $I_{გარ} = 57,5$ კჯ/კგ, $d_{გარ} = 12,1$ გ/კგ ხელოვნურ ყინულისსაფარიან მოედანზე ციგურაობისას მომდენი ჰაერის ტენშემცველობა უნდა იყოს $d_{გარ} = 5,6$ გ/კგ. მომდენი ჰაერის გაცივებასა და გაშრობაზე ენერჯის ხარჯის შესამცირებლად აუცილებელია რეცირკულირებული გაწოვილი ($t_{რ,გაწ} = 14,5^{\circ}\text{C}$, $d_{რ,გაწ} = 6,8$ გ/კგ $I_{რ,გაწ} = 32$ კჯ/კგ) და სანიტარიული ნორმით დაშვებული გარე ჰაერის ნარევი რაციონალურად გავაცივოთ და გავაშროთ (სურ. 1).

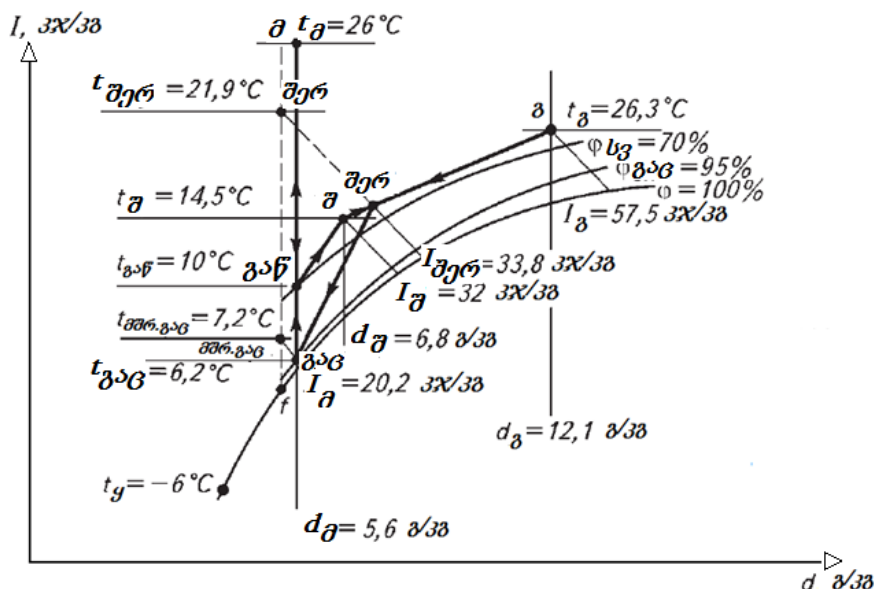
საციგურაო მოედანზე, რომლის ფართობია $F = 1800$ მ², ერთდროულად შეიძლება ციგურაობდეს 30 ადამიანი. ერთი ადამიანისათვის სანიტარიული ნორმით მისაწოდებელი გარე ჰაერის რაოდენობაა $L = 80$ მ³/სთ, მაშინ 30 ადამიანისათვის $L_{გარ} = 30 \times 80 = 2400$ მ³/სთ. მომდენი ჰაერის რაოდენობაა $L_{მოშ} = 34000$ მ³/სთ. მოცემულ შემთხვევაში ჰაერის კონდიციონერების სისტემა აერთიანებს ორ აგრეგატს. თითოეულის სიმძლავრეა $L_{მოშ} = 17000$ მ³/სთ. გამოვიანგარიშოთ რეცირკულირებული

ჰაერის რაოდენობა ერთი მომდენი აგრეგატი-
სათვის:

$$L_{\theta} = \frac{L_{\theta\text{მომ}}}{2} - \frac{L_{\theta\text{გარ}}}{2} = 17000 - 1200 = 15800 \text{ მ}^3/\text{სთ.}$$

გამოვიანგარიშოთ ნარევის ენთალპია:

$$I_{\text{ნარ}} = \frac{L_{\theta\text{გარ}} \times I_{\theta\text{გარ}} + L_{B.P} \times I_{\theta}}{L_{\theta\text{მომ}}} = (1200 \times 57,5 + 15800 \times 32) / 17000 = 33,8 \text{ კჯ/კგ}$$



სურ.1 ჰაერის კონდიციონირების სისტემის მუშაობის რეჟიმი წელიწადის
თბილი პერიოდისათვის I-d დიაგრამაზე.

მომდენი აგრეგატის ჰაერმაცივებელზე ნარევი
 $I_{\text{ნარ}} = 33,8 \text{ კჯ/კგ}$ უნდა გაცივდეს და გაშრეს $d_{\text{გაგ}} =$
 $= d_{\theta} = 5,6 \text{ გ/კგ}$ $t_{\text{გაგ}} = 6,2^{\circ}\text{C}$ $I_{\text{გაგ}} = 20,2 \text{ კჯ/კგ}$. მაცი-
ვარი მანქანის მოთხოვნილი სიცივის მწარმოებლუ-
რობა:

$$Q_{\text{მაცივ.მან}} = L_{\theta\text{მომ}} \times \rho_{\theta\text{მომ}} (I_{\theta\text{მომ}} - I_{\text{გაგ}}) = 17000 \times$$

$$\times 1,23(33,8 - 20,2) / 3600 = 79 \text{ კვტ.}$$

შევამოწმოთ ჰაერმაცივებლის საჭირო ტექნო-
ლოგიური ეფექტურობა. ჰაერის დამუშავების პრო-
ცესისათვის I – d დიაგრამაზე მიღებულია ჰაერის
შემდეგი ტემპერატურული მონაცემები: $t_{\text{შერ.შრ.}}$ =
 $21,9^{\circ}\text{C}$ და $t_{\text{გაგ.შრ.}}$ = $7,2^{\circ}\text{C}$. მივიღოთ რომ ჰაერ-
მაცივებლის მიღებში გადის სიცივის მატარებელი
ტემპერატურით $t_{\text{გაგ.1}} = 2^{\circ}\text{C}$. გამოვიანგარიშოთ

ჰაერმაცივებლის ეფექტურობის ტექნოლოგიური
მაჩვენებელი:

$$\theta_{t_{\text{გაგ}}} = \frac{(t_{\text{შერ.შრ.}} - t_{\text{გაგ.შრ.}})}{(t_{\text{შერ.შრ.}} - t_{\text{გაგ.1}})} = \frac{(21,9 - 7,2)}{(21,9 - 2)} = 0,74$$

$t_{\text{გაგ.შრ.}} = 7,2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის მქონე სიცივის
მატარებლისათვის საჭირო იქნება 79-კილოვატიანი
მაცივარი მანქანა. ყინულის ზედაპირზე უნდა ხვდე-
ბოდეს ისეთ ტემპერატურაზე გახურებული ჰაერი,
რომელსაც შეუძლია ჰაერიდან კონვექციური სით-
ბოს ნაკადის კომპენსირება (ტენ. წერტილი) ყი-
ნულის ზედაპირზე. ყინულის ზედაპირის ტემპე-
რატურაა $t_y = -6^{\circ}\text{C}$. გამოვიანგარიშოთ ჰაერიდან
ყინულის ზედაპირზე კონვექციური სითბოს ნაკადი:

ყინულის მოედნიდან დაშორებით სიმაღლეში დამონტაჟებულია მომდენი ჰაერსატარები მპ, რომლებიც აღჭურვილია DUK – V ტიპის საქშენებით. მომდენი აგრეგატი მ შედგება: ჰაერის მრავალშრიანი სარქვლისაგან 1 მომდენი ჰაერის ნაკადის რეგულირებისათვის, შემრევი სექციისაგან 4, რომელსაც ზედა მხარეს აქვს ჰაერის მრავალშრიანი შემოსასვლელი სარქველი ჰაერის მომდენი და რეცირკულირებული ნაკადის რეგულირებისათვის, ჰაერის ფილტრისაგან 5, ჰაერის მაცივებლისაგან 6, ჰაერის გამახურებლისაგან 7 რომელშიც გაედინება $t_{\text{ფ}} = 35^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის მქონე წყალი, ელექტრო მახურებლისაგან 8 და ელექტროამძრავიანი მომდენი ვენტილატორისაგან. გამწოვი აგრეგატი მოიცავს: ელექტროამძრავიან გამწოვ ვენტილატორს 10, გამყოფ სექციას 11, რომელშიც დამონტაჟებულია ჰაე-

რის სარქველი 3 ატმოსფეროში გასაფრქვევი ჰაერის ხარჯის რეგულირებისათვის. მომდენი აგრეგატის სითბოთი და სიცივით მომარაგება ხორციელდება მაცივარი მანქანის მეშვეობით ოთხი სპირალური კომპრესორის ბაზაზე 12.

დასკვნა

სტატიაში წარმოდგენილი ჰაერის კონდიცირების სქემა იძლევა ენერჯის დანახარჯების მნიშვნელოვანი ეკონომიის საშუალებას ყინულისსაფარიანი საციგურაო მოედნებისათვის მაცივარი მანქანის კონდენსაციის სითბოს გამოყენებით. ამიტომ ასეთი ტექნოლოგიის დანერგვას შეუძლია ძალზე მაღალეფექტიანი გახადოს საციგურაო მოედნების მომსახურება.

ლიტერატურა

1. Megrelidze, T., Jafaridze, Z., Suladze, S., Gugulashvili, G., Goletiani, G., Tefnadze, A., Kvirikashvili, G., Omiadze, Z. (2009). *Refrigerator machines (Piston compressors)*. Tbilisi: Technical University. (pp. 52-53.) (In Georgian);
2. Megrelidze, T., Sadagashvili, E., Beruashvili, G., Gugulashvili, G. (2011). Study the optimal working regimes of refrigerator machines with difficult cycle. *Transactions of Georgian Technical University*, 2(480). (In Georgian);
3. Meyer. Training Manual Refrigeration-AC, ICCT, 2004.
4. System Trouble Shooting Measuring Instruments. Danfoss A/S (RC-SM/MWA), 09-2002.
5. Refrigerant Properties Honeywel. Honeywell International Inc., USA, 2006.
6. Bernshtein, A.S. (n.d). *Thermoelectric Generators*.
7. Regel, A. (n.d). *Thermoelectric Generators*.
8. Karchevsky, A. (n.d). *Thermoelectric materials*.
9. Samoilevich, A. G. (n.d). *Thermoelectric and thermomagnetic methods of energy conversion*.
10. Iordanishvili, E.K. (n.d). *Thermoelectric Power Sources*.

UDC 615.4

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-1-96-101>

Reducing Energy Consumption in Airconditioning Systems for Premises with Artificial Ice Fields

Tamaz Isakadze Academic Department of Mechanical Engineering and Industrial Technology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^a, M. Kostava str.

E-mail: tamazisakadze@gmail.com

Givi Gugulashvili Academic Department of Mechanical Engineering and Industrial Technology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^a, M. Kostava str.

E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

Reviewers:

G. Beruashvili, Associate Professor, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: g.beruashvili@gtu.ge

S. Suladze, Doctor of Technical Sciences, Director of Georgian Refrigerant Recovery and Recycling Center

E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

Abstract. The operation of the air conditioning system (ACS) in the premises with artificial ice fields has been examined. It was shown that it was possible to economize energy when using the heat of condensation of the refrigerating machine providing the needed parameters of incoming air during summer to compensate heat flux from air to the ice surface. The fundamental scheme of the ACS offered to servicing the ice field of 1800 m² is given; the formation of the regime of its operation in summer on I–D diagram is cited; the coefficient of transformation of energy of the refrigerating machine under this regime has been defined. Also, the variant of the ACS operation in winter has been examined.

Keywords: air conditioning system; artificial ice field; energy saving; heat pump; refrigerating machine.

განხილვის თარიღი 11.03.2022

შემოსვლის თარიღი 27.05.2022

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.03.2023