

UDC 621.397.2

SCOPUS CODE 2102

სოფლის მეურნეობის პროდუქტების შრომა თხევადი აზოტის გამოყენებით

- თ. მეგრელიძე** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68°
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com
- თ. ისაკაძე** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68°
E-mail: tamazisakadze@gmail.com
- გ. გუგულაშვილი** კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 68°
E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

რეცენზენტები:

ზ. ჯაფარიძე, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: zurabjaparidze@yahoo.com

გ. გვირიკაშვილი, შპს „ქართუნივერსალის“ ტექნიკური მენეჯერი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: gosha1974@mail.ru

ანოტაცია. განხილულია ხილის საშრობი და-
ნადგარი, რომელიც მუშაობს კრიოგენული ტექნო-
ლოგიის მეშვეობით. კრიოგენტად გამოიყენება
თხევადი აზოტი. როგორც ცნობილია, თხევადი
აზოტის დუდილის ტემპერატურა ერთ ატმოსფერო
წნევაზე აღწევს – 196°C-ს, ამიტომ ასეთ დაბალ
დუდილის ტემპერატურაზე შემუშავებულ საშრობ
დანადგარს შეუძლია მნიშვნელოვნად გაზარდოს
პროდუქტის შრობის ეფექტურობა. ასეთი ტიპის
დანადგარი კლასიკური ტიპის საშრობისგან
გამორჩევა საკმაო სიიფით. იგი არ საჭიროებს
ძვირი კომპრესორულ-კონდენსატორული აგრეგა-
ტების, ტუმბოების, საორთქლებლების, ავტომა-

ტიზაციის მაკონტროლებელი ხელსაწყოების, მაცი-
ვარაგენტების და სამაცივრო ზეთების გამოყენებას.

თხევადი აზოტი არის ინერტული აირი. იგი
ეკოლოგიურად აბსოლუტურად უსაფრთხოა და
აქვს ოზონის შრის დაშლის და გლობალური დათ-
ბობის ნულოვანი პოტენციალი, ამიტომ იგი არ
ახდენს მავნე ზემოქმედებას სოფლის მეურნეობის
პროდუქტებზე. დანადგარის მუშაობისას თხევადი
აზოტის დანახარჯი საკმაოდ მცირეა, რაც გამო-
რიცხავს დიუარის ჭურჭლის თხევადი აზოტით
დატვირთვის ხშირ პროცედურას.

საკვანძო სიტყვები: დიუარის ჭურჭელი; ვა-
კუუმ-ტუმბო; თხევადი აზოტი; მანომეტრი; სო-
ლენოიდური ვენტილი.

შესავალი

აზოტი აუცილებელი ელემენტია ცოცხალი არსებებისა და მცენარეებისათვის. ის შედის ცილის (მასის 16—18 %), ამინომჟავას, ნუკლეინმჟავას, ნუკლეოპროტეიდის, ქლოროფილის, ჰემოგლობინისა და სხვათა შედგენილობაში. აქედან გამომდინარე, აზოტის ატომების მნიშვნელოვანი ნაწილი არსებობს ცოცხალი ორგანიზმების შედგენილობაში.

1 ლიტრი თხევადი აზოტი, აორთქლებისა და გახურებისას 20°C-ზე, წარმოქმნის 700 ლიტრ აირს. ამიტომაც თხევად აზოტს ინახავენ სპეციალურ, დიუარის ჭურჭელში ღია ტიპის ვაკუუმური იზოლაციით ან კრიოგენურ ჭურჭელში წნევის ქვეშ. ამ ფაქტზეა დაფუძნებული ხანძრის ქრობაც თხევადი აზოტით. აორთქლებისას აზოტი აძეგვს ჟანგბადს, რომელიც საჭიროა წვისთვის და ხანძარიც ქრება. რადგან აზოტი მხოლოდ აორთქლდება წყლისაგან განსხვავებით, ქრობისას ის უფრო ეფექტურია.

კვების მრეწველობაში აზოტი დარეგისტრირებულია როგორც საკვები დანამატი E941, როგორც აირივანი გარემო შეფუთვისა და შენახვისათვის, მაცივარი საშუალება. თხევადი აზოტი გამოიყენება ზეთის და არაგაზირებული სასმელების ჩამოსხმისას.

თხევადი აზოტით გაცივების სისტემა ძალიან მარტივი და საიმედოა. ასეთი დანადგარი არ აბინძურებს გარემოს, უხმაუროა და საჭირო ტემპერატურას იჭერს ავტომატურად, უფრო მეტიც, იქმნება ინერტული გარემო სადაც იზოცება ბაქტერიები და შესაძლებელია პროდუქტების გემო და არომატი არ იკარგება. ასეთი დანადგარები გამოიყენება ყურძნის, ატმის და სხვადასხვა სახეობის ხილის გადასატანად.

ძირითადი ნაწილი

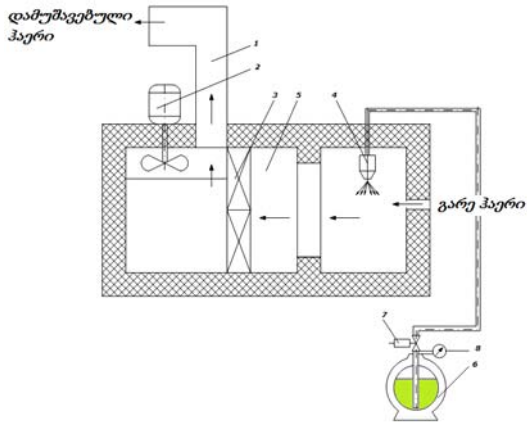
როგორც ცნობილია, სოფლის მეურნეობის პროდუქტის შენახვის ერთ-ერთი საშუალება არის მისი შრობა სპეციალურ საშრობში. კლასიკური ტიპის საშრობში იყენებენ სამაცივრო აგრეგატებს, რომლებიც ჰაერს აცივებენ და მნიშვნელოვნად ამცირებენ მის ტენშემცველობას.

როგორც ვიცით, საქართველოში მაცივარაგენტები და სამაცივრო ზეთები არ იწარმოება, ამიტომ სამაცივრო მეურნეობა მთლიანად დამოკიდებულია იმპორტირებულ მასალებზე, რომელთა ფასი მსოფლიო ბაზარზე მუდმივად იზრდება. დაისვა საკითხი, ზემოთ აღნიშნული დანადგარები გადაეყვანათ ისეთ მუშა სხეულებზე, რომელთა მიღებაც შესაძლებელი იქნებოდა ჩვენს ქვეყანაში.

ამ მიზნის განხორციელების ერთ-ერთი გზა არის მაცივარაგენტის ნაცვლად კრიოგენტის, კერძოდ თხევადი აზოტის გამოყენება და, მაშასადამე, მაცივარი დანადგარის კრიოგენური დანადგარით ჩანაცვლება.

პირველ სურათზე მოცემულია კრიოგენური საშრობი დანადგარის პრინციპული სქემა. თხევადი აზოტი ასხია დიუარის ჭურჭელში, რომელზეც დამონტაჟებულია სოლენოიდური ვენტილი და მანომეტრი. დიუარის ჭურჭლიდან მილგაყვანილობით თხევადი აზოტი ხვდება ღერძულა ტიპის ფრქვევანაში, ფრქვევანას კონსტრუქციაში გათვალისწინებულია სპეციალური სადებები და შემრეველები, რომლებიც უზრუნველყოფენ თხევადი აზოტის გაფრქვევის დიდ კუთხეს. თხევადი აზოტის მიწოდება რეგულირდება სოლენოიდური ვენტლის მეშვეობით. გაშხეფებული თხევადი აზოტის მცირედისპერსიული ნაკადი ეხება საშრობი კამე-

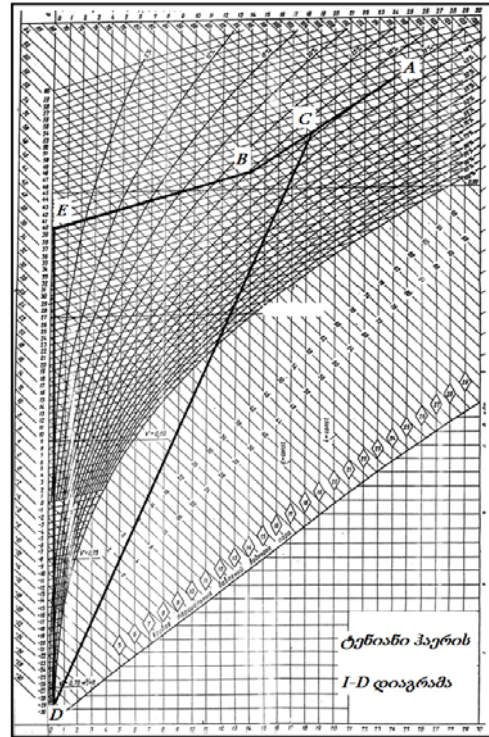
რის ჰაერს და მისი ტემპერატურა ჩამოჰყავს -50°C -მდე. ჰაერის გაცივება მიმდინარეობს შემხეფების პროცესთან თითქმის მყისად და გაცივებასთან დაკავშირებული დროის დანაკარგი ნულის ტოლად შეიძლება ჩაითვალოს.



სურ. 1. მომდენი ჰაერსატარი-1, ცენტრიდანული ვენტილატორი-2, კალორიფერი-3, ფრქვევანა-4, ზამათბობელი სექცია-5, დიუარის ჭურჭელი-6, სოლენოიდური ვენტილი-7, მანომეტრი-8

ამის შემდეგ გაცივებული ჰაერი მიემართება საშრობი დანადგარის გათბობის სექციაში, სადაც იგი ხვდება გაწიბოვებული ზედაპირის მქონე კალორიფერს, სადაც ცირკულირებს 60°C ტემპერატურის ცხელი წყალი. კალორიფერის გაწიბოვებულ ზედაპირთან შეხებისას ჰაერი ხურდება 40°C ტემპერატურამდე და ცენტრიდანული ვენტილატორით მომდენი ჰაერსატარის გავლით მიეწოდება ხილის საშრობ საკანს. ამრიგად, კრიოგენური ტიპის საშრობ დანადგარში მიმდინარეობს ჰაერის დამუშავების შემდეგი პროცესები: 1) გაცივება – გაშრობის თანხლებით და 2) გახურება.

თუ ჰაერის დამუშავების პროცესს გამოვსახავთ I-D დიაგრამაზე, მას ექნება შემდეგი სახე (სურ. 2):



სურ. 2. ჰაერის დამუშავების პროცესი I-D დიაგრამაზე

რადგან გასაშრობ პროდუქტად აღებულია ხილი, ამიტომ საშრობ საკანში გათვალისწინებული უნდა იყოს გარე ჰაერის მიწოდებაც, ე. ი. უნდა მოხდეს გარე ჰაერისა და შიგა ჰაერის შერევა და საშრობ საკანში მიეწოდოს გარე და შიგა ჰაერის ნარევი. ჰაერის დამუშავების პროცესი ასეთია: გარე ჰაერი ერევა შიგა ჰაერს გარკვეული პროპორციით (AB წირი). შერევის წერტილიდან ნარევი ცივდება და შრება კრიოგენტის მეშვეობით (CD წირი). ამ დროს ჰაერს მაქსიმალურად სცილდება ტენი, ხოლო D წერტილიდან მიმდინარეობს ჰაერის გახურების პროცესი (CB წირი), რომელიც მომდინარეობს გაცივებული ჰაერის კალორიფერის გაწიბოვებულ ზედაპირთან შეხების შემდეგ.

საშრობის გაანგარიშებას ვაწარმოებთ შემდეგნაირად:

I. თბოშენაკადების გაანგარიშება

1. მომსახურე პერსონალისაგან შემოსული თბოშენაკადები,
2. მოწყობილობებისაგან შემოსული თბოშენაკადები,
3. განათებისაგან შემოსული თბოშენაკადები,
4. საშრობი მასალისაგან შემოსული თბოშენაკადები,
5. ინფილტრაციით შემოსული თბოშენაკადები,
6. შემოფარგვლიდან შემოსული თბოშენაკადები.

ამის შემდეგ ვანგარიშობთ ჯამურ თბოშენაკადებს:

$$\sum Q = Q_{ბაღიბი} + Q_{მოწყ} + Q_{გან} + Q_{მას} + Q_{ინფ} + Q_{შემ}$$

II. ტენშენაკადების გაანგარიშება

1. მომსახურე პერსონალისაგან შემოსული ტენშენაკადები,
2. საშრობი მასალიდან შემოსული ტენშენაკადები,
3. ინფილტრაციით შემოსული ტენშენაკადები.

ვანგარიშობთ ჯამურ ტენშენაკადებს:

$$\sum W = W_{ბაღიბი} + W_{მას} + W_{ინფ}$$

III. ვანგარიშობთ თბოტენიანობის კოეფიციენტს

$$\varepsilon = \frac{\sum Q}{\sum W}$$

IV. გარე ჰაერის რაოდენობას ვირჩევთ სანიტარიული ნორმის მიხედვით.

V. ვანგარიშობთ მიწოდებული ჰაერის რაოდენობას

$$L = \frac{\sum Q}{\rho \times c_p \times \Delta t} \text{ მ}^3/\text{წმ}$$

VI. ვანგარიშობთ დატვირთვას კალორიფერზე

$$Q_{კალ} = \rho \times L \times \Delta i \text{ კვტ}$$

დასკვნა

ხილის საშრობის განხილული კრიოგენული დანადგარი არის მაცივარაგენტზე მომუშავე საშრობის ალტერნატივა. თხევადი აზოტი გამოირჩევა სიიფით. მისი მიღება საქართველოში შესაძლებელია უპრობლემოდ მაშინ, როდესაც საქართველო არ აწარმოებს მაცივარაგენტებს, თხევადი აზოტის გამოყენება მუშა სხეულად გამოირჩევა ფულადი დანახარჯების დიდი ეკონომიით. ამრიგად, ასეთი კონსტრუქციის საშრობი აპარატების წარმოება დიდად წაადგება ქვეყნის ეკონომიკას.

ლიტერატურა

1. Megrelidze T., Gugulashvili G., Sadagashvili E. Effect of the shape of the object to be frozen on the duration of freezing. Tbilisi: "Teqniki Universiteti". № 2 (472). 2009. 100-103 pp. (in Georgian).
2. Megrelidze T., Sadagashvili E., Mgebrishvili S., Gugulashvili G. Theoretical analysis of food products freezing and defrosting processes. Collection of works of the international scientific conference "New Technologies in Modern Industry". Tbilisi. 2010, 14-17 pp. (in Georgian).
3. Megrelidze T., Maglakelidze N., Gugulashvili G. Device for the tires freezing. Tbilisi: "Transport and Machine Building". № 2 (36). 2016, 85-94 pp. (in Georgian).

4. System trouble shooting measuring instruments. Danfoss A/S (RC-SM/MWA), 09-2002 (in Russian).
 5. Honeywell refrigerants. Honeywell International Inc. 2006. (in English).
-

UDC 725.355
SCOPUS CODE 2102

Drying of agricultural products using liquid nitrogen

- T. Megrelidze** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com
- T. Isakadze** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: tamazisakadze@gmail.com
- G. Gugulashvili** Department of Food Industry, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str, 0175 Tbilisi, Georgia
E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

Reviewers:

Z. Japaridze, Professor, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: zurabjaparidze@yahoo.com

G. Kvirikashvili, Candidate of Engineering Sciences, Technical Manager of LTD “Cartu Universal”

E-mail: gosha1974@mail.ru

Abstract. A fruit drying machine is introduced, which operates using cryogenic technology. Liquid nitrogen is used as a cryogen. As it is known, the boiling point of liquid nitrogen at one atmospheric pressure reaches -196 °C, so a drying device developed at such low boiling temperatures can significantly improve the drying efficiency of the product. This type of machine differs from the traditional types of dryers with quite low cost. This does not require the use of high-value condensing units, pumps, evaporators, automatic control devices, refrigerants and refrigeration oils.

Liquid nitrogen is an inert gas. It is environmentally safe and has zero potential for ozone depletion and global warming. That's why it cannot harm agricultural products. When working with the device, the consumption of liquid nitrogen is very small, this eliminates the frequency of loading of liquid nitrogen in Dewar flask.

Key words: Dewar flask; liquid nitrogen; manometer; solenoid valve; vacuum pump.

UDC 725.355
SCOPUS CODE 2102

Сушка сельскохозяйственной продукции с использованием жидкого азота

- Мегрелидзе Т.Я.** Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: tmegrelidze@yahoo.com
- Исакадзе Т.А.** Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: mai
- Гугулашвили Г.Л.** Департамент пищевой индустрии, Грузинский технический университет, Грузия, 0175, Тбилиси, ул. М. Костава, 68^ა
E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

Рецензенты:

З. Джапаридзе, профессор факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: zurabjaparidze@yahoo.com

Г. Квирикашвили, кандидат технических наук, технический менеджер ООО «Картууниверсал».

E-mail: gosha1974@mail.ru

Аннотация. Представлена машина для сушки фруктов, которая работает с использованием криогенной технологии. В качестве криогена используют жидкий азот. Как известно, температура кипения жидкого азота на одном атмосферном давлении достигает $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, поэтому сушильное устройство, разработанное при таких низких температурах кипения, может значительно повысить эффективность сушки продукта. Этот тип машины отличается от классических типов сушилки достаточно низкой стоимостью. Это не требует использования высокоценных компрессорно-конденсационных агрегатов, насосов, испарителей, устройств управления автоматикой, хладагентов и холодильных масел.

Жидкий азот представляет собой инертный газ. Он экологически безопасен и имеет нулевой потенциал разрушения озонового слоя и глобального потепления. Вот почему он не может нанести вред сельскохозяйственной продукции. При работе с устройством расход жидкого азота очень мал, это устраняет частоту загрузки жидкого азота в сосуд Дюара.

Ключевые слова: вакуумный насос; жидкий азот; манометр; соленоидный вентиль; сосуд Дюара.

განხილვის თარიღი 15.06.2018

შემოსვლის თარიღი 25.06.2018

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 28.12.2018