

UDC 615.4

SCOPUS CODE 2210

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-4-243-248>

სატრანსპორტო მოწყობილობა სითხეებისათვის

ამირან ლაზარაშვილი	მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ა E-mail: aka.lazarashvili@gmail.com
გივი გოლეტიანი	მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ა E-mail: g.goletiani@yahoo.com
ზურაბ ლაზარაშვილი	მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ა E-mail: zurab.lazarashvili@gtu.ge
გივი გუგულაშვილი	მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ა E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

რეცენზენტები:

ხ. ამჟოლაძე, სტუ-ის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: kh.amkholadze@gtu.ge

ზ. ჯაფარიძე, სტუ-ის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის ემერიტუსი

E-mail: Z.Jafaridze@gmail.com

ანოტაცია. ჩვეულებრივ სითხეებში ტრანსპორტირებისას წარმოქმნილი ტალღებით აღძრული არასასურველი ვიბრაციები, სასურსათო სითხეების შემთხვევაში, იწვევს მათი ხარისხის მნიშვნელოვან გაუარესებას. სითხის ტალღების წარმოქმნისა და ხარისხის გაუარესების თავიდან აცილების მიზნით

შემოთავაზებულია სატრანსპორტო რეზერვუარის შიგნით პნევმატიკური ბალონის განლაგება, რომელიც გარედან მიწოდებული ჰაერით გაბერვის შედეგად რეზერვუარში უზრუნველყოფს სითხის ჭარბი წნევის შექმნას. ეს გამორიცხავს რეზერვუარში სითხის მოძრაობას, ტალღებით გამოწვეული

ინერციის ძალების წარმოქმნას და პროდუქტის ხარისხის გაუარესებას.

საკვანძო სიტყვები: ელასტიკური ბალონი; ელექტრომაგნიტური ვენტილი; კომპრესორი; რეზერვუარი; სასურსათო სითხე; ჰაერი.

შესავალი

კვების მრეწველობის ძირითადი ნედლეულია სოფლის მეურნეობის მიერ მოწეული მოსავალი, რაც ამ ნედლეულის ტრანსპორტირებისათვის განაპირობებს შესაბამისი სატრანსპორტო საშუალებების აუცილებელ გამოყენებას. ეს აუცილებლობა აგრეთვე დაკავშირებულია ამა თუ იმ პროდუქტის პირველადი და მეორეული გადამამუშავების საწარმოებს შორის ნედლეულის ტრანსპორტირებასთან. ამის მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ რძის ტრანსპორტირება მესაქონლეობის ფერმებიდან გადამამუშავებელ ქარხნებში, ღვინის გადატანა პირველადი მეღვინეობის ქარხნიდან ჩამომსხმელ საწარმოებში და სხვა.

კვების მრეწველობის მნიშვნელოვან პროდუქციას თხევადი პროდუქტები მიეკუთვნება [1, 2]. როგორც მყარი, ისე ფხვიერი და თხევადი პროდუქტების ტრანსპორტირება ფართოდ გამოიყენება მრეწველობის პრაქტიკულად ნებისმიერ დარგში, მაგრამ კვების მრეწველობა იმით გამოირჩევა, რომ სასურსათო პროდუქტები ტრანსპორტირების განსაკუთრებულ პირობებს [3, 4] მოითხოვს, რათა მათი ხარისხი არ გაუარესდეს. სხვა დარგის პროდუქციისაგან განსხვავებით, სასურსათო პროდუქტები

ადვილად ზიანდება, კარგავს დამახასიათებელ და ხარისხის განმსაზღვრელ თვისებებს (ფერს, გემოს, არომატს, კონსისტენციას, მექანიკურ შედგენილობას). ამიტომ, სასურსათო პროდუქტების, მათ შორის სითხეების, ტრანსპორტირებისათვის აუცილებელია განსაკუთრებული, სპეციალური პირობების შექმნა [5].

ძირითადი ნაწილი

სითხეების ტრანსპორტირების (როგორც საზღვაო, ისე საავიაციო, სარკინიგზო და საავტომობილო) შემთხვევაში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან სირთულეს ქმნის ბიძგებით გამოწვეული შენჯღრევა. ასეთი მექანიკური ზემოქმედება განაპირობებს სითხეში არსებული ნაწილაკების და სითხის ცალკეული ფენების ინტენსიურ გადაადგილებას და ამით მისი ხარისხის გაუარესებას. გარდა ამისა, ჭურჭელში არსებული სითხის შენჯღრევა განაპირობებს ამ სითხეში ტალღების წარმოქმნას, რომლებიც ცვალებადი მიმართულების დამატებითი ინერციის ძალებს ქმნის. ასეთი ინერციის ძალები უარყოფითად მოქმედებს ნებისმიერ სატრანსპორტო საშუალებაზე. ინერციის გამომწვევი სითხის ტალღების საწინააღმდეგო საუკეთესო საშუალებაა ჭურჭლის მთლიანად შევსება. მაგრამ, ერთი მხრივ, პრაქტიკულად შეუძლებელია, ჭურჭელში სითხის ჩასხმის გზით, მისი სრული შევსება, მეორე მხრივ, ტემპერატურის მომატების შემთხვევაში სითხის მოცულობის გადიდება შეიძლება გამოიწვიოს ჭურჭლის დაზიანება ან სითხის გაჟონვა და დაღვრა.

სითხეების ტრანსპორტირების მეორე მნიშვნელოვანი სირთულეა სატრანსპორტო სითხის ტემპერატურის ცვლილება. სატრანსპორტო საშუალებების უმეტესობა გადაადგილდება ცვალებადი გარემოს პირობებში: დღე იცვლება ღამით, იცვლება ქვეყნები, გეოგრაფიული განედები, წლის სეზონები. აღნიშნულის შესაბამისად იცვლება ის ტემპერატურა, რომელიც ზემოქმედებს გადასატანი სითხის საკუთარ ტემპერატურაზე. ტემპერატურის ცვლილება კი გავლენას ახდენს სითხის მოცულობაზე: ტემპერატურის გადიდებით ეს მოცულობა იზრდება, შემცირებით – კლებულობს. ტრანსპორტირების თვალსაზრისით ორივე მოვლენა საზიანოა: მოცულობის გადიდებისას იზრდება სითხის წნევის გადიდებით გამოწვეული გაჭონვისა და დაკარგვის შესაძლებლობა, ამასთან თვით ჭურჭლის სიმტკიცე გათვლილი უნდა იყოს გაფართოებით გამოწვეულ ჭარბ წნევაზე. მოცულობის შემცირების შემთხვევაში კი იზრდება სითხეში ტალღებით გამოწვეული ინერციის ცვალებადი ძალების წარმოქმნის საფრთხე.

ტემპერატურის ზემოქმედების თავიდან აცილება თერმოიზოლირებული ჭურჭლის გამოყენების გზითაა შესაძლებელი, მაგრამ ასეთი მოწყობილობის გამოყენება მნიშვნელოვან ეკონომიკურ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული.

სითხეების ტრანსპორტირების პირობების გაუმჯობესების მიზნით დამუშავებულია სითხის სატრანსპორტო მოწყობილობის ახალი კონსტრუქცია, რომლის პრინციპული სქემა წარმოდგენილია სურათზე.

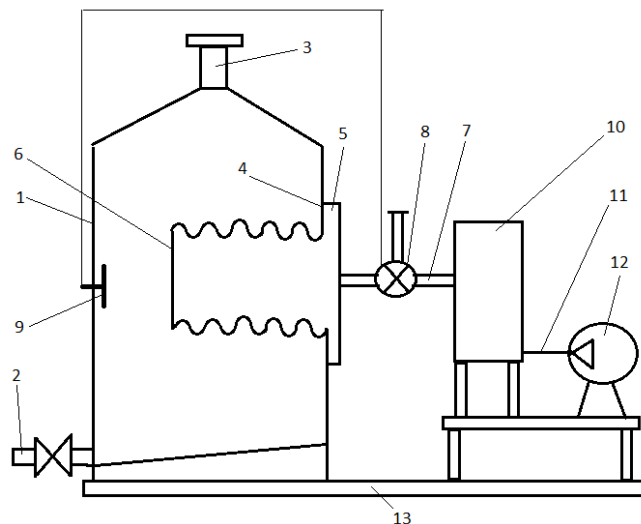
მოწყობილობა არის რეზერვუარი 1, რომელიც დამზადებულია ისეთი მასალისაგან, რომელიც

დაშვებულია გადასატან პროდუქტთან კონტაქტისათვის. რეზერვუარის 1 ფსკერი დახრილია ჩამოსასხმელი მხარისკენ, სადაც განლაგებულია დასაცვლილი ვენტილიანი მილყელი 2. რეზერვუარის ზედა მხარეს განლაგებულია გადასატანი სითხის ჩასასხმელი მილყელი 3. რეზერვუარის გვერდით კედელში გაკეთებულია ნახვრეტი 4, რომელიც გარედან დახურულია მილტუჩით 5. ნახვრეტის 4 გავლით რეზერვუარში შეყვანილია გასაბერი ბალონი 6, რომელიც დამზადებულია გადასატან პროდუქტთან კონტაქტის შესაძლებლობის მქონე დრეკადი მასალისაგან. გასაბერი ბალონი 6 მილტუჩის 5 დახმარებით ჰერმეტიკულადაა გამკვრივებული რეზერვუარის ნახვრეტის 4 მიმართ. მილტუჩთან 5 მიერთებულია ჰაერის შემყვანი მილი 7, რომელზეც დაყენებულია სამსვლიანი ელექტრომაგნიტური ვენტილი 8. ვენტილს 8 ელექტრული კონტაქტი აქვს წნევის გადამწოდთან 9, რომელიც რეზერვუარის 1 შიგა ზედაპირზეა განლაგებული ბალონის 6 დონეზე. მილი 7 მიერთებულია რესივერთან 10, რომელიც, თავის მხრივ, ასევე მილით 11 დაკავშირებულია კომპრესორთან 12. რეზერვუარი 1, რესივერი 10 და კომპრესორი 12 დაყენებულია ერთ საერთო პლატფორმაზე 13.

მოწყობილობა შემდეგნაირად მუშაობს: ტრანსპორტირებისათვის განკუთვნილი სითხე ჩაისხმება რეზერვუარში 1 ჩასასხმელი მილყელის 3 გავლით ისე, რომ ეს მილყელი ბოლომდე არ იყოს შევსებული. ამის შემდეგ კომპრესორის 12 და რესივერის 10 დახმარებით სამსვლიანი ვენტილის 8 და მილის 7 გავლით იწყება ჰაერის მიწოდება ბალონის 6 შიგა მოცულობაში. ბალონი თანდათან იბერება და იწყებს რეზერვუარის მოცულობის შევსებას, რაც

განაპირობებს სითხის დონის მატებას. როდესაც სითხის დონე მილყელში 3 აიწევს იმ სიდიდემდე, რომლის შემდეგ დაიწყება სითხის გადმოღვრა, ბალონში 3 ჰაერის მიწოდება შეწყდება და აღნიშნული მილყელი ჰერმეტიკულად იკეტება. შემდეგ ჰაერის მიწოდება ბალონში 6 განახლდება, ვიდრე რეზერვუარის შიგნით სითხის ჭარბი წნევა არ გახდება 0,5–1,0 ატმოსფეროთი მეტი, ვიდრე რეზერვუარის ამ დონის შესაბამისი წნევაა. ამ შემთხვევაში წნევის სიდიდეს გვიჩვენებს რეზერვუარის შიგნით, ბალონის სიმაღლეზე განლაგებული წნევის გადამ-

წოდი 9. სასურველი წნევის მიღწევის შემდეგ ჰაერის მიწოდება ბალონში 6 შეწყდება. ამ შემთხვევაში რეზერვუარის შიგნით შენარჩუნებულია სითხის ჭარბი, ნორმალურზე 0,5–1,0 ატმოსფეროთი მაღალი წნევა. ეს გამორიცხავს სითხის მოძრაობას რეზერვუარის შიგნით და რაიმე სახის მექანიკური ტალღების წარმოქმნის შესაძლებლობას. ამასთან, აღნიშნული წნევა დასაშვებია როგორც გადასატანი სითხისათვის, ისე რეზერვუარის კონსტრუქციული მედეგობისათვის.



სითხეების სატრანსპორტო მოწყობილობის პრინციპული სქემა

თუ ტრანსპორტირების პროცესში რეზერვუარში სითხე გათბა და მოცულობამ მოიმატა, მაშინ, მოცულობის მუდმივობის გამო, ადგილი აქვს წნევის შესაბამის მომატებას, რასაც შეიგრძნობს წნევის გადამწოდი 9, რომელიც, ელექტრული კონტაქტის ხარჯზე, შემოაბრუნებს სამსვლიან ვენტილს 8 ისეთ მდგომარეობაში, რომ ჰაერი ბალონიდან 6 მილის 7 დახმარებით გამოდის ატმოსფეროში. ეს პროცესი გრძელდება სითხის ნორმალური წნევის აღდგენამდე,

რის შემდეგ გადამწოდი 9 სამსვლიან ვენტილს კვლავ დაკეტავს.

თუ ტრანსპორტირების პროცესში რეზერვუარში მყოფი სითხე გაცივდა და მისი მოცულობა შემცირდა, ეს რეზერვუარის მუდმივ მოცულობაში გამოიწვევს სითხის წნევის შესაბამის შემცირებას. წნევის ამ შემცირებას აღიქვამს გადამწოდი 9, რომელიც ელექტრული კავშირით განახორციელებს სამსვლიან ვენტილის 8 გადაყვანას ისეთ მდგომარეობაში, რო-

დესაც კომპრესორისა 12 და რესივერის 10 დახმარებით მილის 7 გავლით ბალონში 6 დამატებითი ჰაერი მიეწოდება, ვიდრე სითხის წნევა რეზერვუარის შიგნით სრულად არ აღდგება.

ტრანსპორტირების დასრულების შემდეგ, სამსვლიანი ვენტილის 8 დახმარებით, ხდება ჰაერის გამოშვება ბალონიდან 6, რის შემდეგ იხსნება ვენტილი 2 და იწყება რეზერვუარიდან ტრანსპორტირებული სითხის ჩამოცლა.

მთელი მოწყობილობა აკრებილია ერთ საერთო პლატფორმაზე 13. ამიტომ, თუ ტრანსპორტირების შემდეგ ვერ ხერხდება რეზერვუარის სწრაფად დაცლა, შეიძლება სატრანსპორტო საშუალებიდან გამოიტვირთოს აგრეგატი და დაყენდეს საწარმოო ფართობზე საჭირო და დასაშვები დროის განმავლობაში. სატრანსპორტო საშუალება კი თავისუფალია აგრეგატისაგან და შეიძლება გამოყენებული იყოს სხვა დანიშნულებით.

თუ სატრანსპორტო საშუალებაზე დაყენებულია ერთდროულად რამდენიმე აღნიშნული კონსტ-

რუქციის აგრეგატი, მაშინ შესაძლებელია რამდენიმე რეზერვუარს მოემსახუროს მხოლოდ ერთი კომპრესორი და რესივერი.

დასკვნა

წარმოდგენილი კონსტრუქცია უზრუნველყოფს გადასატანი სითხის მუდმივი მცირე ჭარბი წნევის (0,5-1,0 ატმოსფერო) პირობებში ტრანსპორტირებას. ასეთი ტრანსპორტირება, პირველ რიგში, მოძრაობისას გამორიცხავს სითხის შიგნით რაიმე სახის ტალღებისა და ინერციის ძალების წარმოშობას. გამორიცხულია აგრეთვე სითხის თავზე იმ ჰაერის ბალონის წარმოქმნა და შენარჩუნება, რომელიც საკვები სითხეების უმრავლესობისათვის ხარისხის გაუარესების ერთ-ერთი უმთავრესი მიზეზია. ტრანსპორტირების მთელი პერიოდის განმავლობაში გარე ტემპერატურისაგან დამოუკიდებლად გადასატანი სითხე იმყოფება მუდმივი წნევის პირობებში, რაც მისი ხარისხის შენარჩუნებას უზრუნველყოფს.

ლიტერატურა

1. Megrelidze, T., Ghvachliani, V., Gugulashvili, T., Megrelidze, G., Gugulashvili, L., & Gugulashvili, G. (2010, October 9). *Vehicle refrigeration equipment* (Georgian Patent No. GE P 5075 B). Classification: F25B 27/02, B60P 3/20.
2. Japaridze, Z., & Gugulashvili, G. (2022). *Technological devices of food enterprises: Electronic version of the lecture course* [CD-ROM]. Tbilisi: Technical University. Central Library of GTU. CD-6986.
3. Isakadze, T., Lazarashvili, Z., & Gugulashvili, G. (2023). Motor transport with refrigeration equipment. *Proceedings of Georgian Technical University*, (2[528]). Tbilisi: Technical University.
4. Megrelidze, T., Isakadze, T., & Gugulashvili, G. (2017). Universal cabinet refrigerator-conditioner. *Proceedings of Georgian Technical University*, (1[503]). Tbilisi: Technical University.
5. Isakadze, T., Lazarashvili, Z., & Gugulashvili, G. (2022). Grape crushing and transport equipment. *Proceedings of Georgian Technical University*, (4[526]). Tbilisi: Technical University.

UDC 615.4

SCOPUS CODE 2210

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-4-243-248>

Transport Device for Liquids

Amiran Lazarashvili	Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68 ^a , M. Kostava str. E-mail: aka.lazarashvili@gmail.com
Givi Goletiani	Department , Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68 ^a , M. Kostava str. E-mail: g.goletiani@yahoo.com
Zurab Lazarashvili	Department , Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68 ^a , M. Kostava str. E-mail: zurab.lazarashvili@gtu.ge
Givi Gugulashvili	Department , Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68 ^a , M. Kostava str. E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

Reviewers:

Kh. Amkholadze, Associate Professor, Faculty of Transportation Systems and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: kh.amkholadze@gtu.ge

Z. Japaridze, Emeritus, Faculty of Transportation Systems and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: Z.Jafaridze@gmail.com

Abstract. The issue of transporting liquids is raised and it is shown that unwanted vibrations excited in ordinary liquids by waves in food liquids cause a significant deterioration in their quality. In order to prevent wave formation and quality deterioration in transported liquids, it is proposed to place a pneumatic cylinder inside the transport tank, which, due to inflation with air supplied from outside, ensures the formation of excessive liquid pressure inside the tank. This prevents the appearance of inertial forces generated by liquid waves inside the tank and deterioration in the quality of the transported product.

Keywords: Air; Compressor; Elastic balloon; Food liquid; Reservoir; Compressor; Solenoid valve.

განხილვის თარიღი 28.10.2025

შემოსვლის თარიღი 06.02.2025

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 24.12.2025