UDC 664.8

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-109-114>

ნახშირბადის დიოქსიდის რეკუპერაცია რანკ-ხილშის ვიხრის მილის გამოყენებით კვების პროდუქტების სიცივით დამუშავებისას

თამაზ ისაკაძე

კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა

E-mail: tamazisakadze@gmail.com

გივი გუგულაშვილი

კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა

E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

რეცენზენტები:

გ. ბერუაშვილი, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის ასისტენტ-პროფესორი

E-mail: Giorgiberua1@mail.ru

ს. სულაძე, საქართველოს მაცივარაგენტების შერეოვების და რეციკლირების ცენტრის დირექტორი, ტ.მ.დ.

E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

ანოტაცია. ნახშირბადის დიოქსიდით კვების პროდუქტების გაყინვის არასაკმარისი მაჩვენებელია მისი გამოყოფილი აირების არარაციონალური გამოყენება. სტატიაში წარმოდგენილია ნახშირბადის დიოქსიდის გამოყენების ინოვაციური მეთოდი, რომელიც მდგომარეობს: ამ ნივთიერების გამოყენებაში არა მარტო კვების პროდუქტების გაყინვის და გაცივების ხაზზე, არამედ გაყინვაზე და გაცივებაზე ნამუშევარი ნახშირბადის დიოქსიდის აირების კვების პროდუქტების სიცივით დამუშა-

ვებისათვის ხელმეორედ საექსპლოატაციოდ. სტატიაში წარმოდგენილია ინოვაციური სამაცივრო მოწყობილობის პრინციპული სქემა, რომელსაც საფუძვლად უდევს რანკ-ხილშის ვიხრის მილის გამოყენება ნახშირბადის დიოქსიდის შემდგომი რეკუპერაციისათვის. ამ მეთოდით რანკ-ხილშის ვიხრის მილი გადაიქცევა თბურ ტუმბოდ, სადაც ხდება როგორც სიცივის ასევე სითბოს გამოყენება.

საკვანძო სიტყვები: გაცივება; გაყინვა; მაცივარაგენტი; რეკუპერაცია ნახშირბადის დიოქსიდი.

შესავალი

ნახშირბადის დიოქსიდის მეშვეობით აწარმოებენ მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის კვების პროდუქტების და ნახევარფაბრიკატების გაყინვას. ამასთან ერთად უნდა აღინიშნოს, რომ ნახშირბადის დიოქსიდის გამოყენებული აირები გაიტყორცნება ატმოსფეროში. სტატიაში გამახვილებულია ყურადღება ნახშირბადის ნამუშევარი აირების რეკუპერაციაზე და პროდუქტის გაციების პროცესზე ნივთიერებათა ნარჩენების გარეშე. ეს წარმოადგენს კვების პროდუქტების სიცივით დამუშავების ენერგოდამზოგავ უნარჩენო ტექნოლოგიას. ვიხრის მილს აქვს უმარტივესი კონსტრუქცია. მას ყოველგვარი მოძრავი ნაწილების გარეშე ბრუნვით მოძრაობაში მოჰყავს დაჭირხნილი ჰაერი. იგი არის მილი, რომლის სიგრძის დამოკიდებულება დიამეტრზე 50-20-ზეა. იგი უერთდება ვიხრის კამერას.

კამერაში მიეწოდება დაჭირხნილი ჰაერი. მილში მოძრაობისას დაჭირხნილი ჰაერი ტანგენციალური ძალების გავლენით იწყებს ბრუნვით მოძრაობას და გადაადგილდება მილში. როდესაც ჰაერი დაეჯახება მილის ბოლოში მყოფ კონუსურ სარქველს, დაჭირხნილი ჰაერის მხოლოდ გარე ფენებს შეეძლება მილის გარეთ გამოტყორცნა. გამოტყორცნილი ჰაერის ტემპერატურა იქნება კამერაში მიწოდებულ ჰაერის ტემპერატურაზე მაღალი, ამიტომ ამ ნახვრეტს ეწოდება ცხელი ჰაერის გამოსასვლელი. ჰაერის დანარჩენი ნაწილი კი დაბრუნდება უკან. ვიხრის კამერის მეორე მხარეს არის ნახვრეტი, რომლის დიამეტრიც ვიხრის მილის შიგა დიამეტრზე ნაკლებია. უკან დაბრუნებული ჰაერი გამოდის ამ ნახვრეტიდან მიწოდებულზე უფრო დაბალი ტემპერატურით. ამიტომ მას ეწოდება ცივი ჰაერის გამოსასვლელი (სურ.1).

სურ. 1. ვიხრის მილის პრინციპული სქემა

ძირითადი ნაწილი

როგორც ცნობილია რანკ-ხილშის ვიხრის მილს აქვს დაბალი მ.ქ. კოეფიციენტი. ამიტომ ვიხრის მილების გამოყენება სამაცივრო და კონდიციონერების მრეწველობაში ფართო მასშტაბით არ ხდება. კლასიკური კონსტრუქციის ვიხრის მილებისათვის

საჭიროა 30 ÷ 50 ატმოსფერული წნევით დაჭირხნილი ჰაერის მიწოდება, რომელიც ვიხრის მილში გავლის შემდგომ გაიყოფა ცივ და ცხელ ნაკადებად.

სტატიაში წარმოდგენილი ინოვაციური სამაცივრო დანადგარის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია მე-2 სურ-ზე. სამაცივრო დანადგარი გამოიყენება

კვების პროდუქტების სიცივით დამუშავებისათვის.

დანადგარი მოიცავს ორ ვიხრის მილს (პოზ.4 და პოზ. 11). იგი მუშაობს შემდეგნაირად: გაცივების ძირითად ხაზზე ნამუშევარი ნახშირბადის დიოქსიდის აირი ფილტრ-გამომშრობის (პოზ. 8) გავლით შეიწოვება მძლავრი ვენტილატორის (პოზ.9) მიერ (ასეთივე ვენტილატორი დამონტაჟებულია დაჭირხვნის ხაზზე პოზ. 14) და იჭირხნება ვიხრის

მილში (პოზ. 11) შემავალი პორტიდან (პოზ. 10). ვიხრის მილში ხდება გაჭირხნილი ნახშირბადის დიოქსიდის აირის გაყოფა თბილ და ცივ ნაკადად. ნახშირბადის დიოქსიდის ცივი ნაკადი ვენტილატორის (პოზ. 14) მეშვეობით და დროსელების (პოზ. 13 და 15) გავლით მიეწოდება კვების პროდუქტების გაცივების ხაზს.

სურ. 2. ინოვაციური სამაცივრო დანადგარის პრინციპული სქემა. 1, 12-ვიხრის მილების ცივი ჰაერის გამოსასვლელები, 2-ვიხრის მილის დროსელი, 3-ცხელი ჰაერის გამოსასვლელი, 4, 11- ვიხრის მილები, 5, 10- ვიხრის მილების შემავალი პორტები, 6, 13,15-გარე დროსელები, 7-უკუსარქველი, 8-ფილტრ-გამომშრობი, 9-მაღალი წნევის ვენტილატორი, 11-საწინააღმდეგო დინებების ვიხრის მილი, 14, 16-დაბალი წნევის ვენტილატორები

ნახშირბადის დიოქსიდის ცხელი ნაკადი კი ვენტილატორის (პოზ. 16) მეშვეობით მიეწოდება მეორე ვიხრის მილს (პოზ. 4). მეორე ვიხრის მილში ისევე როგორც პირველში ხდება მიწოდებული ნახშირბადის დიოქსიდის ცხელი ნაკადის გაყოფა ორ ნაწილად, მხოლოდ მეორე ვიხრის მილში

მიწოდებული აირის დოზა თითქმის განახევრებულია. მეორე ვიხრის მილში მიწოდებული აირის ნაკადის გაყოფისას ცივი ნაკადი დროსელის (პოზ. 6) და უკუსარქველის (პოზ. 7) გავლით ერევა პირველ ვიხრის მილში მისაწოდებელ თბილ ნახშირბადის დიოქსიდის ნაკადს და მაღალი წნევის

ვენტილატორის მეშვეობით იჭირხნება პირველ ვიხრის მილში (პოზ. 14). ამრიგად, დანადგარში ხორციელდება ნახშირბადის დიოქსიდის რეკუპერაცია. ვიხრის მილიდან (პოზ. 4) ცხელი აირის ნაკადი გამოიტყორცნება ცხელი აირის გამოსასვლელიდან (პოზ. 3). თუ აირის ცხელ და ცივ ნაკადებს მივანიჭებთ თანაბარ წილებს, მაშინ ერთი ვიხრის მილის მქონე დანადგარში დანაკარგი იქნებოდა აირის 50%, ორი ვიხრის მილის შემცველ დანადგარში კი დანაკარგი იქნება 25%. ამრიგად მიღებული ინოვაციური მაცივარი დანადგარი შეიძლება შევადაროთ ორსაფეხურიან მაცივარ მანქანას, სადაც ვიხრის მილების რაოდენობის გაზრდით ენერგოგანაკარგები შესაძლოა ნულამდეც კი დავიყვანოთ და მანქანის მარგი ქმედების კოეფიციენტი მნიშვნელოვნად ამაღლდეს.

დასკვნა

სტატიაში წარმოდგენილი ინოვაციური კონსტრუქციის მაცივარი მანქანა, რომელიც მუშაობს ნახშირბადის დიოქსიდის რეკუპერაციაზე, რანკ-ხილშის ვიხრის მილების გამოყენებით, აჩენს დიდ პერსპექტივას მომავალი თაობების მაცივარ დანადგარებში ვიხრის მილებიანი კონსტრუქციების ინოვაციური ტექნოლოგიების ფართო დანერგვაზე. ასეთი ტიპის მაცივარ მანქანებს არ ჭირდებათ ძვირადღირებული მაცივარაგენტები და სამაცივრო ზეთები და დაბეჯითებით შეიძლება ითქვას რომ ახლო მომავალში კომპრესიული ტიპის მაცივარ მანქანებს წარმატებით შეიძლება ჩაენაცვლოს სტატიაში წარმოდგენილი ინოვაციური კონსტრუქციის მაცივარი მანქანა.

ლიტერატურა

1. Megrelidze, T., Jafaridze, Z., Goletiani, G., Gvachliani, V., Gugulashvili, G., Beruashvili, G., Shushulashvili, T., Sadaghashvili, E. (2012). Processies and Apparatus for Produce of Food Products and Cool. Tbilisi: *Georgian Technical University*, 275. (In Georgian);
2. Megrelidze, T., Shekhriladze, I., Gugulashvili, G., Gvachliani, V. (2013). Thermal, cooling and pulsate pipes. Tbilisi: *Georgian Technical University*, 148. (In Georgian);
3. Megrelidze, T., Vezirishvili, O., Gvachliani, V., Gugulashvili, G., Fochkhidze, I. (2015). Heat Pump. Tbilisi: *Georgian Technical University*, 161. (In Georgian);
4. System Trouble Shooting Measuring Instruments. (2002). Danfoss A/S (RC-SM/MWA).
5. Refrigerant Properties Honeywel. (2006). USA: *Honeywell International Inc.*

UDC 664.8

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-109-114>

Carbon Dioxide Recuperation Using a Ranque-Hilsch Vortex Tube for Refrigerated Food Processing

Tamaz Isakadze

Department of Food Industry, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi,
68^a M. Kostava str

E-mail: tamazisakadze@gmail.com

Givi Gugulashvili

Department of Food Industry, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi,
68^a M. Kostava str.

E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

Reviewers:

C. Beruashvili, Assistant Professor, Faculty of Transport and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: Giorgiberua1@mail.ru

S. Suladze, Director of the Director of Georgian Refrigerant Recovery and Recycling Center

E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

Abstract. The disadvantage of the technological process of freezing food products using carbon dioxide is the irrational use of its waste vapors. From the authors' point of view, it is desirable to use carbon dioxide not only directly on the line for freezing and cooling food raw materials. Cooling of carbon dioxide vapors after processing on freezing lines with further use for refrigeration looks promising, for example, for freezing food materials, for which the freezing temperature according to the technological instructions can be higher than the boiling point of carbon dioxide -78 °C.

An innovative refrigeration machine based on a Ranque-Hilsch vortex tube has been developed for cooling waste carbon dioxide for further use in the refrigeration processing of food products. It is based on carbon dioxide recovery technology.

Key words: carbon dioxide; cooling; freezing; recuperation; refrigerant.

UDC 664.8

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-109-114>

Рекуперация диоксида углерода с помощью вихревой трубы Ранка-Хилша для холодильной обработки пищевых продуктов

Тамаз Исакадзе Департамент пищевой промышленности, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 68^ა
E-mail: tamazisakadze@gmail.com

Гиви Гугулашвили Департамент пищевой промышленности, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 68^ა
E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

Рецензенты:

Г. Бериашвили, ассоциированный профессор факультета транспорта и машиностроения ГТУ
E-mail: Giorgiberua1@mail.ru

С. Суладзе, Директор Центра сбора и рециклирования холодильников
E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

Аннотация. Недостаток технологического процесса замораживания пищевых продуктов с помощью диоксида углерода состоит в нерациональном применении его отработанных паров. С точки зрения авторов желательно использовать диоксид углерода не только на линии замораживания и охлаждения пищевого сырья. Перспективным выглядит охлаждение паров диоксида углерода после отработки на линиях замораживания с дальнейшим использованием для холодильной обработки, например, для замораживания пищевых материалов, для которых температура замораживания по технологической инструкции может быть выше температуры кипения диоксида углерода – 78°C.

Разработана инновационная холодильная машина на основе вихревой трубы Ранка-Хилша для охлаждения отработанного диоксида углерода с целью дальнейшего использования при холодильной обработке пищевых продуктов. В основу положена технология рекуперации диоксида углерода.

Ключевые слова: диоксид углерода; замораживание; охлаждение; рекуперация; хладагент.

განხილვის თარიღი 07.10.2021

შემოსვლის თარიღი 21.04.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.09.2021