

დუდილის თბოგადაცემის მულტიფაქტორიზმის ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგები

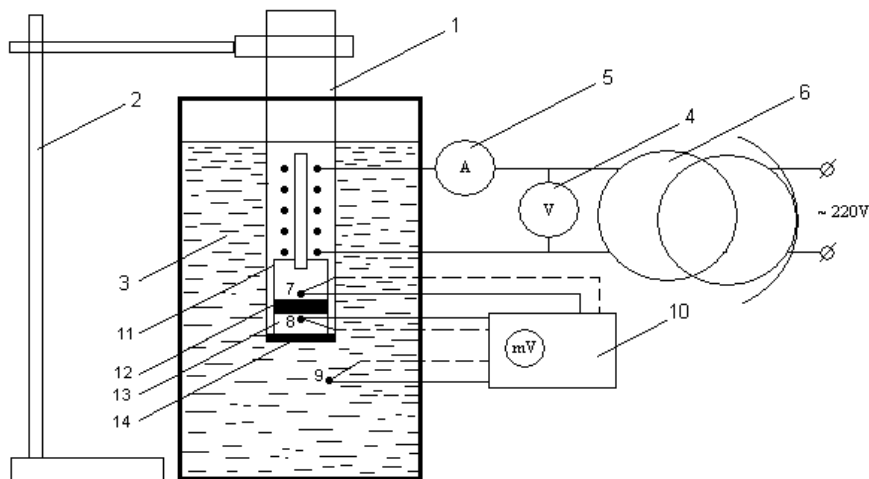
ი.შეყრილაძე, ჯ.რუსიშვილი, გ.გიგინეიშვილი, დ.შეყრილაძე

აღწერილია დუდილის თბოგადაცემის მულტიფაქტორიზმის გამოსაკვლევი ექსპერიმენტული სტენდი და ცდების ჩატარების მეთოდოლოგია. მოყვანილია ვერტიკალური ცილინდრის სპილენძისა და უჟანგავი ფოლადის ტორსულ ზედაპირებზე, სიმძიმის ველში მისი ვერტიკალურად ზემოთ და ვერტიკალურად ქვემოთ ორიენტირების პირობებში, გაჯერებული და გადაცივებული ბენზოლის დუდილის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. წარმოდგენილია აგრეთვე თბოგადაცემის ექსპერიმენტული მონაცემები ჰექსანის დუდილის დროს, ქვემო მიმართულების მიმართ ზურების ზედაპირის გადაზრის სხვადასხვა კუთხის შემთხვევაში.

საკვანძო სიტყვები: თბოგადაცემა, მულტიფაქტორიზმი, ზურება, ელექტროგამზურებელი, გაჯერებული სითხე.

პროექტი განხორციელდა საქართველოს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი № GNSF/ST08/7-495).

ქვემოთ მიმართულ ზურების ზედაპირზე დუდილის თანმზლები დინამიური ეფექტების ვიდეოგადაღებისა და თბოგადაცემის შესწავლის ამოცანა ნათლად იყო დასახული სამუშაოში [1]. ამ მიზნით დამზადდა ექსპერიმენტული უბანი და დამონტაჟდა სტენდი გამზომი ხელსაწყოებითურთ. ექსპერიმენტული სტენდის სქემა გამოსახულია ნახ. 1-ზე.



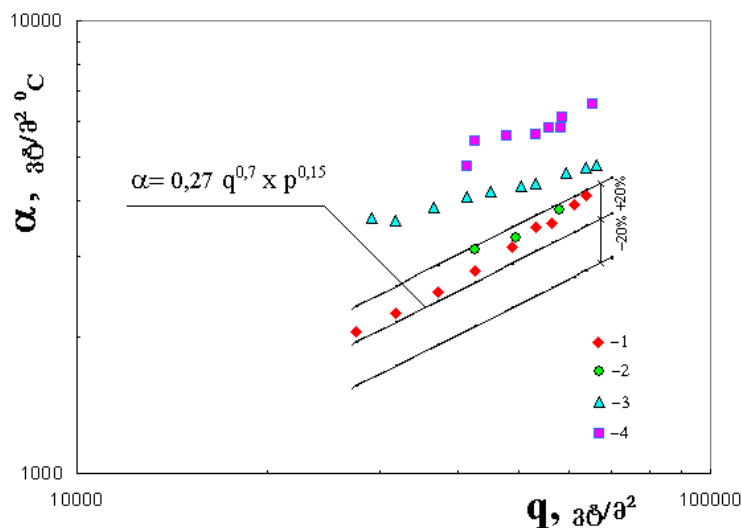
ნახ. 1. ექსპერიმენტული სტენდის სქემა

ექსპერიმენტული უბანი (ვერტიკალური ცილინდრი) 1 ზედა ბოლოთი დამაგრებულია კრონშტეინზე 2 და ჩაშვებულია თბოგადაცემით გავსებულ მინის ჭურჭელში 3. თბოგადაცემიდან გამოყენებული იყო ბენზოლი და ჰექსანი.

ექსპერიმენტული კვლევის მეთოდის სისწორის დადასტურების, ხელსაწყოების გამართულობის, დუდილის პროცესის რეალიზებისა და თბოგადაცემის პირველადი მონაცემების მისაღებად ჩატარდა სასინჯი ექსპერიმენტები. ელექტროგამზურებლის სიმძლავრე იზომებოდა ელექტროხელსაწყოებით – D-566 ტიპის ვოლტმეტრით 4 და D-533 ტიპის ამპერმეტრით

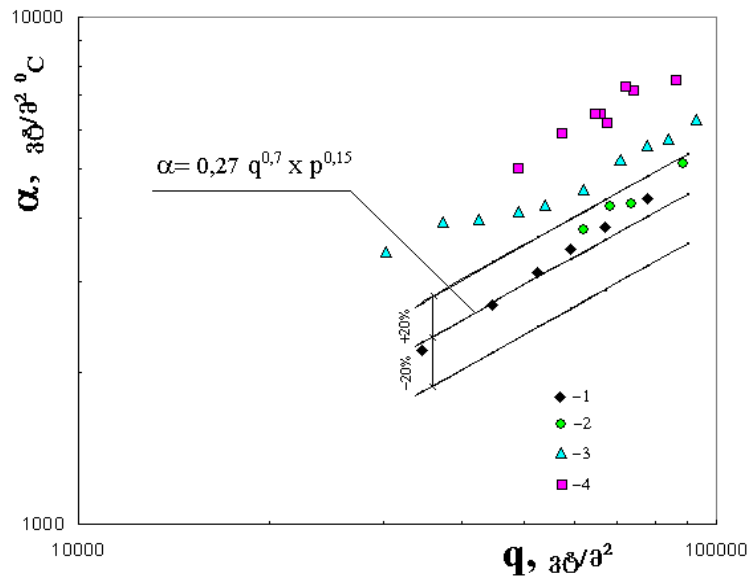
5. ძაბვა რეგულირდებოდა ლაბორატორიული ავტოტრანსფორმატორით 6. თერმოწყვილებში 7, 8, 9 აღძრული ელექტრომაგნიტური ძალა იზომებოდა III 300 ტიპის მილივოლტმეტრით 10. ხურების ზედაპირის ორივე ვარიანტისათვის (სპილენძი, უჟანგავი ფოლადი) დუღილის ზედაპირის ტემპერატურა ისაზღვრებოდა თერმოწყვილის 8 ჩვენების გადაანგარიშებით [2]. თერმოწყვილით 9 ისაზღვრებოდა სითხის ტემპერატურა. ექსპერიმენტების დროს ფარდობითი ცდომილება არ აჭარბებდა 10%-ს. გამოყენებული იყო ზვედრითი თბური ნაკადის q , თბოგაცემის კოეფიციენტის α და სხვა თერმული პარამეტრების გაზომვის სტანდარტული პროცედურები. ექსპერიმენტების დროს ზვედრითი თბური ნაკადი q ისაზღვრებოდა სპილენძის ცილინდრებს 11, 13 შორის მოთავსებული უჟანგავი ფოლადის ფირფიტაზე 12 ტემპერატურის ვარდნის მიხედვით. თბური ნაკადის განსაზღვრის ეს ძირითადი მეთოდი დამატებით კონტროლდებოდა ელექტროგამხურებლის სიმძლავრით (თბური დანაკარგების გათვალისწინებით). წინასწარი ექსპერიმენტების დროს ორივე მეთოდით გაზომილი თბური სიმძლავრეები შედარდა ერთმანეთს. ორივე მეთოდით გაზომილი თბური ნაკადების მნიშვნელობათა განსხვავება $\pm 25\%$ -ის ფარგლებშია, რაც ძირითადი მეთოდის საიმედოობაზე მიუთითებს.

ბუშტოვანი დუღილის პროცესი განხორციელდა ვერტიკალური ცილინდრის ტორსულ ზედაპირზე 14 სიმაღლის ველში მისი ვერტიკალურად ზემოთ და ვერტიკალურად ქვემოთ ორიენტირების პირობებში. ექსპერიმენტების ორივე სერიის შედეგები მოყვანილია ნახ. 2-ზე.



ნახ. 2. თბოგაცემის ექსპერიმენტული მონაცემები ბენზოლის დუღილის დროს ზემოთ და ქვემოთ მიმართული სპილენძის ცილინდრის ტორსულ ზედაპირზე:

- 1 – გაჯერებული სითხის დუღილი ზემოთ მიმართულ ზედაპირზე; 2 – გადაცივებული სითხის დუღილი ზემოთ მიმართულ ზედაპირზე; 3 – გაჯერებული სითხის დუღილი ქვემოთ მიმართულ ზედაპირზე; 4 – გადაცივებული სითხის დუღილი ქვემოთ მიმართულ ზედაპირზე;
უწყვეტი ხაზი – განვითარებული დუღილის თბოგაცემის კანონი



ნახ. 3. თბოგაცემის ექსპერიმენტული მონაცემები ბენზოლის დუდილის დროს ზემოთ და ქვემოთ მიმართული უჟანგავი ფოლადის დისკოზე;

1 – გაჯერებული სითხის დუდილი ზემოთ მიმართულ ზედაპირზე; 2 – გადაცივებული სითხის დუდილი ზემოთ მიმართულ ზედაპირზე; 3 – გაჯერებული სითხის დუდილი ქვემოთ მიმართულ ზედაპირზე; 4 – გადაცივებული სითხის დუდილი ქვემოთ მიმართულ ზედაპირზე; უწყვეტი ხაზი – განვითარებული დუდილის თბოგაცემის კანონი

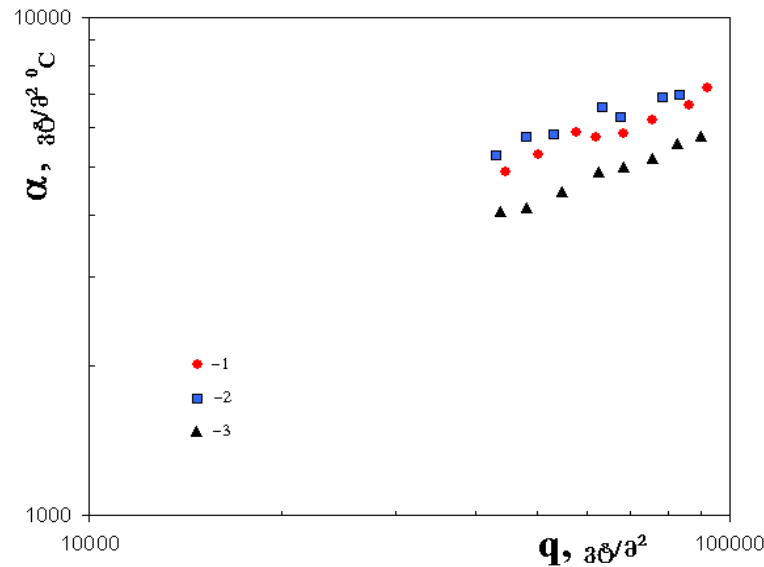
როგორც ექსპერიმენტული მონაცემების ანალიზი გვაჩვენებს, განვითარებული დუდილის ერთიანი კანონზომიერება ქვემოთ მიმართულ ზედაპირზე ძალას კარგავს. სახეზეა დამატებით ფაქტორებზე დამოკიდებული თბოგადაცემის სპეციფიკური მრუდების სიმრავლე, რაც თბოგადაცემის მულტიფაქტორინგის მოვლენის მკაფიო გამოვლინებას წარმოადგენს.

ანალოგიური ცდები ჩატარდა აგრეთვე სპილენძისა და უჟანგავი ფოლადის ზედაპირებზე ჰექსანის დუდილის შემთხვევაში. გარდა ამისა, ჩატარდა ჰექსანის დუდილის თბოგაცემის პროცესის ექსპერიმენტული კვლევა უჟანგავი ფოლადის ცილინდრის ტორსული ზედაპირის ორიენტაციის გავლენის შესასწავლად. ამ კვლევის შედეგები წარმოდგენილია ნახ. 4-ზე.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, თბოგაცემის მრუდები მკაფიოდ შრევენ დახრის კუთხეზე დამოკიდებულებით. ამასთან, თბოგაცემის ინტენსიურობა ეცემა დახრის კუთხის ზრდისას, რაც აგრეთვე დუდილის მულტიფაქტორინგის გამოვლენებას წარმოადგენს.

ამრიგად, როგორც მოსალოდნელი იყო, მთლიანობაში გამოვლინდა სერიოზული მოცულობის ახალი ექსპერიმენტული მასალა, რომელმაც არა მარტო დაადასტურა დუდილის პროცესის მულტიფაქტორინგის მასშტაბურობა, არამედ მისი კონკრეტული კანონზომიერებების გამოვლენის საშუალებაც მოგვცა [3].

კერძოდ, ექსპერიმენტებით მკაფიოდ დადგინდა განვითარებული დუდილის საბაზო ერთიანი კანონის განსხვავებულ მრუდებად დახლეჩა ხურების ზედაპირის ორიენტაციის, სითხის გადაცივებისა და ზედაპირის მასალის თბოგამტარობის ცვლის შედეგად, ამ პროცესში ზედაპირის ორიენტაციის ცვლის წამყვანი როლის პირობებში.



ნახ. 4. თბოგაცემის ექსპერიმენტული მონაცემები ცილინდრის ტორსულ ზედაპირზე ჰექსანის დუღილის დროს ქვემო მიმართულების მიმართ გადახრის სხვადასხვა კუთხის შემთხვევაში:

- 1 – გაჯერებული სითხის დუღილი 10° -ით გადახრილ უჟანგავი ფოლადის ზედაპირზე;
- 2 – გაჯერებული სითხის დუღილი 20° -ით გადახრილ უჟანგავი ფოლადის ზედაპირზე;
- 3 – გაჯერებული სითხის დუღილი 30° -ით გადახრილ უჟანგავი ფოლადის ზედაპირზე

ქვემოთ მიმართულ ხურების ზედაპირზე დუღილის თანმხლები დინამიური ეფექტების ვიდეოგადაღებათ თბოგაცემის საკვლევი რეჟიმების ორი კლასი გამოავლინა: პირველი - სითხის კონვექციის წამყვანი როლი და მეორე - სითხის აორთქლების წამყვანი როლი. ამასთან, ორივე კლასი მულტიფაქტორული დუღილის რეჟიმებს მიეკუთვნება და გამოყენების კონტექსტში მათ შორის მთავარი განსხვავება თბოგაცემის კოეფიციენტზე ხურების ზედაპირის თბური პარამეტრების გავლენის ხასიათში უნდა გამოიხატოს.

ლიტერატურა

1. შეყრილაძე ი., რუსიშვილი ჯ., გიგინეიშვილი გ., შეყრილაძე დ. დუღილის თბოგაცემის მულტიფაქტორინგის კვლევის თანამედროვე მდგომარეობა და პერსპექტივები//ენერგია. N4(52). ნაწ. 2. 2009. თბილისი.
2. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. М.:Энергия. 1979.
3. შეყრილაძე ი., რუსიშვილი ჯ., მაჭავარიანი ე., გიგინეიშვილი გ., შეყრილაძე დ. დუღილის თბოგაცემის მულტიფაქტორინგის კონცეფცია//ენერგია. N2(50). ნაწ. 2. 2009.თბილისი.