

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მამუკა ხოშტარია

**აღკოჭოლური სასმელების ტექნოლოგიის
ოპტიმიზაცია მუხის კასრების ეფექტური ალტერნატივების
გამოყენებით**

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა: მანქანათმშენობა, მანქანათმშენებლობა
და საწარმოო ტექნოლოგიური პროცესები - 0408

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, 0175, საქართველო
ივნისი, 2016 წელი

საავტორო უფლება © 2015, “მამუკა ხოშტარია“
თბილისი 2016

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელის მომწერნი, გავეცანით მამუკა ხოშტარიას მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: “ალკოჰოლური სასმელების ტექნოლოგიის ოპტიმიზაცია მუხის კასრების ეფექტური ალტერნატივების გამოყენებით” და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის “სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის” სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი:

ხელმძღვანელი: კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის
პროფესორი, ტ.მ.დ. ზურაბ ჯაფარიძე

რეცენზენტი: სს “სარაჯიშვილის” მთავარი ტექნოლოგი, ტ.მ.დ.
პროფესორი დავით აბზიანიძე

რეცენზენტი: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის,
კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტის
პროფესორი, ტ.მ.დ. მარიამ ხოსიტაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
წელი 2016

ავტორი: მამუკა ხოშტარია

დასახელება: ალკოჰოლური სასმელების ტექნოლოგიის ოპტიმიზაცია მუხის კასრების ეფექტური ალტერნატივების გამოყენებით

ფაკულტეტი: სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის

ხარისხი: დოქტორის აკადემიური ხარისხი

სხდომა ჩატარდა:

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ შემოთმთავრებული დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებულ საავტორო უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციალურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

ალკოჰოლური სასმელების ტექნოლოგიის ოპტიმიზაცია მუხის კასრების ეფექტური ალტერნატივების გამოყენებით. მამუკა ხოშტარია. - 135 გვ, ილუსტრაცია 35, ცხრილი 10, დანართი 17.

კონიაკის წარმოებაში მუხის კასრი შეუცვლელი ჭურჭელია, რომელშიც აწარმოებენ საკონიაკე სპირტის დაძველებას. რამოდენიმე ციკლის შემდეგ (15-20 წელი) ხდება კასრის გამოფიტვა იმ ექსტრაქციული ნივთიერებებისაგან, რომლებიც სპირტს ანიჭებენ საბოლოო პროდუქტისათვის დამახასიათებელ თვისებებს. გამოფიტვის მიუხედავად კასრი ინარჩუნებს ერთ ძალზე მნიშვნელოვან თვისებას - დაძველების პროცესში მიმდინარე ჟანგვითი პროცესებისათვის საჭირო ჟანგბადის ბუნებრივ მიღებას. ამრიგად, თუ გამოფიტულ კასრში რომელიმე მეთოდით შევიყვანთ ექსტრაქტულ ნივთიერებებს, დაძველების პროცესი წარიმართება ჩვეულებრივ რეჟიმში და გახანგრძლივდება მისი ტექნოლოგიური სამსახურის ვადა. ეს ძალზე მნიშვნელოვანია წარმოების ეკონომიკური ეფექტურობის ასამაღლებლად, თუ გავითვალისწინებთ მუხის კასრების დეფიციტურობას და მათ მაღალ ღირებულებას.

სამეცნიერო ლიტერატურაში არ მოიპოვება ზუსტი ინფორმაცია იმის შესახებ, თუ როგორია მუხის კასრების გამოყენების ოპტიმალური ვადა და ციკლების რაოდენობა ღვინისა და კონიაკის (ბრენდის) წარმოებისას. თუმცა კვლევები ჯერ ისევ მიმდინარეობს და მიღებული შედეგების, ასევე, სამარკო ღვინოებისა და კონიაკის მწარმოებელი სხვადასხვა ქვეყნების პრაქტიკული გამოცდილების საფუძველზე დადგენილია კასრებში სასმელის ჩასხმების ფარდობითი რაოდენობაც და კასრების გამოყენების ვადაც: ღვინის დაყოვნებისათვის მუხის კასრების მაქსიმალური ვადა (მერქნის გამოფიტვის მომენტამდე) შეადგენს 6-12 წელს, კონიაკის სპირტების დაყოვნების დრო კი შეადგენს 16-18 წლამდე.

ამრიგად, მუხის კასრში კონიაკის სპირტის მესამედ ჩასხმის შემდეგ, ეს კასრი გადადის ძველი კასრების კატეგორიაში, ხოლო მეექვსე და მეშვიდე ციკლის შემდეგ კასრების ტექნიკის შიდა ზედაპირები გამოფიტულია 90%-მდე.

კონიაკის და სხვა მაღალხარისხოვანი სპირტიანი სასმელების წარმოება შეუძლებელია მუხის კასრებში დაძველების გარეშე, რადგან მუხის ხესთან ურთიერთობის გარეშე კონიაკი დაკარგავდა განსაკუთრებულ შარმს, რთული არომატების თაიგულს და პოტენციალს.

ბოლო ათწლეულების კრიზისმა მკვეთრად გამოავლინა ახალი კასრების მწვავე დეფიციტი. საწარმოები იძულებულიები არიან გამოიყენონ ძველი კასრები, რომელთა ასაკი 20-25 წელი, ან უფრო მეტია, რაც ვერ უზრუნველყოფს მაღალხარისხოვანი პროდუქციის წარმოებას. ამიტომ, მთელს მსოფლიოში, ხარისხიანი ალკოჰოლური სასმელების წარმოების შესანარჩუნებლად მიმდინარეობს მუხის კასრების ალტერნატივების ძიება მუხის მერქნის გამოყენების ხარჯზე.

მუხის კასრის ტექნოლოგიური რესურსის გაზრდის საჭიროებამ განაპირობა ალტერნატივების ძიების აუცილებლობა. ეს ალტერნატივებია: 1. მუხის ხის ფქვილი; 2. სხვადასხვა ზომის

ბურბუშელა და ნახერხი (ეგრეთწოდებული „ჩიფსები“); 3. სხვადასხვა ზომის ტკეხები; 4. მცირე ზომის ხის კუბები; 5. მუხის ხის ლარტყები; 6. მუხის ხისგან დამზადებული სპირალები; 7. სპეციალურად პროფილირებული ხის ლარტყები; 8. მერქნის ექსტრაქტები და სხვა.

მიუხედავად ჩატარებული მრავალი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოებისა, მუხის ხის კომპონენტების ალტერნატივების ოპტიმიზაცია გამოფიტული კასრების ტექნოლოგიური რესურსის ამადლების მიზნით ჯერ კიდევ არ არის სრულად შესწავლილი და კვლევების გაგრძელება ამ მიმართულებით **აქტუალური საკითხია.**

ნაშრომის მიზანია გამოფიტული მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის გაზრდის მაღალეფექტური მეთოდების ძიება და კვლევა.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლეა მუხის ხის დეტალების ორიგინალური გეომეტრიული კონფიგურაციის დამუშავება, მათი კასრში განლაგების მეთოდების და ოპტიმალური პარამეტრების თეორიული და ექსპერიმენტული დასაბუთება.

ნაშრომის პრაქტიკულ ღირებულებას წარმოადგენს ის, რომ შემუშავებული რეკომენდაციები მეღვინეობის საწარმოებს საშუალებას მისცემს გამოფიტული მუხის კასრების გამოყენებით მიიღონ მაღალი ეკონომიკური ეფექტი.

სადისერტაციო ნაშრომში შესწავლილი და გაანალიზებულია საკასრე მუხის ხის კომპონენტების გამოყენების მეთოდები როგორც გამოფიტულ კასრებში, ასევე მომინანქრებულ რეზერვუარებში. კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენების საფუძველზე დამუშავებულია ორიგინალური გეომეტრიული კონფიგურაციის საექსტრაქციო ნამზადები. განისაზღვრა საკონტაქტო ეფექტური ზედაპირის მაქსიმუმი, ნამზადის ფიქსირებული გეომეტრიული პარამეტრების საზღვრებში, დამუშავების და გამოყენების სფეროში არსებული ტექნოლოგიური შეზღუდვების გათვალისწინებით. ნიმუშები დამზადდა ლაზერული ტექნოლოგიის გამოყენებით.

სამუშაოს თეორიულ ნაწილში შესწავლილია მუხის კასრში სპირტის დაძველების ექსტრაქციული პროცესის კინეტიკა, მიღებულია პროცესის განმსაზღვრელი კონსტანტას მნიშვნელობა და ექსპონენციალური განტოლება, რომლითაც დადგენილია დროში მიზნობრივი ნივთიერების ექსტრაქციის კანონზომიერება.

მერქნის აგებულებისა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გათვალისწინებით განისაზღვრა სპირტთან კონტაქტის ეფექტური ზედაპირები. მერქანში სითხის მოძრაობის ფიზიკური მოდელის დამუშავების საფუძველზე განისაზღვრა მუხის კაპილარებში სითხის მოძრაობის კანონზომიერება კაპილარული ძალების გავლენით და დადგინდა ვერტიკალურად განლაგებულ ნამზადებში, დროის შედარებით მცირე მონაკვეთში, სპირტის ასვლის მაქსიმალური სიმაღლე.

სამუშაოს ექსპერიმენტულ ნაწილში დამზადდა მუხის ხის ნიმუშების ოთხი ვარიანტი, მათი ძირითადი მახასიათებელი მაჩვენებლის მიხედვით, რომელიც წარმოადგენს ტორსული ზედაპირის ფარდობას ნიმუშის მასასთან. აღნიშნული ნიმუშები მოთავსებული იყო 1 ლ ტევადობის ქილებში, რომლებიც შევსებული იყო 65%-იანი ახალგაზრდა საკონიაკე სპირტით.

ექსპერიმენტის მიზანს წარმოადგენდა სპირტში მთრიმლავი ნივთიერებების ექსტრაქციის დინამიკის დადგენა განსხვავებული პარამეტრების ნიმუშებისთვის. ექსტრაქციის ხანგრძლივობად განისაზღვრა 4 კვირა. ყოველი კვირის ბოლოს კეთდებოდა ანალიზი და განისაზღვრებოდა მთრიმლავი ნივთიერებების მასური წილი ექსტრაქტში გ/დმ³. ყოველი ნიმუშისათვის განისაზღვრა ექსპონენციალური პროცესის კონსტანტები, აიგო შესაბამისი განტოლებები და დადგინდა მათი ოპტიმალური პარამეტრები, კერძოდ, საუკეთესო შედეგი იყო მიღებული ნიმუშისათვის, რომლის განივი ჭრილის სიგანე შეადგენდა 0,6 მმ და ტორსული ზედაპირის ფარდობა ნიმუშის მასასთან 10,4 სმ²/გ. ასეთი ნიმუშიდან ოთხი კვირის განმავლობაში გამოიყო 2,85 გ/დმ³ მთრიმლავი ნივთიერება, საწყისი შემცველობის 73%, გარდა ამისა საერთო ექსტრაქტმა შეადგინა 3,96 გ/დმ³. ჩატარებულმა ექსპერიმენტულმა კვლევებმა საშუალება მოგვცა პროცესის დინამიკაში შეგვედარებინა სხვადასხვა პარამეტრების მქონე ნიმუშები და შეგვეჩინა მათ შორის ოპტიმალური.

სამუშაოს დასკვნით ნაწილში, კვლევის შედეგების პრაქტიკული რეალიზაციისათვის, გაკეთდა მუხის მერქნის საექსტრაქციო ნამზადების სანედლეულო ბაზის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება. გაანგარიშებულია ხვედრითი დანახარჯები, რომლებმაც 1 ლ საკონიაკე სპირტის დასაძველებლად შეადგინა 0,03 აშშ დოლარი.

Abstract

Optimization of the technology of alcoholic beverages using an effective alternative of oak barrel. Mamuka Khoshtaria. 135 P, illustration 35, Table 10, Annex 17.

Production of cognac in oak casks are irreplaceable vessel, which produce alcohol cognac aging. After a few cycles (15-20 years) is made of a barrel depletion of the extractive substances, which are attached to the alcohol product traits. Despite weathering barrel keeps one very important feature - the aging process of the oxidative processes required for the adoption of natural oxygen. Thus, if any of the empty barrel method entered extractive substances, the aging process will be conducted in the usual mode and extended its technological service life. This is very important for the production of economic efficiency, given the deficiency of oak barrels and their high cost.

The scientific literature does not contain accurate information about what is the optimal use of oak barrels for wine and cognac and the number of cycles (brand) production. However, studies are still being carried out and the results obtained, as well as vintage wines and cognac manufacturer of various countries based on practical experience determined barrels beverage pouring relative amounts of the barrel using the term: Wine delayed oak barrels maximum term (timber exhaustion point) is 6-12 in Cognac alcohols response time of 16-18 years.

Thus, oak barrel after pouring cognac alcohol for the third time, it goes into the barrel of an old barrel in the sixth and seventh cycles barrel staves inner surfaces depleted up to 90%.

Brandy and other alcoholic beverages can not be without aging in oak barrels. Because the oak tree, without losing its special charm cognac, complex bouquet of aromas and potential.

The crisis dramatically over the past decade has revealed a new barrel of acute shortage. Enterprises have to make the old barrels, aged 20-25 years, or more. That is why, throughout the world, in order to maintain the production of high-quality spirits began to oak barrel alternatives in the use of oak wood expense.

Oak barrel technological resources to increase the necessity of the need for alternatives. The alternatives are: 1. oak wood flour; 2. various sizes shavings and sawdust; (The so-called "chips") 3. staves of various sizes; 4. The small wooden cubes; 5. oak wooden bars; 6. oak wood spirals; 7. Specially profiled wooden bars; 8. The timber extracts and other.

Despite the many scientific research, alternatives to optimize the components of oak wood barrels weathered technological resources in order to increase has not yet been fully explored and studies continue in the direction of the relevant matter.

The work aims weathered oak barrel increase technological resources in search of effective methods and research.

Scientific novelty of the geometric configuration of the original details of the oak wood processing, and methods for their deployment in the barrel with the optimum parameters of the experimental and theoretical justification.

The practical value of this is that our recommendations will allow the wine-making enterprises weathered oak barrels in a high economic effect.

Dissertation work studied and analyzed barrel oak wood components using methods as empty barrels, and enamel tanks. Computer technology has developed the original geometric configuration spudzvel extraction blanks. Effective contact surface

defined maximum billet fixed geometric borders, processing and use of existing constraints. The samples were prepared using laser technology.

The theoretical part of the work of the oak barrel aging alcohol extractive process kinetics, accepted process for determining a constant and exponential equation, which is established by the time of the target substance extraction pattern.

Timber structure and physico-mechanical properties of the determined spirit of effective contact surfaces. Model based on the physical movement of the fluid timber processing identified oak capillaries flow pattern and the influence of the capillary forces established vertically disposed in the blanks, in a relatively short period of time, alcohol ascents maximum height.

Experimental part of the work was made of oak wood samples from the four options, the main features of the indicator, which represents the ratio of the butt end surface of the sample mass. The samples were placed in a 1 liter capacity jars, which was filled with 65% of young cognac spirit.

The aim of the experiment alcohol tannic substances extraction dynamics of the different parameters of the samples. Extraction length was determined 4 weeks. Every weekend made analysis and determined by tannic substances mass share extract g/dm^3 . Each sample was determined using the exponential constants, built in the appropriate equations to determine their optimal parameters, in particular, the best results were obtained from samples of the cross-section width of 0.6 mm and a butt end surface of the sample mass ratio of $10.4 \text{ cm}^2/\text{g}$. Such samples from four weeks allocated 2.85 g/dm^3 tannic substance, from the content of 73%, in addition to the extract was 3.96 g/dm^3 . In experimental studies have allowed us to compare the various options with the dynamics of the samples and choose the best among them.

შინაარსი

შესავალი	14
1. ლიტერატურის მიმოხილვა	18
1.1. მუხის მერქანი კონიაკის წარმოებისათვის	18
1.2. მუხის მერქნის აგებულება და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები	22
1.3. მუხის მერქნის ქიმიური შემადგენლობა	25
1.4. მუხის მერქნის გავლენა მეღვინეობის პროდუქციის ხარისხზე	26
1.5. მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის გაზრდის არსებული მეთოდები და ალტერნატიული საშუალებები	29
1.6. მცენარეული მასალების ექსტრაქციის პროცესის თეორიული საფუძვლები	41
1.7. I თავის დასკვნები	49
2. შედეგები და მათი განსჯა	51
2.1. მუხის კასრში სპირტის დაძველების ექსტრაქციული პროცესის კინეტიკა	51
2.2. საკონიაკე სპირტის დასაძველებელი მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის გაზრდა	55
2.3. საექსტრაქციო სპირალური ზედაპირების ოპტიმიზაცია გეომეტრიული მოდელირების გამოყენებით	59
2.4. საექსტრაქციო მუხის ნამზადებში სპირტის შეღწევის პროცესის თეორიული კვლევა	67
2.4.1. მერქანში სითხის მოძრაობა მოლეკულური ძალების გავლენით	68
2.5. მუხის საექსტრაქციო ნამზადების ექსპერიმენტული კვლევა სპირტის დაძველების პროცესში	72
2.5.1. ექსპერიმენტული კვლევის პროგრამა და მეთოდოლოგია	72
2.5.2. ექსტრაქტში მთრიმლაგი ნივთიერებების განსაზღვრის მეთოდოლოგია	76
2.5.3. მუხის ხის საექსტრაქციო ნამზადებში მთრიმლაგი ნივთიერებების შემცველობის განსაზღვრის მეთოდოლოგია	85
2.5.4. ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები	86
2.6. მუხის საექსტრაქციო დეტალების სანედლეულო ბაზის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება	95
2.6.1. მუხის ნარჩენებიდან საექსტრაქციო დეტალების გამოყენების შედარებითი ეფექტიანობა	107
2.6.2. მუხის კასრების ალტერნატივების გამოყენებისას მიღებული ეკონომიკური ეფექტი	109
3. დასკვნები	112
გამოყენებული ლიტერატურა	115
დანართი	118

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1. მუხის მერქნის ქიმიური შემადგენლობა	25
ცხრილი 2. საექსტრაქციო ნიმუშების ძირითადი პარამეტრები	74
ცხრილი 3. გაზომვათა დიაპაზონი, განმეორადობის მანვენებლების მნიშვნელობები, შედეგები და სიზუსტე აღბათობით $P=0,95$	76
ცხრილი 4. გაზომვათა დიაპაზონი, განმეორადობის ზღვრების მნიშვნელობები, შედეგები და სიზუსტე აღბათობით $P=0,95$	77
ცხრილი 5. ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები	86
ცხრილი 6. ნიმუშების კონსტანტების მნიშვნელობები	87
ცხრილი 7. საერთო ექსტრაქტის გამოსავალი ნიმუშების მიხედვით	92
ცხრილი 8. ნიმუშების მასები ექსპერიმენტის დაწყებამდე და შემდეგ	94
ცხრილი 9. მუხის ნიმუშებში სპირტის შეღწევის სიდიდე	94
ცხრილი 10. კასრების და მუხისგან დამზადებული ალტერნატივების შედარებითი ფასები	109

ნახაზების ნუსხა

ნახ.1. მერქნის ჭრილის მიკროსკოპული ხედი	22
ნახ.2. მუხის ხის ნაჭერი ელექტრონული მიკროსკოპის ქვეშ	23
ნახ.3. ტკეების შტაბელებად დაწყობის სქემა	31
ნახ.4. რეზერვუარში ტკეის შტაბელების განლაგების სქემა	31
ნახ.5. 1500 დალ ტევადობის მომინანქრებულ რეზერვუარში მუხის ტკეების განლაგების და არმატურის სქემა	34
ნახ.6. მუხის მერქნის ნატურალური კომპონენტები	38
ნახ.7. მუხის მერქნის ნატურალური კომპონენტების ექსტრაქციული გრაფიკები	39
ნახ.8. მუხის ხის კასრებში საექსტრაქციო ნამზადების განლაგების ვარიანტები	41
ნახ.9. მუხის კასრში მიმდინარე ექსტრაქციის პროცესის ფიზიკური მოდელი	53
ნახ.10. მუხის კასრში მთრიმლავი ნივთიერებების ექსტრაქციის კინეტიკური გრაფიკი	54
ნახ.11. მუხის ხის ნამზადების გეომეტრიული კონფიგურაციის ვარიანტები	56
ნახ.12. კასრში ხისტ ღეროზე ჩაკიდებული მუხის დეტალები	57
ნახ.13. კასრში მოქნილ ბაგირზე ჩაკიდებული მუხის დეტალები	57
ნახ.14. კასრში საექსტრაქციო ნამზადების შესაძლო განლაგების სქემა	57
ნახ.15. მუხის ხის ნამზადების პარამეტრების საანგარიშო სქემა	58
ნახ.16. კომპანია “ The Barrel Mill ”-ის ინფუზიური სპირალი	60
ნახ.17. ჰელიკოიდი	62
ნახ.18. ინფუზიური სპირალის მოდელი (AutoCAD 2014)	63
ნახ.19. 75 ვატის სიმძლავრის ლაზერით დამუშავებული ექსპერიმენტული საექსტრაქციო სპირალი	64
ნახ.20. ლაზერული ჭრის სისტემა Helix-24 (Epilog laser)	65
ნახ.21. ლაზერული დანადგარის სპეციალური მოწყობილობა ცილინდრული დეტალებისათვის	65
ნახ.22. კაპილარებში მენისკის წარმოქმნის სქემები	68
ნახ.23. ნამზადის კაპილარებში სპირტის მოძრაობის საანგარიშო სქემა	70
ნახ.24. ექსპერიმენტული მუხის ხის ნიმუშები	73
ნახ.25. ნიმუშების მახასიაებლების $F_{ტორ.} / G_{ნიმ.}$ და $F_{ტორ.} / F_{პე.}$ დამოკიდებულება ჭრილების δ სიგანეზე	75
ნახ.26. საცდელი ნიმუშები ქ.თბილისის კონიაკის ქარხნის ლაბორატორიაში	76
ნახ.27. მთლიანი ნიმუშის ექსტრაქციის ექსპონენციალური გრაფიკი	88
ნახ.28. 1 მმ ჭრილებიანი ნიმუშის ექსტრაქციის ექსპონენციალური გრაფიკი	88
ნახ.29. ლაზერით დამუშავებული 0,6 მმ ჭრილებიანი ნიმუშის ექსტრაქციის ექსპონენციალური გრაფიკი	89

ნახ.30. 3,2 მმ ჭრილებიანი ნიმუშის ექსტრაქციის ექსპონენციალური გრაფიკი	89
ნახ.31. $F_{\text{ტორ.}}/G_{\text{ნიმ.}}$ სმ ² /გ სიდიდის გავლენა ექსტრაქციული პროცესის ინტენსივობაზე	92
ნახ.32. საერთო ექსტრაქტის გამოსავლის დამოკიდებულება ნიმუშების $F_{\text{ტორ.}}/G_{\text{ნიმ.}}$ მაჩვენებელზე ოთხკვირიანი ექსტრაქციის დროს	93
ნახ.33. $F_{\text{ტორ.}}/G_{\text{ნიმ.}}$ სმ ² /გ სიდიდის გავლენა მუხის ნიმუშებში სპირტის შეღწევის სიდიდეზე ოთხკვირიანი დაყოვნების შემდეგ	95
ნახ.34. მუხის მერქნიდან კასრების გამოსავლიანობის ილუსტრაცია	97
ნახ.35. მუხის ხის მორის გამოსავლიანობა კასრების დამზადებისას	110

ავტორი გამოსატავს მაღლიერებას სააქციო საზოგადოება
“სარაჯიშვილის” მთავარი ტექნოლოგის, ტექნიკის მეცნიერებათა
დოქტორის, პროფესორ დავით აბზიანიძის მიმართ ექსპერიმენტულ
კვლევებში გაწეული დიდი დახმარებისათვის.

შესავალი

საქართველოში მევენახეობას და მეღვინეობას უხსოვარი დროიდან მისდევდნენ. აქ აღმოჩენილი არქეოლოგიური თუ პალეობოტანიკური კვლევების საფუძველზე დადასტურებულია, რომ საქართველოში ღვინო 8000 წლის წინ უკვე მზადდებოდა. ეს კულტურული მევენახეობის და მეღვინეობის უძველესი ნაშთებია და ამის გამო საქართველოს დამსახურებულად უწოდებენ „ღვინის სამშობლოს“.

ამ 8000 წლის განმავლობაში იყო პერიოდები, როდესაც მევენახეობა-მეღვინეობა ძლიერდებოდა და საქართველო ღვინით მეზობელ ქვეყნებსა და მთელ მცირე აზიას ამარაგებდა. იყო პერიოდები, როდესაც ვენახები იჩეხებოდა და ნადგურდებოდა, მაგრამ არ ყოფილა წყვეტა და ქართული ღვინო, შეიძლება ითქვას „8000 მოსავლის წელს“ ითვლის.

მევენახეობას და მეღვინეობას, რომელსაც საქართველოში ღრმა ისტორიული ფესვები გააჩნია, ქართველი მეკვლევარების აზრით მხოლოდ მე-XIX საუკუნის 80-იან წლებში შევიდა კაპიტალისტური განვითარების სტადიაში. მანამდე მეურნეობის დარგს კუსტარული ხასიათი ჰქონდა.

აღკოპოლური პროდუქციის თანამედროვე მსოფლიო ბაზარი ხასიათდება მუხის ტარაში დაძველებულ ღვინოსა და კონიაკზე სტაბილურად მაღალი მოთხოვნილებით. ასეთი ღვინისა და კონიაკის პროდუქციის ხარისხის ფორმირების ძირითად ფაქტორს წარმოადგენს მათი გამდიდრება მუხის მერქნის კომპონენტებით სხვადასხვა ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების მიმდინარეობის საფუძველზე – მერქნის მაღალმოლეკულური ნივთიერებების (ტანინი, ლიგლინი და სხვა) ჟანგვითი და ჰიდროლიზური გარდაქმნებით დაბალმოლეკულურ კომპონენტებად.

მუხის მერქნის შერჩევას და მომზადებას აქვს გადამწყვეტი როლი მეღვინეობისთვის ღირებული კომპონენტების ფორმირებაში. ასეთი მერქანი უზრუნველყოფს ღვინისა და კონიაკის პროდუქციის მომწიფების დაჩქარებას და ორგანოლექტიკური მანვენებლების გაუმჯობესებას.

მუხის კასრში დაძველებული კონიაკის სპირტის ხარისხი მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ტარის გამოყენების დროსა და ციკლების რაოდენობაზე. სრული ინფორმაცია იმის შესახებ, თუ როგორია კასრის გამოყენების ოპტიმალური ვადები და ციკლების რაოდენობა სამეცნიერო ლიტერატურაში ნაკლებად მოიპოვება.

ყოფილი საბჭოთა კავშირის მასშტაბით სამარკო ღვინოების და კონიაკის წარმოებაში, სისტემური კრიზისის გამო არსებობს ახალი მუხის კასრის ტარის მწვავე დეფიციტი, რომელიც იფარება მხოლოდ 3-5%. ამიტომ, უკანასკნელი 20 წლის განმავლობაში საწარმოები იძულებული არიან გამოიყენონ ძველი კასრები, რომელთა ასაკი შეადგენს 20-25 წელზე მეტს. ეს გარემოება აყენებს ახალი კასრის ალტერნატივის საკითხს მუხის გადამუშავების პროდუქტების გამოყენებით.

კონიაკის წარმოებაში მუხის კასრი შეუცვლელი ჭურჭელია, რომელშიც აწარმოებენ საკონიაკე სპირტის დაძველებას. რამოდენიმე ციკლის შემდეგ (15-20 წელი) ხდება კასრის გამოფიტვა იმ ექსტრაქციული ნივთიერებებისაგან, რომლებიც სპირტს ანიჭებენ საბოლოო პროდუქტისათვის დამახასიათებელ თვისებებს. გამოფიტვის მიუხედავად კასრი ინარჩუნებს ერთ ძალზე მნიშვნელოვან თვისებას - დაძველების პროცესში მიმდინარე ჟანგვითი პროცესებისათვის საჭირო ჟანგბადის ბუნებრივ მიღებას. ამრიგად, თუ გამოფიტულ კასრში რომელიმე მეთოდით შევიყვანთ ექსტრაქტულ ნივთიერებებს, დაძველების პროცესი წარიმართება ჩვეულებრივ რეჟიმში და გახანგრძლივდება მისი ტექნოლოგიური სამსახურის ვადა. ეს ძალზე მნიშვნელოვანია წარმოების ეკონომიკური ეფექტურობის ასამაღლებლად, თუ გავითვალისწინებთ მუხის კასრების დეფიციტურობას და მათ მაღალ ღირებულებას.

ამრიგად მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის გაზრდა **აქტუალური საკითხია** კონიაკის მწარმოებელი მრავალი ქვეყნისათვის, რომლებიც ამ პრობლემის გადასაჭრელად იყენებენ რამოდენიმე მეთოდს. ერთ-ერთი ყველაზე უფრო გავრცელებული და ეფექტური მეთოდია კასრში, სამომსახურებლო ნახვრეტიდან (რომლის დიამეტრის ზომაც სტანდარტით შეზღუდულია) სათანადო თვისებების მქონე მუხის

მასალისაგან დამზადებული დეტალების შეტანა, თხევადი და მყარი ფაზების საჭირო თანაფარდობის გათვალისწინებით. რამდენადაც დეტალების განივი ზომა შეღუდულია კასრის ნახერცის ზომით, ამდენდ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება დეტალების მასისა და სპირტთან საკონტაქტო ფართის მაქსიმალურ გამოყენებას, აგრეთვე მათი დამზადების ტექნოლოგიის სიმარტივეს და ეკონომიკურობას.

ნაშრომის მიზანია გამოფიტული მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის გაზრდის მაღალეფექტური მეთოდების ძიება და კვლევა.

კვლევის ობიექტი: ორიგინალური კონსტრუქციის მუხის ხის საექსტრაქციო ნამზადები და მათი საკონიაკე სპირტთან ურთიერთქმედების შედეგად მიღებული მიზნობრივი ნივთიერებები.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლეა მუხის ხის დეტალების ორიგინალური გეომეტრიული კონფიგურაციის დამუშავება, მათი კასრში განლაგების მეთოდების და გეომეტრიული პარამეტრების თეორიული და ექსპერიმენტული დასაბუთება. კომპიუტერული პროგრამირების საშუალებით ორიგინალური ფორმის მქონე მუხის ხის ალტერნატივების კონსტრუქციის შექმნა. ნამზადების ფორმიდან გამომდინარე ექსტრაქციული პროცესის ტექნოლოგიური რეჟიმების დასაბუთება.

ნაშრომის პრაქტიკულ ღირებულებას წარმოადგენს ის, რომ შემუშავებული რეკომენდაციები მეღვინეობის საწარმოებს საშუალებას მისცემს გამოფიტული მუხის კასრების გამოყენებით გაახანგრძლივონ მათი ტექნოლოგიური რესურსი და მიიღონ მაღალი ეკონომიკური ეფექტი.

სამუშაოს შესასრულებლად დასახული ამოცანები.

ნაშრომის მიზნის მისაღწევად დასმული იყო შემდეგი ამოცანები:

- ლიტერატურული ანალიზის საფუძველზე გამოფიტული მუხის კასრების გამოყენების აქტუალობის შესწავლა და მოსალოდნელი ეკონომიკური ეფექტის დასაბუთება;

- “მყარი სხეული – სითხე” სისტემის (მუხის კასრი – საკონიაკე სპირტი) ექსტრაქციის პროცესის ფიზიკური მოდელის შექმნა და თეორიული დასაბუთება;

- ექსტრაქციის პროცესის განმსაზღვრელი ცალკეული პარამეტრების გავლენის შესწავლა მიზნობრივი კომპონენტის გამოყოფის სიჩქარეზე;

- მყარი, ფოროვანი სტრუქტურის მასალიდან მიზნობრივი კომპონენტის ექსტრაქციის პროცესის კინეტიკის ანალიზური გამოკვლევა;

- მუხის ხის საექსტრაქციო დეტალების ოპტიმალური გეომეტრიული კონფიგურაციის დამუშავება;

- მუხის ხის საექსტრაქციო დეტალების ექსპერიმენტული გამოკვლევა ლაბორატორიულ პირობებში და რეკომენდაციების შემუშავება;

- მუხის მერქნის საექსტრაქციო ნამზადების სანედლეულო ბაზის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება.

1. ლიტერატურის მიმოხილვა

1.1. მუხის მერქანი კონიაკის წარმოებისათვის

ევროპის, აზიის, ამერიკის და აფრიკის ტერიტორიაზე ცნობილია მუხების ოთხასამდე სახე. ყოფილ საბჭოთა კავშირში კი გავრცელებული იყო მუხების ცხრამეტამდე სახე, ამათგან, შორეულ აღმოსავლეთში გვხვდება ორი სახე, ყირიმში -- 2 და კავკასიაში 17 სახე.

ამიერკავკასიის ტყეებში მუხნარს მნიშვნელოვანი ფართობი უკავია, მაგალითად; სომხეთის ტყის 302112 ჰექტარიდან მუხნარს უკავია 80 000 ჰექტარი, რაც შეადგენს ტყით დაფარული ტერიტორიის 26,6%. აზერბაიჯანის ტყით დაფარული ტერიტორიის 23,4% დაკავებული აქვს მუხნარს. საქართველოში მუხნართა ფართობი შედარებით შემცირებულია და საერთო ტყის 7,5% შეადგენს. საქართველოში გავრცელებულია მუხის 8 სახე, რომლიდანაც სამრეწველო მნიშვნელობა აქვს 4 ან 5 სახეს; ქართული ანუ ივერიის მუხა – **Quercus iberica**, აღმოსავლეთის ანუ მაღალი მთის მუხა -- **Quercus Macranthera**, გრძელყუნწა ანუ ჭალის მუხა -- **Quercus Longipes**, იმერეთის მუხა **Quercus Imeretina** და ნაწილობრივ შავი ზღვისპირას გავრცელებული **Quercus Hartwissiana**. კავკასიის მუხის მერქანი შედარებით ნაკლებად არის შესწავლილი. შეიძლება ითქვას, რომ უკეთეს სამშენებლო მასალას იძლევა **Quercus Iberica**, **Quercus Macranthera**, და **Q. Hartwissiana**. შედარებით ნაკლებად მკვრივია **Quercus longipes**. **Quercus Macranthera** ტიპური მაღალი მთის მუხაა, რომელიც კარგად ხარობს 1000-2400 მეტრის სიმაღლეზე. ქსეროფიტული სინათლის ჯიშია, სიმაღლით იზრდება 20 მეტრამდე და კარგად იტანს სიმშრალეს. **Quercus Iberica** ვრცელდება მთისძირა სარტყელზე და მის კალთებზე, დაწყებული 300 მეტრიდან 1300 მეტრამდე. ძლიერი ზრდის ხემცენარეა 30 მეტრის სიმაღლის. **Quercus Longipes** გავრცელებულია აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობ რაიონებში, ალაზნის პირზე, ძირითადად ცალკეული ხეების სახით, იზრდება 40-50 მეტრის სიმაღლის. **Quercus**

Imeretina გავრცელებულია დასავლეთ საქართველოს ტენიან რაიონებში, იზრდება 10-20 მეტრის სიმაღლის.

ქართული მუხა (Quercus iberica) მუხებს შორის ყველაზე ფართოდაა გავრცელებული იგი მთისწინეთსა და მთის ქვედა სარტყელში მთელ საქართველოში გვხვდება. ეს მცენარე კავკასიის გარდა არსად არ იზრდება, ანუ იგი კავკასიის ენდემია. იგი საშუალო სიმაღლის (10–12 მ–მდეა, იშვიათად 20–25 მ–მდე). მისი ნაყოფი–რკო უყუნწოა, ან ყუნწი ძალიან მოკლე აქვს, კვირტები და ზრდასრული ფოთლები შიშველია, რომლებიც ქვემოდან უფრო მკრთალია. ქართულ მუხას დიდი სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს, მისი მერქანი საუკეთესო ხარისხისაა. სწორედ ამის გამო იგი საფრთხის წინაშეა, საუკეთესო ინდივიდები განადგურებულია.

ჭალის მუხა (Quercus pedunculiflora) სიმაღლით ყველა ჩვენს მუხას აღემატება. იგი ძირითადად აღმოსავლეთ საქართველოშია გავრცელებული. მდინარეების მტკვრის, არაგვის, ქსნის, ღიახვის, ივრის, ალაზნის ჭალებში. მუხის ეს სახეობა ადვილად გამოსარჩევია სხვა სახეობებისგან იმით, რომ რკოს ყუნწი გრძელი აქვს. ამის გამო მას გრძელყუნწიან მუხასაც ეძახიან. განირჩევა აგრეთვე ფოთლითაც: 3–4 წყვილნაკეთიანი ფოთლები ტყავისებურია, ზემოდან მუქი, ქვემოდან კი ღია ლეგა და თან ბუსუსიანი. იგი კავკასიის ენდემია და თან უძველესი რელიქტური სახეობაა. შეტანილია წითელ წიგნში.

კოლხური ანუ ჰართვისის მუხა (Quercus hartwissiana) ჩვენში მხოლოდ დასავლეთ საქართველოს დაბლობებსა და მთის ქვედა სარტყელში იზრდება. იგი უფრო ხშირად სხვა ტიპის ტყეებშია შერეული. ქუთაისის, ვანის და აჯამეთის ახლოს, იმერულ მუხასთან ერთად, კოლხური მუხა შესანიშნავ ტყეებს ქმნის. ეს მუხა სხვა მუხებისგან იმთ განსხვავდება, რომ მისი ფოთლის ფირფიტის ბოლო მესამედი გაფართოებულია, თვით ფირფიტა კვერცხისებური და მოკლე ნაკვეთებიანია, ქვედა მხრიდან ფოთოლი განსაკუთრებით ძარღვების გაყოლებასზე ბეწვიანია, ყუნწი 4სმ. სიგრძისა. თვით ხე საშუალოდ 25მ–მდე სიმაღლისაა. იგი იშვითი სახეობაა და შეტანილია წითელ წიგნში.

იმერული მუხა (Quercus imeretina) დასავლეთ საქართველოს იშვიათი ენდემია და ძირითადად მდინარე რიონისა და მისი

შენაკადების ჭალებშია გაგრძელებული. უფრო იშვიათად აფხაზეთში, გურიასა და მდ. ხობის ჭალებში. მისი ფოთლები უყუნწოა ან ძალიან მოკლე ყუნწიანი. ფოთლის ფირფიტა მეტწილად ძალიან ღრმად დანაკეთულია, თხელია, მოყვანილობით მოგრძო-კვერცხისებური. ზემოდან მუქია, ქვემოდან კი უფრო მკრთალი, ნაყოფის წვრილი ყუნწი 8–10სმ სიგრძისაა, ხე სიმაღლით 30 მ-მდეა. შეტანილია წითელ წიგნში.

მაღალმთის ანუ აღმოსავლური მუხა (*Quercus marganthera*)

ძირითადად აღმოსავლეთ საქართველოში ზღვის დონიდან 1700–2200 მ ფარგლებში გვხვდება, სადაც ზოგან მეჩხერ ტყეებს ქმნის. იგი 15–20 მ სიმაღლის იზრდება. მისი ყლორტები, ფოთლის ყუნწი და ძარღვები ქვედა მხრიდან მოკლე ხშირი ბუსუსითაა სქლად მოფენილი, ხოლო თანაფოთლები გრძელი ბეწვებითაა დაფარული. 2–5 რკო ერთად ტოტების ბოლოებშია განლაგებული. მათი ყუნწი ძალიან მოკლეა და ხშირი ბუსუსითაა მოფენილი. ნაყოფის ბუდის ქვედა ქერქლები ბუდის კედლებზე კი არაა მიწოლილი, როგორც მრავალი ჩვენებული მუხისა, არამედ, პირიქით გადმოწეულია. მაღალმთის მუხა წინა აზია-კავკასიის ერთ-ერთი უძველესი სახეობაა [2]. ეს სახეობაც შეტანილია წითელ წიგნში.

მუხის მერქანს დიდი გამოყენება აქვს მეღვინეობაში. ის წარმოადგენს ღვინის სათავსოების, კასრების, კოდების და სხვა ინვენტარის ძირითად მასალას, აგრეთვე საკონიაკე სპირტის საძველო ტარის ერთადერთ მასალას. საკონიაკე სპირტი მრავალი წლის განმავლობაში ძველდება მხოლოდ მუხის ტკეჩებისაგან დამზადებულ კასრებში. დროთა განმავლობაში კასრის ტკეჩიდან ხსნარში გადადის მუხის ექსტრაქტი (უმთავრესად მთრთიმლავი ნივთიერებანი და ლიგნინის კომპონენტები), თანდათანობით აძლევს სპირტს კონიაკისათვის შესაბამის ფერს, სპეციფიკურ გემოსა და ბუკეტის შემადგენელ ზოგიერთ კომპონენტს. ყველა მუხა, მიუხედავად მისი მერქნის სიმაგრისა ერთნაირად არ აუმჯობესებს სპირტის ხარისხს. ერთი მუხის კასრში დაძველებული სპირტი თუ მეტად ნაზი და სასიამოვნო სასმელია, იგივე სპირტი დაძველებული მეორე მუხის კასრში, შეიძლება იქნეს უხეში და უფრო ნაკლებ სრულყოფილი. ამიტომაც, რომ კონიაკის მწარმოებელ ტიპურ ქვეყნებში მთავარ

ყურადღებას აქცევენ იმ მუხის სახესა და რაიონს, რომლიდანაც დამზადებულია საკონიაკე სპირტის დასაძველებელი კასრი.

კონიაკის წარმოების თვალსაზრისით შესწავლილია საქართველოში გავრცელებული მუხის ისეთი სახეები, რომლებსაც სამრეწველო პერსპექტიული მნიშვნელობა აქვს მეღვინეობის და კერძოდ, კონიაკის წარმოებაში.

მეცნიერების მიერ საკვლევ ობიექტად აღებული იყო წითელწყაროს მაღალი მთის 50-60 წლის **Quercus Macranthera**-ს მერქანი, ცივგომბორის მთიდან 50-60 წლის **Quercus Iberica**-ს მერქანი, ალაზნის ველიდან 60-65 წლის **Quercus Longipes** მერქანი, აჯამეთის ტყიდან 50-60 წლის **Quercus Imeretina**-ს მერქანი.

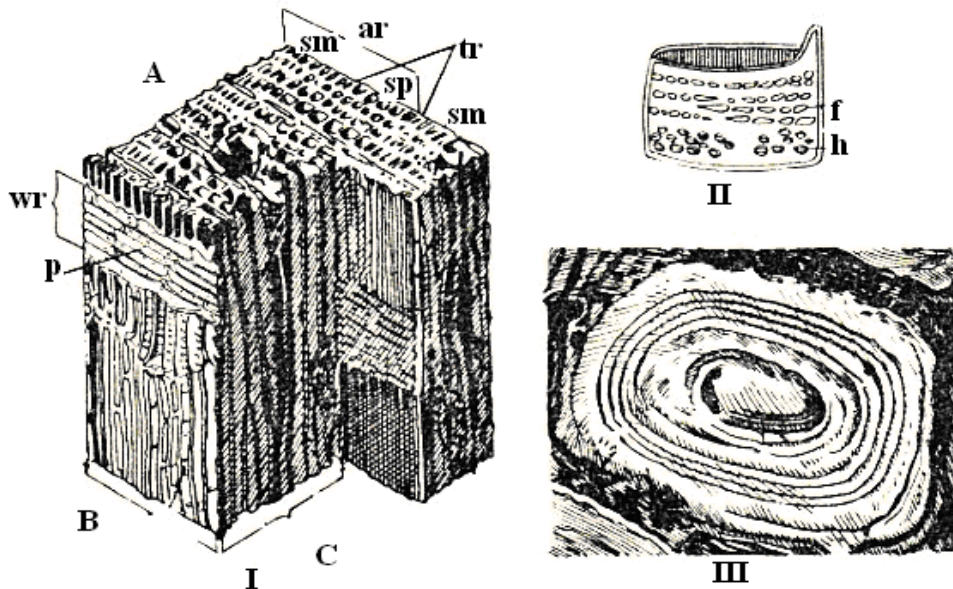
შესწავლილია თითოეული სახის მერქნის ანატომიური აგებულება, ფიზიკური თვისებები, ქიმიური შედგენილობა; დამზადდა მუხის ტკეჩი, რომელიც შრებოდა ჰაერზე 4 წლის განმავლობაში. მათგან მზადდებოდა კასრები, რომლებშიც ათავსებდნენ საკონიაკე სპირტს და 6 წლის განმავლობაში ატარებდნენ დაკვირვებას. იმის გამო, რომ კონიაკის წარმოებაში იხმარება მუხის მხოლოდ მერქანი, ამიტომ დაკმაყოფილდნენ მუხის ანატომიური ნაწილებიდან შესწავლათ მხოლოდ მერქანი.

მერქანში წყლის გადანაცვლებით იქმნება ვაკუუმი, რის შედეგადაც კაპილარებში შემოდის ჰაერი, იჟანგება უჯრედში მყოფი ტანინი, ლიგნინი და მერქნის სხვა ელემენტები. დაუანგვის პროცესები ინტენსიურად ხის ცენტრში 4-12 წლის ქსოვილში მიმდინარეობს, რის შედეგადაც გროვდება მთრიმლავი ნივთიერება და სადენები თილანებით იხურება. წყლისა და პლასტიკურ ნივთიერებათა გატარებას ცენტრის გარშემო მდებარე ახალგაზრდა კაპილარები აგრძელებს. ცენტრში მყოფი ტრაქეიდებიდან მთრიმლავი ნივთიერება გაზაფხულზე გამოირეცხება და გაიჟონება მოსაზღვრე უჯრედის გარსში, რადიუსული და ტანგენსური მიმართულებებით შედებავს ტრაქეიდების მოსაზღვრე შრეს და აქცევს მას რეზერვუარად. ამრიგად, მერქნის ელემენტები თანდათან აყვითლებს მოსაზღვრე ქსოვილებს და მიიწევს ცენტრიდან პერიფერიისკენ. მცენარისათვის ამ პროცესს აქვს

ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა; მუხის მოჭრის და მისი მერქნიდან კასრების დამზადების შემდეგ ის ღებულობს სამეურნეო მნიშვნელობას.

12. მუხის მერქნის აგებულება და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები

მუხის მერქანი, ისევე როგორც სხვა ფოთლოვან მცენარეთა ჯიშები, შედგება სხვადასხვა სახის ელემენტების კომპლექსისაგან, მათ შორის: გამტარი ელემენტები (ძარღვები, კაპილარები, ტრაქეიდები); მექანიკური ელემენტები – ბოჭკოები; დამგროვებელი ელემენტები – პარენქიმური ქსოვილები. ნახ.1-ზე წარმოდგენილია მუხის მერქნის აგებულების მიკროსკოპული სქემა



ნახ.1. მერქნის ჭრილის მიკროსკოპული ხედი:

A -განივი ჭრილი; B-რადიალური ჭრილი; C - ტანგენციალური ჭრილი; tr – ტრაქეიდები; Sp- გაზაფხულის მერქანი; Sm - შემოდგომის მერქანი; ar –წლიური რგოლები; wr - გულგულა სხივები; p - ფორები. II მუხის მერქნის ჭურჭელი; h - ფორები; f - გულგულა სხივებთან დაკავშირებული ფორები;

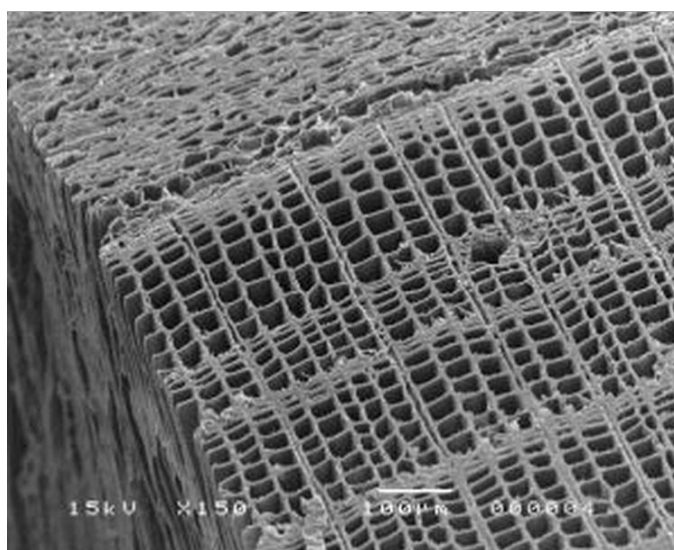
III მერქნის ბოჭკოს განივი ჭრილი; ბაცი - ცელულოზა; მუქი - ლიგნინის რგოლები.

ლიტერატურული წყაროების მიმოხილვა მუხის მერქნის ანატომიური აგებულების შესახებ გვიჩვენებს, რომ მერქანი

წარმოადგენს მეტად წვრილი ძარღვების კაპილარულ კონებს. ეს კონები ურთიერთშორის დაკავშირებულია როგორც მთელ სიგრძეზე, ისე ჰორიზონტალური მიმართულებითაც.

კაპილარული ძარღვები შეიძლება იყვნენ სხვადასხვა ფორმის, მსხვილი და წვრილი. მერქნის მთავარ შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს ლიბრიფორმი. პარენქიმური უჯრედები ყველაზე ხშირად წარმოქმნიან გულის ძარღვებს, აგრეთვე მერქნის პარენქიმს. საშუალოდ მუხის ბოჭკოები შეადგენენ 43,5-48% მერქნის საერთო მოცულობიდან, კაპილარები – 16,22%, გულის ძარღვები – 21,5-28%, მერქნის პარენქიმა – 8-13,5%. უნდა აღინიშნოს, რომ ეს მონაცემები არის საკმაოდ პირობითი, რამდენადაც მუხის ჯიშისა და ასაკის მიხედვით ანატომიური ელემენტები შეიძლება საგრძნობლად განსხვავდებოდნენ.

კაპილარულ ძარღვებს აქვთ უნარი გაატაროს სითხე და პლასტიკური ნივთიერებანი მთელ სიმაღლეზე მეტად ინტენსიურად, რადიუსული და ტანგენსური მიმართულებებით კი - რამდენჯერმე ნაკლები ინტენსივობით.



ნახ.2. მუხის ხის ნაჭერი ელექტრონული მიკროსკოპის ქვეშ

მრავალწლიანი მუხის მერქანი, რომელსაც იყენებენ კასრების დასამზადებლად ძირითადად შედგება ბირთვისაგან (ხის ტანის მუქი ნაწილი). მერქნის ცილა (მერქნის ნათელი ფერის ნაწილი) შეადგენს სულ რამოდენიმე სანტიმეტრს მერქნის ქერქთან მიახლოებულ ფენებში.

მას, როგორც წესი, ხის გადამამუშავებელ საწარმოებში აშორებენ ქერქთან ერთად.

მერქნის მნიშვნელოვან თვისებებს შორის, რომლებიც გამოიყენება კონიაკის წარმოებაში, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ტენიანობას, სიმკვრივეს (მოცულობით მასას), ტენ და წყალგამტარობას.

ახლადმოჭრილი მაგარი ჯიშის ხეების, მათ შორის მუხის ტენიანობა შეადგენს 33-37% წლის დროისაგან დამოკიდებულებით. გამშრალი მერქნის ტენიანობა საშუალოდ შეადგენს 15%-ს, მაგრამ იგი დამოკიდებულია გარემოზე და შესაძლებელია მნიშვნელოვნად მერყეობდეს.

მერქნის მოცულობის დიდ ნაწილს შეადგენს ფორები, მთელი მოცულობის 50...80%. ა. ლაშხის მონაცემებით [13] საქართველოში გავრცელებული მუხის სახეობების ფორების მოცულობა შეადგენს 48,5...62,8%. ფორების მოცულობისგან დამოკიდებულებით იცვლება მერქნის სიმკვრივე (მოცულობითი მასა), რომელიც წარმოადგენს მნიშვნელოვან ტექნიკურ მახასიათებელს, რამდენადაც ყველაზე ხშირად მერქანს ზომავენ მოცულობით. გარდა ამისა, მერქნის მიერ სითხის შთანთქმის სიდიდე (მათ შორის კონიაკის სპირტის) მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ამ მაჩვენებელზე. რამდენადაც სიმკვრივეზე გავლენას ახდენს ტენიანობა, ამიტომ გადაანგარიშება ხდება 15%-იანი ტენიანობით.

მერქნის სიმკვრივე, მათ შორის მუხის, დამოკიდებულია მის ჯიშზე და ზრდის გარემოზე. მუხის სიმკვრივე მერყეობს 0,51...1,04 გ/სმ³. ა. ლაშხის მონაცემებით [13] საქართველოში გავრცელებული მუხის სახეობების სიმკვრივე მერყეობს 0,577...0,798 გ/სმ³. საშუალოდ მუხის მერქნის სიმკვრივე აბსოლუტურ მშრალ მდგომარეობაში ტოლია 0,52...0,68 გ/სმ³.

ცდებით დაგენილია, რომ საშუალოდ 1 კგ აბსოლუტურად მშრალი მერქანი იწოვს 0,8 ლ კონიაკის სპირტს. სითხის გადაადგილება ორთქლის სახით არ არის დამოკიდებული მერქნის სიმკვრივეზე, მაშინ როდესაც წყალგამტარობა უკუდამოკიდებულია ამ მაჩვენებელზე. წყალგამტარობა დამოკიდებულია ბოჭკოების

მიმართულებაზე. ეს მაჩვენებელი ბოჭკოების გრძივად გაცილებით მეტია, ვიდრე განივი მიმართულებით.

მერქნის სხვა ფიზიკური თვისებებიდან, რომლებსაც მნიშვნელობა აქვს კონიაკის წარმოებისათვის, აღსანიშნავია თბური გაფართოების კოეფიციენტი. ბოჭკოების გრძივად ის ძალიან მცირეა (5-6 ჯერ უფრო მცირეა, ვიდრე რკინისა და სპილენძის). მუხის მერქნისათვის თბური გაფართოების კოეფიციენტი ბოჭკოების გრძივად ტოლია 6.10^{-6} , ხოლო ბოჭკოების განივად 40.10^{-6} , ანუ თითქმის 7-ჯერ უფრო მეტი.

საცავში, სადაც ინახება კასრები კონიაკის სპირტით, ტემპერატურის მკვეთრი მომატებით ან შემცირებით ხდება ტკეჩის ზომების არათანაბარი გაფართოება ან შემცირება, კასრი დეფორმირდება და ხდება გაჟონვა, რაც იწვევს სპირტის მნიშვნელოვან დანაკარგებს.

13. მუხის მერქნის ქიმიური შემადგენლობა

მუხის მერქნის ქიმიური შემადგენლობა მნიშვნელოვნად მერყეობს. საშუალო მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1

მუხის მერქნის ქიმიური შემადგენლობა

ძირითადი კომპონენტები	ნივთიერებათა %-ული შემადგენლობა აბსოლუტურად მშრალი მერქნის მიმართ
ცელულოზა	23-30
გემიციელულოზა	15-30
ლიგნინი	17-23
მთრთიმლავი და ფენოლური ნივთიერებები	2-10
ფისისებური ნივთიერებები	0,3-0,6

ცხრილში 1 მოყვანილია საშუალო მაჩვენებლები. ამერიკული თეთრი მუხა შეიცავს დაახლოებით 50% ცელულოზას, 32% ლიგნინს,

ხოლო ფრანგული მუხა – დაახლოებით 40-45% ცელულოზას, 20-35% გემიცილოზას, 25-30% ლიგნინს და 8-15% ტანიდებს [10].

მუხის მერქნის ელემენტური შემადგენლობა საშუალოდ შემდეგია: C - 49,4, H - 6,1 და O - 44,5 %.

მელვინობაში მუხის ტარის ფართო გამოყენების ერთერთი მთავარი მიზეზი არის მასში ფისისებური ნივთიერებების დაბალი შემცველობა (0,3-0,6%).

მუხის მერქნის ქიმიური შემადგენლობის ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან ნივთიერებას წარმოადგენს ლიგნინი. ლიგნინი ძირითადად შედგება არომატული შენაერთებისაგან, რომლებიც დაკავშირებული არიან ერთმანეთთან და ნახშირწყლებთან. ბუნებრივი ლიგნინი წარმოადგენს განშტოებულ პოლიმერს მოლეკულური მასით დაახლოებით 7000-10000. მაგრამ, მერქნიდან გამოყოფილი ლიგნინის პრეპარატების მთელი რიგი ხასიათდება გაცილებით ნაკლები მოლეკულური მასით – 400-700.

14. მუხის მერქნის გავლენა მელვინობის პროდუქციის ხარისხზე

მუხის კასრში საკონიაკე სპირტის მოთავსებით ტკეჩის შიგნითა ფენიდან სპირტი მოსაზღვრე ფენისაკენ გადაინაცვლებს და მთელ კაპილარებსა და ფორებს სპირტი ან მისი ორთქლი იკავებს. იგი აკავშირებს კასრის შიგნითა სპირტსა და გარეთა ჰაერს. ტემპერატურის ცვალებადობა ფორებს ხან მთლიანად სპირტით ავსებს, ხან კიდევ ვაკუუმს ჰქმნის. ამით ჰაერის უანგბადი გარედან შიგნით ფორებში შედის, ფორებიდან კასრში დაბრუნებულ სპირტს კი თან შეაქვს დაუანგული ტანინი, ლიგნინი და მერქნის სხვა ელემენტები. ეს უკანასკნელი ერევა კასრში მოთავსებულ სპირტში. ფორებში კი შედის სპირტის ახალი ულუფა. ფორებში მერქნის ელემენტების თანდასწრებით ჰაერის სპირტთან შეხება განუწყვეტლივ გრძელდება. ჰაერზე გამომშრალი მუხის ტკეჩის 1 სმ³-ში პირველი თვის განმავლობაში 0,4-0,6 მლ სპირტი თავსდება. თუ ვიანგარიშებთ, რომ მუხის მერქანი შეიცავს მეტად ბევრ ძარღვს, პერფორირებულ მილებს,

ტრაქტიდებს და სხვებს, რომლებშიაც შედის სპირტი და გადავიანგარიშებით ამ მიღების შეხების ხვედრით ზედაპირს, დავინახავთ, რომ 1 სმ³ მუხის მერქანზე მოდის 200-300 კვადრატული სანტიმეტრის ფართობი. ამ ფართობზე განაწილებულია 0,4-0,6 მლ სპირტი. ეს უკანასკნელი ეხება ასეთი ფართო ზედაპირიან მუხის მერქანს, ხარბად ითვისებს მისგან მერქნის ელემენტებს და ახორციელებს მის შემდგომ გარდაქმნას. რაც უფრო ხშირია წვრილი კაპილარები, მით უფრო დიდი იქნება ხვედრითი ზედაპირი და ამით მაღალი იქნება მერქნის მოქმედების ეფექტიც.

ამ მოსაზრებათა სასარგებლოდ ლაპარაკობს სხვა მკვლევართა შეხედულებებიც. კენიგის შეხედულებით, მუხის კასრის ფორებში შესული საკონიაკე სპირტი განიცდის ცვლილებებს. ასე წარმოიშვება ძმრის ალდეჰიდიდან ძმრის მჟავა, რომელიც სპირტთან იძლევა რთულ ეთერებს და მასთან ერთად წარმოიშობა მთელი რიგი სხვა ნივთიერებანი, რომლებიც აძლევს საკონიაკე სპირტს არომატს.

გ. ადაბალიანცის შეხედულებით საკონიაკე სპირტის დაძველების არსი მეტად რთული და მრავალფეროვანია. ის დაკავშირებულია დაჟანგვით პროცესებთან, ძირითადად - მუხის ექსტრაქტულ ნივთიერებათა დაჟანგვასთან, ეთერიფიკაციასთან, აცეტალების წარმოებასთან და სხვა ქიმიურ რეაქციებთან, აგრეთვე ფიზიკურ-ქიმიურ მოვლენებთან (დიფუზია, კაპილარობა და სხვა). როგორც ჩანს, ეს პროცესი მიმდინარეობს ძირითადად მუხის ტკეჩის ფორებში, რომლებშიც ერთი მხრიდან ჰაერის ჟანგბადი შედის, ხოლო მეორე მხრიდან საკონიაკე სპირტი. შეხების ფართო ზედაპირი ჰაერის ჟანგბადის განუწყვეტელი ნაკადით ფორებში უზრუნველყოფს მიმდინარე რეაქციის ინტენსივობას ექსტრაქტულ ნივთიერებებთან (პირველ რიგში პოლიფენოლების), საკონიაკე სპირტის კომპონენტებთან. ღრმა გარდაქმნის პროდუქტები შენახვის პერიოდში დიფუნდირდება საკონიაკე სპირტში და იწვევს მის დაძველებას.

მუხის მერქნის ყველაზე უფრო მნიშვნელოვან კომპონენტებს, რომლებიც არსებით გავლენას ახდენენ პროდუქტის გემოზე, ფერზე და არომატზე, წარმოადგენენ ლიგნინური და ტანინური ბუნების ნივთიერებები. ტანინებს ხსნარში აქვთ მომწარო გემო, მაგრამ

ჰიდროლიზური ტანინების არსებობა, რომლებიც ადვილად იჟანგებიან დაძველების პროცესში, პროდუქტს ანიჭებენ სიმსუბუქეს და სრულ გემოვნებას. მერქნის სხვა ჯგუფის ფენოლურ ნივთიერებებს წარმოადგენენ ლიგნინის ბიოსინთეზის თანმხლები პროდუქტები – ბენზონური რიგის არომატული მჟავები და შესაბამისი ალდეჰიდები. მათ შორს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ვანილინს. ის ახდენს ყველაზე უფრო მნიშვნელოვან ზემოქმედებას დაძველებული პროდუქტის ბუკეტზე. სხვა მნიშვნელოვან კომპონენტებს, რომლებიც აგრეთვე ასრულებენ მნიშვნელოვან როლს ბუკეტის წარმოქმნაში, წარმოადგენენ ლაქტონები და აქროლადი ფენოლური შენაერთები. აქროლად ფენოლებს შორის, რომლებსაც უნარი შესწევთ იმოქმედონ პროდუქტის ბუკეტზე, წარმოადგენენ ევგენოლის, გვაიაკოლის, კრეზოლის და ფენოლის წარმოებული ნივთიერებები. ასევე მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ აგრეთვე ფურანოიდული რიგის ნივთიერებები, რომლებიც ძირითადად წარმოიქმნებიან მერქნის თერმული დამუშავების დროს.

დედამიწაზე არსებულ ყველა მცენარეს შორის მეღვინეობის პროდუქტების დასაძველებლად ირჩევენ მხოლოდ მუხას. პირველ რიგში მისი მერქანი მდიდარია ექსტრაქციული ნივთიერებებით, გარდა ამისა, ის ძალიან მკვრივი მასალაა და კასრიდან სითხის გაჟონვა არ ხდება, მაგრამ ატარებს გაზებს. ეს მისი თვისება განაპირობებს ჟანგვა-აღდგენით ბუნებრივ, რთულ პროცესებს, რაც აუცილებელია მასალის დასაძველებლად. მუხის მერქნის შედარება სხვა ჯიშის მცენარეებთან გვიჩვენებს, რომ მისი ექსტრაქციული ნივთიერებები შეიცავენ უფრო ნაკლებ მომწარო გემოს ნივთიერებებს. კასრების დასამზადებლად გამოიყენება 100 წლამდე ასაკის მუხა.

მუხის კასრების სამშობლოდ ითვლება საფრანგეთი, რომელიც დღეისათვის აწარმოებს 500 ათას კასრზე მეტს წელიწადში. მუხა საფრანგეთში წარმოადგენს ყველაზე უფრო ღირებულ მერქანს. მაგრამ 400-ზე მეტი მუხის ჯიშისაგან მეღვინეობისათვის გამოსადეგია მხოლოდ რამოდენიმე ევროპაში გავრცელებული (*Quercus petraea* და *Quercus robur*), აგრეთვე ამერიკული თეთრი - *Quercus alba*.

1.5. მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის გაზრდის არსებული მეთოდები და ალტერნატიული საშუალებები

მთელი რიგი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულებების მიერ ჩატარებული კვლევების ანგარიშებში მოცემულია მუხის კასრებში კონიაკის სპირტის დაყენების შემთხვევაში ამ კასრების გამოფიტვის დინამიკა. თუმცა კვლევები ჯერ ისევ მიმდინარეობს და მიღებული შედეგების, ასევე, სამარკო ღვინოების და კონიაკის მწარმოებელი სხვადასხვა ქვეყნების პრაქტიკული გამოცდილების საფუძველზე დადგენილია კასრების გამოყენების ვადა. ღვინის დაყოვნებისათვის მუხის კასრების მაქსიმალური ვადა (მერქნის გამოფიტვის მომენტამდე) შეადგენს 6-12 წელს, კონიაკის სპირტების დაყოვნების დრო კი განისაზღვრება 16-18 წლამდე.

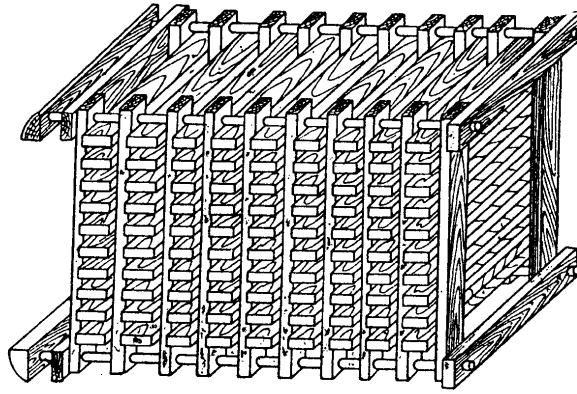
ხარისხოვანი მუხის კასრების მაღალი ღირებულების და საკასრე მასალების შეზღუდული მარაგების გამო, მწვავედ დგას საკითხი ამ ღირებული მასალის ალტერნატიული წყაროების მოსაძიებლად. ამ პრობლემის ერთ-ერთ კარგ გადაწყვეტას წარმოადგენს მერქნის გადამუშავების ისეთი პროდუქტების გამოყენება როგორცაა მუხის ტკეჩი (ნაფოტი), ბურბუშელა, მუხის მერქნის ფხვნილი და სხვა. ეს პროდუქტები ხელმისაწვდომია, ადვილია გამოსაყენებლად და ეკონომიურია. ყურძნისა და ღვინის საერთაშორისო ორგანიზაციამ დაუშვა სპეციალურად მომზადებული მუხის ტკეჩის გამოყენება მეღვინეობის პროდუქციის წარმოებაში. აღნიშნული ტექნოლოგიური მეთოდი მიმართულია ღვინისა და კონიაკის პროდუქციის ხარისხობრივი მაჩვენებლების ასამაღლებლად. მუხის ტკეჩი მზადდება გამორჩეული მერქნისაგან (**QUERCUS SESSILUS**), რომელიც მზადდება საფრანგეთში და მიიღება კასრების წარმოების ნარჩენებისაგან.

მუხის ტკეჩს ამზადებენ სპეციალური ტექნოლოგიით. აქუცმაცებენ დაახლოებით 10X5X3 მმ ზომის ნაწილაკებად. დაქუცმაცებას აწარმოებენ რადიალური, მერქნის ბოჭკოების მიმართულებით. ტკეჩს აშრობენ ორი მეთოდით – ბუნებრივი და ხელოვნური. ხელოვნური შრობის უპირატესობა გამოიხატება პროცესის დაჩქარებასა და რეგულირებაში, მაგრამ ასეთი მასალით დამზადებული

კასრების ხარისხი მნიშვნელოვნად ნაკლებია და პრაქტიკულად არ გამოიყენება მაღალხარისხოვანი ღვინოებისა და მაგარი სასმელების დასამზადებლად.

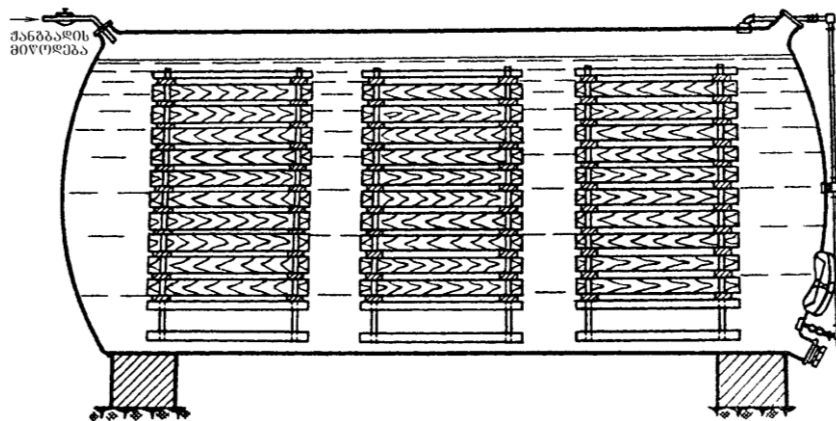
მუხის კასრების მასალის დეფიციტურობა და ღირებულება განაპირობებს ალტერნატიული საშუალებების ძიებას და მეცნიერულ დასაბუთებას. ეს საკითხი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საქართველოში, რამდენადაც ჩვენი რესპუბლიკის მეღვინეობაში, კერძოდ კონიაკის წარმოებაში ბოლო 25 წელია, რაც მუხის კასრების წარმოება არ მიმდინარეობს და დეფიციტის შევსება ხდება ძვირადღირებული უცხოური კასრებით. ეს მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს პროდუქციის თვითღირებულებაზე. ქ. თბილისის კონიაკის ქარხანა “სარაჯიშილში” დაგროვილია სხვადასხვა ტევადობის მუხის კასრების დიდი რაოდენობა. მათი ტექნოლოგიური რესურსის გაზრდა მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტს მოუტანს წარმოებას. ზემოთაღნიშნულიდან გამომდინარე, გამოფიტული კასრების ეფექტური ალტერნატივების მოპოვება მოითხოვს შემდგომ მეცნიერულ კვლევას.

ერთადერთი ნაკლოვანი მხარე რაც ახასიათებს მუხის კასრებში სპირტის დაძველებას არის სპირტის დანაკარგები მისი აორთქლების შედეგად. ცნობილია, რომ მუხის მერქანი არ ატარებს სითხეს, მაგრამ ატარებს აირებს, როგორც გარედან ბუნებრივი ჟანგბადის სახით, ასევე შიგნიდან წყალ-სპირტის ორთქლის სახით. სწორედ ეს უკანასკნელი იწვევს სპირტის დანაკარგებს. ამიტომ, ცნობილი სპეციალისტის გ. ალაბალიანცის მიერ მუხის კასრების ერთ-ერთ ალტერნატივად წამოყენებული იყო საკონიაკე სპირტის მომინანქრებულ ჭურჭელში დაძველება, რომელშიც თხევადი და მყარი მასის საჭირო თანაფარდობით აწყობენ წინასწარ დამუშავებულ მუხის ტკეჩებს. ტკეჩებს თავიდან ამუშავებენ ცხელი წყლით, შემდეგ 1 სთ-ის განმავლობაში ცხელი კალცირებული სოდის 1%-იანი ხსნარით, 1-2 სთ-ის განმავლობაში 2%-იანი გოგირდმჟავათი, რის შემდეგ ტკეჩებს რეცხავენ ცხელი და ცივი წყლით. ტკეჩებს აწყობენ შტაბელებად, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ.3-ზე, ხვედრითი ზედაპირის და სპირტის მოცულობის ოპტიმალური თანაფარდობით 80-90 სმ²/ლ.



ნახ.3. ტკეების შტაბელებად დაწყოების სქემა

შემდეგ ტკეის შტაბელებს ათავსებენ ემალირებულ რეზერვუარებში, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ.4-ზე. რეზერვუარის ზედა ნაწილში ტოვებენ საჰაერო ბალიშს, სადაც პერიოდულად მიეწოდება ჟანგბადი. ეს მეთოდი ცნობილია ქ. კრასნოდარის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სახელით.



ნახ.4. რეზერვუარში ტკეის შტაბელების განლაგების სქემა

ი. პლატონოვმა [25] გამოიკვლია აღნიშნული მეთოდით დაძველებული კონიაკის სპირტის ქიმიური შემადგენლობის ცვლილება. მისი მონაცემებით ზოგიერთი აქროლადი კომპონენტის შემცველობის მხრივ რეზერვუარში და მუხის კასრში დაძველებულ სპირტებს შორის არსებითი განსხვავება არ აღნიშნულა.

ძალზე არსებითია, რომ ი. პლატონოვმა დაასაბუთა ის, რომ ტკეის როგორც წინასწარი დამუშავების დროს, ასევე სპირტის

დაძველების პროცესში ცვლილება განიცადა მხოლოდ ტკეჩის თხელმა ზედაპირულმა ფენამ 2-3 მმ სიღრმემდე.

ა. სირბილაძემ და დ. ნიკოლაიშვილმა გამოიკვლიეს ჟანგბადის რეჟიმი ქ. კრასნოდარის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის მეთოდით კონიაკის სპირტის დაძველების პროცესში. ამისათვის ერთ რეზერვუარში პერიოდულად აწვდიდნენ ჟანგბადს, ხოლო მეორეში – არა, მაგრამ არსებითი ცვლილება OB -პოტენციალის და rH_2 სიდიდეების არ აღნიშნულა 18 თვიანი დაძველების დროსაც კი. სადგეუსტაციო მახასიათებლებიც ასევე უმნიშვნელოდ განსხვავდებოდა (სულ 0,1 ბალის სხვაობა).

ი. ქადეიშვილის წინადადებით, ქ. კრასნოდარის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის მეთოდით სპირტის დაძველების პროცესში ჟანგბადის მიწოდება განხორციელებული იყო შტაბელებად დაწყობილი მუხის ტკეჩებში გაკეთებული ნახვრეტებიდან. ნახვრეტები ერთმანეთთან შეერთებული იყო მილის ზღუდარებით.

ამჟამად ქ. კრასნოდარის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ტექნოლოგია რამდენადმე სახეშეცვლილია, კერძოდ ტკეჩების დამუშავება ცხელი სოდით და მჟავათი შეცვლილია ცივი წყლით და 20-30 წთ-იანი დამუშავებით მწვავე ორთქლით [31].

ღ. ჯანფოლადიანის, ე. მნჯოიანის და ს. ზარობიანის [10] წინადადებით კონიაკის სპირტების მისაღებად გამოიყენება სპეციალურად დამუშავებული მერქანი: მუხის ხის ნაჭრებს ცივი და ცხელი წყლით გარეცხვის შემდეგ აშრობენ 10-12% ტენიანობამდე და ცხელი ჰაერის ნაკადით აწარმოებენ მაღალ ტემპერატურულ თერმულ დამუშავებას $115-140^{\circ}C$ ტემპერატურაზე 3-7 დღის განმავლობაში. დამუშავებულ მერქანს 1:1 შეფარდებით ურევენ თერმიულად დაუმუშავებელთან და ტვირთავენ ჰიდრავლიკურ სარეცხელაში. სვეტის თავში უშვებენ კონიაკის სპირტს, ხოლო ძირში პერიოდულად აწვდიან ჟანგბადს. ასეთი მეთოდით მიღებულ კონიაკის სპირტს შემდგომში აძველებენ მუხის კასრებში 1,5 წლის განმავლობაში. ზემოთაღწერილი თერმიული დამუშავებით შესაძლებელია აგრეთვე ისეთი მუხის ტკეჩების დამუშავებაც, რომლებსაც თერმიულად დაუმუშავებლებთან

ერთად, 1:1 შეფარდებით, შტაბელეზად აწყოვენ ემალირებულ რეზერვუარში და ასხავენ კონიაკის სპირტს. სპირტს აძველებენ 20-25⁰C ტემპერატურაზე და რეზერვუარის საჰაერო კამერაში პერიოდულად შეჰყავთ ჰაერი ან ჟანგბადი.

ბ. ნილოვის და ი. სკურიხინის [20] მიერ შემოთავაზებული იყო ემალირებულ რეზერვუარებში კონიაკის სპირტების დაჩქარებული მომწიფების მეთოდი, რომელიც განსხვავდება იმით, რომ მუხის მერქანს წინასწარ ამუშავებენ სუსტი სოლიანი ხსნარით დაბალ ტემპერატურაზე. შემდგომი კვლევებით [21,30] დაზუსტდა მუხის მერქნის წინასწარი დამუშავების პარამეტრების რიგი და კონიაკის სპირტის დაძველების პირობები. დღეისათვის ეს ტექნოლოგია ცნობილია “მაგარაჩის” ტექნოლოგიის სახელწოდებით. მუხის მერქანს წინასწარ ამუშავებენ 0,3-0,6%-იანი მწვავე ნატრიუმით, ან 0,5-1,0%-იანი მწვავე კალიუმით 10-15⁰C ტემპერატურაზე 2-6 დღე-ღამის განმავლობაში ჰიდრომოდულში არანაკლებ 1:5 [30], შემდეგ სოდის მოცილების შემდეგ რამოდენიმეჯერ რეცხავენ წყლით.

იმის გათვალისწინებით, რომ ხანგრძლივი დაძველების დროს სპირტი მერქანში აღწევს 8-11 მმ-მდე და არსებითი ცვლილებები მუხის ტკეში მიმდინარეობს 2-3 მმ სიღრმეზე, რეკომენდებული იყო თხელი მუხის ტკეების გამოყენება სისქით 10 მმ-მდე [21].

თხელი ტკეის გამოყენებას აქვს რიგი უპირატესობანი:

- თხელი ტკეი წარმოებაში გაცილებით იაფია;
- ერთი და იგივე ხვედრითი ზედაპირის მისაღებად რეზერვუარებში ჩატვირთვის დროს თხელი ტკეის საჭირო რაოდენობა გაცილებით ნაკლებია სტანდარტულთან შედარებით;

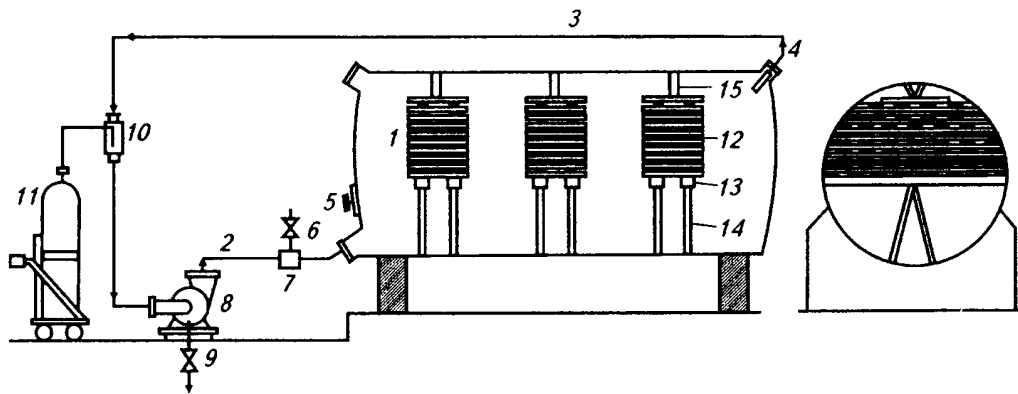
- თხელი ტკეის გამოყენების შემთხვევაში სპირტის დანაკარგები გაჯერებაზე რამდენიმეჯერ ნაკლებია;

- უმჯობესდება რეზერვუარის მოცულობის გამოყენება.

ნახ. 5-ზე წარმოდგენილია 1500 დალ ტევადობის მომინანქრებულ რეზერვუარში მუხის ტკეების განლაგების და არმატურის სქემა.

ტკეების შტაბელეზს 12 აწყოვენ რეზერვუარის 1 ზედა ნაწილში, რაც აუმჯობესებს ნივთიერებათა ექსტრაქციას ტკეიდან. ტკეებს

აწყობენ მუხის საყრდენ ძელაკებზე 13 ისე, რომ მათ შესაძლოდ მინიმალურად გადაფარონ ერთმანეთი. ძელაკებზე 13 დაწყობილი შტაბელების რეზერვუარში სათანადო ფიქსირებისათვის გამოიყენებენ თხელ ტკეჩებს 14 და 15. რეზერვუარის ჟანგბადით კვება ხორციელდება ბალონიდან 11. არმატურა შეიცავს: რეზინა-ქსოვილის შლანგები 2,3, გამომშვები ნახვრეტის ონკანი 6, საჰაერო ნიპელი 7, ტუმბო 8, ტუმბოს ჩამომშვები ონკანი 9, ჟანგბადის მიმწოდი ფრქვევანა 10, რეზერვუარის ყელი 4 და მომსახურების ლიუკი 5.



ნახ.5. 1500 დალ ტევადობის მომინანქრებულ რეზერვუარში მუხის ტკეჩების განლაგების და არმატურის სქემა

რეზერვუარს ავსებენ კონიაკის სპირტით მისი მოცულობის 1-2%-ით ნაკლები სიდიდით და წელიწადში ორჯერ დოზატორის დახმარებით აწვდიან ჟანგბადს. ამასთან, ხორციელდება სპირტის მორევა, რაც დადებითად მოქმედებს მომწიფებაზე.

ისევე როგორც სპირტის რეზერვუარული დაძველების სხვა მეთოდების შემთხვევაში, ჟანგბადის შემცველობა უნდა შეადგენდეს 10-15 მგ/ლ. დაძველების ოპტიმალური ტემპერატურაა $20-25^{\circ}\text{C}$.

მერქნის ოპტიმალური რაოდენობა დამოკიდებულია მისი დამუშავების მეთოდზე, დაძველების ტემპერატურაზე და ხვედრით საკონტაქტო ზედაპირზე, რომელიც შეადგენს $15-90 \text{ სმ}^2/\text{ლ}$.

კონიაკის სპირტის დაძველების განხილული რეზერვუარული მეთოდების ძირითად ნაკლოვან მხარეს წარმოადგენს ის, რომ ლითონის რეზერვუარს არ შეუძლია ჟანგბადის ბუნებრივი მიწოდება ჟანგვითი პროცესების მიმდინარეობისათვის. ამიტომ საჭირო ხდება ჟანგბადის ხელოვნური, დოზირებული მიწოდება ავტომატიკის

ელემენტების გამოყენებით, რაც ართულებს პროცესის მიმდინარეობას და საერთოდ რეზერვუარების ტექნიკურ მომსახურებას.

გარდა ამისა ხარისხობრივი მაჩვენებლების თვალსაზრისითაც არ არის ერთგვაროვანი შეფასება. მეცნიერების და სპეციალისტების დიდი ნაწილი თვლის, რომ მუხის კასრში იქმნება სპირტის მომწიფებისათვის საჭირო უაღრესად ხელსაყრელი ბუნებრივი აურა, რაც დადებითად აისახება მზა პროდუქტის ხარისხზე.

თუ გავითვალისწინებთ საწარმოებში გამოფიტული კასრების დიდ რაოდენობას, ცხადია, რომ მათი სამსახურში ჩაყენება უდავოდ დადებითად აისახება საწარმოს ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე.

ამრიგად, საკითხის გადაწყვეტისადმი სწორი მიდგომა იქნება ისეთი მეთოდების დამუშავება და კვლევა, რომლებიც უზრუნველყოფენ მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის ამალგებას და მათი სამსახურის ვადის გახანგრძლივებას.

ზემოთაღნიშნულიდან გამომდინარე, გამოფიტული კასრების ეფექტური ალტერნატივების მოპოვება მოითხოვს შემდგომ მეცნიერულ კვლევას.

ცნობილია, რომ სპირტის შეღწევადობა კასრის მერქანში არ არემატება 7...10 მმ-ს, მაშინ როდესაც კასრის კედლის სისქე მისი ტევადობისაგან დამოკიდებულებით აღწევს 35 მმ-მდე. გამოდის, რომ მერქნის დაახლოებით 70% რჩება გამოუყენებელი. ამიტომ, ერთ-ერთი მეთოდის მიხედვით, კასრის მასალის სრულად გამოყენების მიზნით აწარმოებენ მის დაშლას, გამოფიტული ფენის მოხსნას და ხელახლა აწყობას, რაც უაღრესად რთული პროცესია. მაგალითად, ქ. ოდესის კონიაკის ქარხანაში გამოფიტულ კასრებს შლიან და ტკეზებზე ხსნიან 2-3 მმ ფენას, შემდეგ მათ კვლავ აწყობენ და ალაგებენ იარუსებად.

ჩრდილოეთ-კავკასიის მებაღეობისა და მევენახეობის ზონალური სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის სპეციალისტების მიერ დამუშავდა გამოფიტული მუხის კასრების შიგა ზედაპირის მუხის ექსტრაქტით აღდგენის მეთოდი მექანიკური დამუშავების გარეშე. კასრების დამუშავება ხდებოდა შემდეგნაირად: კასრები ივსებოდა მუხის ექსტრაქტის 1,0-1,5%-იანი 40-45⁰C ტემპერატურის სუსტი წყალ-სპირტიანი ხსნარით. დაყოვნება ხდებოდა 14 დღე-ღამის განმავლობაში

პერიოდული მორევით. შემდეგ ხსნარს კვლავ აცხელებდნენ 40-45°C ტემპერატურამდე და აყოვნებდნენ 14 დღე-ღამის განმავლობაში. შემდეგ ხდებოდა კასრების გამოვლება შერბილებული წყლით და მათი შევსება 65,8%-იანი ახალგაზრდა სპირტით. კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ კასრის შიგა ზედაპირმა განიცადა მუხის ექსტრაქტის სორბირება და წარიმართა სრულყოფილი ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოქიმიური პროცესები [P.A.Сула и др. Применение дубового экстракта для обработки коньячных бочек].

მაგრამ ასეთ მეთოდებს მოაქვს მხოლოდ ლოკალური შედეგი და არ წყვეტს პრობლემას მთლიანად. ამასთან დაკავშირებით აუცილებელია კონიაკის სპირტების მომწიფების დაჩქარებული ტექნოლოგიების დანერგვა, რომლებიც დაფუძნებულია სპირტზე სხვადასხვა ფიზიკურ-ქიმიური საშუალებებით ზემოქმედებაზე, აგრეთვე კონიაკის სპირტში მუხის ხისაგან დამზადებული ექსტრაქტების შეტანა, როგორც მომწიფების დამაჩქარებელი საშუალებების. ამ გზით შესაძლებელია გამოფიტული კასრების ექსტრაქციული ნივთიერებების დეფიციტის შევსება.

ცნობილია მუხის ექსტრაქტების წარმოების მრავალი მეთოდი. ერთ-ერთი მეთოდის თანახმად წყალ-სპირტის ხსნარში შეაქვთ მუხის ხის ბურბუშელა ან ნაფოტი და პერიოდული მორევით აწარმოებენ ექსტრაქციას. გამოიყენება “*Quercus robur*” მუხის ბურბუშელა ან ნაფოტი, რომლის ასაკი არ უნდა იყოს 80 წელზე ახალგაზრდა. ამასთან გამოიყენება ხის ტანის მხოლოდ შუა ნაწილი. ექსტრაქტის მოსამზადებლად იყენებენ 1,0-1,5 სმ ზომის ნაფოტებს 5-6 მმ სისქით ან რგოლების სახით დახვეულ ბურბუშელას 10-20 მმ დიამეტრით და 10-20 მმ სიგრძით.

ექსტრაქციის პროცესში ნარევეზე პერიოდულად ზემოქმედებენ აკუსტიკური ველით, 22-50 კილოჰერცი რხევის სიხშირით და რხევის ინტენსივობით 4-40 ვტ/სმ³ 10...20 წთ-ის განმავლობაში. ექსტრაქციის პროცესი მიმდინარეობს 1-3 დღე-ღამე, აკუსტიკური ველის ზემოქმედების პერიოდულობით – 1-3-ჯერ. მუხის ბურბუშელას ან ნაფოტს იყენებენ 50 გ-დან 0,5 კგ-მდე 1 ღმ³ წყალ-სპირტის ნარევეზე.

სხვა ტექნოლოგიით კონცენტრატს ამზადებენ მუხის მერქნის კომპონენტებისაგან წყლით ექსტრაქციით საექსტრაქციო დანადგარებზე. შემდგომში აწარმოებენ მიღებული დიფუზიური წვენი გამორთქვლას და გამოშრობას კრისტალურ მდგომარეობამდე. შემდეგ მუხის ფხვნილისებურ პრეპარატს ასხავენ დარბილებულ წყალს და მორევით ხსნიან მის წყალში ხსნად ნაწილს, ხოლო ნალექს აშორებენ ცენტრიფუგირებით. წყალ-სპირტის მუხის ექსტრაქტის მისაღებად წყლის ექსტრაქტს სპირტავენ და ფილტრავენ.

ამ მეთოდის ნაკლოვან მხარეს წარმოადგენს ის, რომ მუხის ფხვნილისებური პრეპარატის მიღების დროს, დიფუზიური წვენი გამორთქვლით და გამოშრობით მიღებული მასა კარგავს მუხის მერქნის ღირებულ არომატის წარმომქმნელ კომპონენტებს, რის გამოც ასეთი ექსტრაქტებიდან მიღებულ სასმელებს აქვთ დაბალი ორგანო-ლეპტიკური თვისებები.

ცნობილია წყალში ხსნადი მთრიმლავი ნივთიერებების ექსტრაქციის პროცესი, სადაც მუხის ტკეჩის ბურბუშელას ათავსებენ შერბილებული წყლით შევსებულ რეზერვუარში და ამუშავებენ ულტრაბგერით რხევის სიხშირით და ინტენსივობით შესაბამისად 18-20 კილოჰერცი და 2-3 ვტ/სმ³ 60 წთ-ის განმავლობაში [18]. ულტრაბგერის მოცემული პარამეტრების ზემოქმედებით ხარისხოვან მუხის მერქანზე, სპირტის განსაზღვრული კონცენტრაციით, შესაძლებელია მაღალი ტექნოლოგიური ეფექტის მიღება.

ამ მეთოდის ნაკლია სპირტის გამოყენება არასაკმაო კონცენტრაციით, რაც არ იძლევა მაღალი ხარისხის მუხის ექსტრაქტის მიღების შესაძლებლობას. გარდა ამისა, გართულებულია ხსნარზე ულტრაბგერის გადაცემის პირობები.

მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის ასამაღლებლად გარდა ექსტრაქტებისა, ფართოდ გავრცელებულია მერქნის ნატურალური კომპონენტების გამოყენება, ისეთები როგორცაა: მუხის ხის ფხვნილი და მცირე ზომის ნაფოტები (ნახ.ნ,ა); მუხის ხის ჩიფსები (ნახ.ნ,ბ); მუხის ხის კუბები (ნახ.ნ,გ); მუხის ხის ე.წ. დომინო (ნახ.ნ,დ); მუხის ხის ბლოკები (ნახ.ნ,ე); მუხის ხის სპირალების ჯაჭვი(ნახ.ნ,ვ);



ა)



ბ)



გ)



დ)



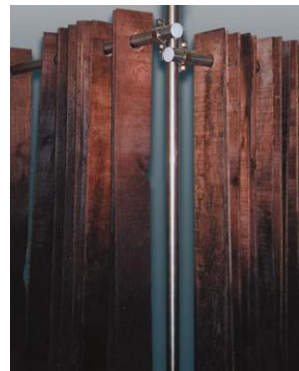
ე)



ვ)



ზ)

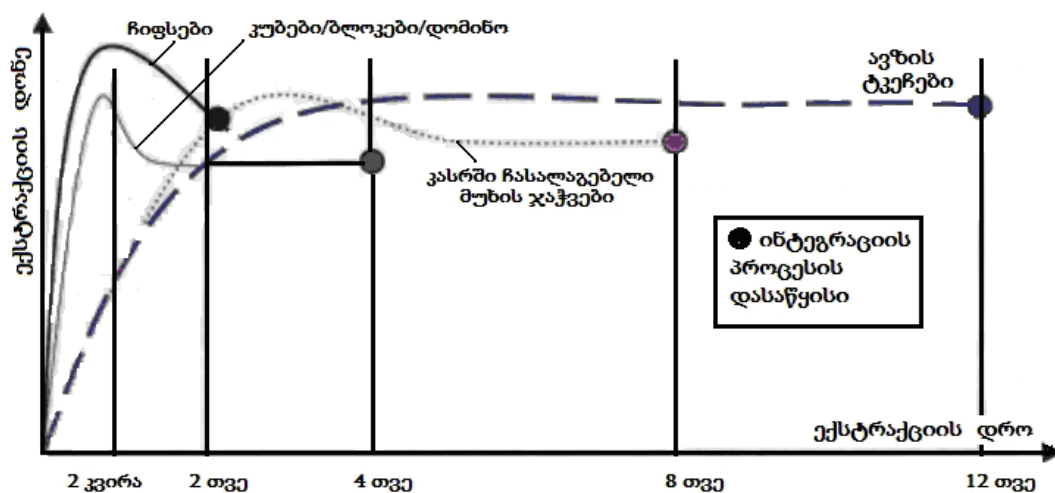


თ)

ნახ.6. მუხის მერქნის ნატურალური კომპონენტები

მუხის ხის ტკეჩები (ნახ. 6,ზ); დიდი ზომის ავზებში ჩასალაგებელი მუხის ხის ტკეჩები (ნახ. 6,თ) [40].

ნახ.7-ზე წარმოდგენილია მუხის მერქნის ნატურალური კომპონენტების ექსტრაქციული გრაფიკები, რომლებიც სრულად ექვემდებარებიან ლოგიკურ ექსპონენციალურ კანონზომიერებებს. როგორც გრაფიკებიდან ჩანს ყველაზე ადრე (დაახლოებით 2 კვირა) ექსტრაქციულ პიკს აღწევენ ე.წ. ჩიფსები და მუხის კუბიკები. კასრში ჩალაგებული მუხის ჯაჭვებისათვის ეს დრო შეადგენს დაახლოებით 3 თვეს, ხოლო მომინანქრებულ ავზებში ჩაწყობილი ტკეჩებისათვის ექსტრემუმი შეადგენს დაახლოებით 4 თვეს. ამ ჩამონათვალში არ არის მოყვანილი ფხვნილი და მცირე ზომის ნაფოტები. სავარაუდოდ ამ კომპონენტებისათვის ექსტრაქციის პიკი სხვა კომპონენტებთან შედარებით დადგება გაცილებით მოკლე დროში, რამდენადაც ისინი მიეკუთვნებიან მცირე დისპერსიულ მასალებს, რომლებსაც გააჩნიათ შეუდარებლად დიდი საკონტაქტო ფართი ექსტრაგენტთან და შესაბამისად ექსტრაქციული პროცესების მიმდინარეობის სიჩქარეც მაღალია [39].



ნახ.7. მუხის მერქნის ნატურალური კომპონენტების ექსტრაქციული გრაფიკები

ყველაზე ძლიერ ექსტრაქტს შედარებით მცირე დროში იძლევა მერქნის ფხვნილი და ნახერხი, მაგრამ მათი გამოყენება ართულებს შემდგომ პროცესს, რაც დაკავშირებულია მაღალი სისუფთავის ფილტრაციასთან.

გარკვეული სირთულე კასრების მომსახურების თვალსაზრისით ახასიათებს აგრეთვე მცირე ზომის ნამზადების გამოყენებასაც როგორებიცაა, მაგალითად, ჩიფსები, ნაფოტები, კუბიკები და სხვა, რომლებიც კასრებში შეაქვთ ერთმანეთთან დაუკავშირებელი ნაყარი მასალის სახით და მათი შემდგომი გადმოტვირთვა კასრიდან მოითხოვს გარკვეულ დროით დანახარჯებს, მითუმეტეს როდესაც საქმე გვაქვს დიდი რაოდენობის კასრებთან.

ასევე არაეკონომიურია მცირე ზომის სწორი გეომეტრიული ფორმის ნამზადების გამოყენებაც, რომლებიც მიიღება მექანიკური დამუშავების შედეგად, ეს კი დაკავშირებულია მნიშვნელოვან მატერიალურ და დროით დანახარჯებთან, ასევე ღირებული ნივთიერებების დანაკარგებთან.

ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული მეთოდი სასმელების დასაძველებლად არის მუხის ხის ნაფოტების (ჩიფსების) გამოყენება (ნახ. 6,ბ). ეს ინგრედიენტი შეიძლება დაემატოს, მაგალითად, ღვინის წარმოებას სხვადასხვა ეტაპზე, ჯერ კიდევ ფერმენტაციის დასაწყისში, როდესაც ხდება საწარმოო ტევადობების შევსება. ღვინის წარმოებაში როდესაც ღებულობენ ჩიფსებს, მათ წინასწარ გამოწვავენ ცეცხლზე, შემდეგ გაუღენტავენ წყლით. ცეცხლისა და წყლის ზემოქმედებით ჩიფსები ღებულობენ კვამლის მდგრად სუნს, კარამელის და შებოლილის არომატებს. ჩიფსების დამატება იძლევა საშუალებას არსებითად გაიზარდოს ღვინოსთან მერქნის კონტაქტის ფართი, რომელიც აჩქარებს დაძველების პროცესს, ხოლო წყლით გაუღენტოვა ამცირებს ტანინების ინტენსივობას.

უფრო ნაკლებად გავრცელებული ვარიანტია მუხის ფქვილის (ნახ. 6,ა) დამატება ჯერ კიდევ დაუწურავ ყურძენში, რათა გაიზარდოს სამომხმარებლო ღვინის ხარისხი. ამ ტექნოლოგიის გამოყენება საშუალებას იძლევა ღვინო გამდიდრდეს მუხის მხატე არომატით. ასევე არსებობს აზრი, იმის შესახებ, რომ მუხის ფქვილის დამატება ამცირებს გოგირდის შენაერთების რაოდენობას, როგორც კონსერვანტი ელემენტისა. მესამე ვარიანტია მუხის ხის ძელაკების (ნახ. 6,ზ,თ) ჩალაგება ღვინით სავსე რეზერვუარებში. სხვადასხვა მწარმოებლები

ალაგებენ სხვადასხვანაირად, ზოგი ვერტიკალურად კიდებს, ზოგი კი ალაგებს რეზერვუარის ფსკერზე (ნახ. 8).



ნახ.8. მუხის ხის კასრებში საექსტრაქციო ნამზადების განლაგების ვარიანტები

ეს პროცესი საშუალებას იძლევა ვაკონტროლოთ პროცესი და ნებისმიერ დროს ამოვიღოთ ეს ძეგლები რათა არ მოხდეს ზედმეტად ღვინის გაჯერება მუხის ბუკეტით. ასევე გამოიყენება მუხის ხის ექსტრაქტები როგორც ღვინის მრეწველობაში ასევე მაგარი ალკოჰოლური სასმელების დამზადებისას.

1.6. მცენარეული მასალების ექსტრაქციის პროცესის თეორიული საფუძვლები

უჯრედოვანი სტრუქტურის მქონე მყარი მასალებიდან ნივთიერებათა ექსტრაქცია რთული ფიზიკურ-ქიმიური პროცესია, რომელსაც საფუძვლად უდევს ნივთიერებათა მასაცვლა და მასაგადაცემა. აღნიშნული პროცესები უზრუნველყოფენ ნივთიერების გადატანას მაღალი კონცენტრაციის ფაზიდან დაბალი კონცენტრაციის ფაზაში. კონკრეტული პროცესისაგან დამოკიდებულებით, მასაცვლა “მყარი სხეული-სითხის” სისტემაში, შეიძლება იყოს განსხვავებული. მცენარეული წარმოშობის მასალებში ექსტრაქციის პროცესში მიმდინარეობს ურთიერთმოქმედება სითხესა და ფორიან სხეულს

შორის, რომელიც შეიცავს ხსნად ნივთიერებებს ფორების კედლებზე ან ხსნარს ფორების შიგნით [36, 37, 38].

მცენარეული მასალების, მათ შორის მუხის კასრებში, ექსტრაქციული პროცესი მიმდინარეობს სელექციური თხევადი გამხსნელით (საკონიაკე სპირტით), რის შედეგადაც მიიღება ღირებული მიზნობრივი პროდუქტები. მუხის კასრებში მიმდინარე ექსტრაქცია მიეკუთვნება ორფაზიანი (მყარი სხეული-სითხე) ექსტრაქციის პროცესს, რომელშიც მონაწილეობს სამი ნივთიერება: მიზნობრივი პროდუქტის მატარებელი მყარი ფაზა; მიზნობრივი პროდუქტის გამხსნელი თხევადი ფაზა და თვით მიზნობრივი ნივთიერება, რომელიც გადადის ერთი ფაზიდან მეორეში. ნივთიერების მოძრაობა ფაზებს შორის დამოკიდებულია მის კონცენტრაციაზე ორივე ფაზაში, წონასწორობის პირობის დაცვით.

მასაცვლის პროცესის თეორიის საფუძველზე ნივთიერების გადატანა შესაძლებელია ორი გზით – მოლეკულური და კონვექციური დიფუზიით. ორივე შემთხვევაში პროცესის მამოძრავებელი ძალა არის ფაზებს შორის კონცენტრაციათა სხვაობა.

მოლეკულური დიფუზია წარმოადგენს ნივთიერების თავისუფალ გადატანას მაღალი კონცენტრაციის ფაზიდან დაბალში, ანუ პროცესი მიმდინარეობს კონცენტრაციის გრადიენტის არსებობის შემთხვევაში.

მოლეკულური დიფუზიის მათემატიკური ფორმულირება გამოისახება ა. ფიკის პირველი კანონის საფუძველზე

$$M = -DF \frac{dc}{dx} \tau, \quad (1)$$

სადაც M - დიფუნდირებული ნივთიერების რაოდენობაა, კგ;

D - დიფუზიის კოეფიციენტი, მ²/წმ;

F - ზედაპირის ფართია დიფუზიის მიმართულების

მართობულად, მ²;

dc/dx - კონცენტრაციის გრადიენტი x მიმართულებით;

τ - დიფუზიის დროა, წმ.

განტოლებაში ნიშანი “მინუსი” მიუთითებს, რომ პროცესი მიმდინარეობს კონცენტრაციის შემცირების მიმართულებით.

ექსტრაქციის პროცესის მიმდინარეობაზე გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს დიფუზიის D კოეფიციენტს, რომელსაც (1) განტოლების თანახმად აქვს $m^2/\nu m$ განზომილება. აქედან გამომდინარეობს ამ კოეფიციენტის ფიზიკური არსი, რომელიც გვიჩვენებს ნივთიერების რა რაოდენობის მასა გადის დროის ერთეულში ერთეულ ფართობი ერთის ტოლი კონცენტრაციის გრადიენტის დროს. იგი წარმოადგენს მოცემული ნივთიერების ფიზიკურ კონსტანტას, რომელიც ახასიათებს მის უნარს შეადწიოს უძრავ არეში და არ არის დამოკიდებული პროცესის მიმდინარეობის პირობინამიკურ პირობებზე.

დიფუზიის კოეფიციენტის მნიშვნელობას ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში განსაზღვრავენ ექსპერიმენტული მონაცემებით ან თეორიული და ნახევრად ემპირიული განტოლებებით.

მოლეკულური დიფუზიის პროცესში განსახილველი არეს ნებისმიერ წერტილში კონცენტრაცია წარმოადგენს კოორდინატების და დროის ფუნქციას

$$C = f(x, y, z, \tau)$$

ა. ფიკის მეორე კანონის მიხედვით მოლეკულური დიფუზიის დიფერენციალურ განტოლებას აქვს შემდეგი სახე

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \right) \quad (2)$$

იგი ახასიათებს დიფუნდირებული ნივთიერების კონცენტრაციის ცვლილებას სისტემის მოცემულ წერტილში, როგორც დროის ფუნქციას.

ნივთიერების კონცენტრაციის ცვლილება ელემენტარულ მოცულობაში, τ დროის განმავლობაში აღიწერება განტოლებით

$$\frac{dc}{d\tau} = \frac{\partial c}{\partial \tau} + \omega_x \frac{\partial c}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial c}{\partial y} + \omega_z \frac{\partial c}{\partial z}, \quad (3)$$

სადაც ω_x , ω_y , ω_z - ნაკადის სიჩქარეებია კოორდინატთა შეესაბამისი ღერძების მიმართულებით.

(2) და (3)-ის გათვალისწინებით დიფუზიის დიფერენციალური განტოლება იღებს შემდეგ სახეს

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} + \omega_x \frac{\partial c}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial c}{\partial y} + \omega_z \frac{\partial c}{\partial z} = D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \right) \quad (4)$$

სტაციონარული პროცესებისათვის, სადაც $\partial c / \partial \tau = 0$, განტოლება (4) გარდაიქმნება კონვექციური დიფუზიის დიფერენციალურ განტოლებად

$$\omega_x \frac{\partial c}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial c}{\partial y} + \omega_z \frac{\partial c}{\partial z} = D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \right)$$

კონვექციური დიფუზიისათვის დამახასიათებელია ნივთიერების გადატანა მოძრავ გარემოში, სადაც ადგილი აქვს მოლეკულური და კონვექციური დიფუზიების კომბინირებულ მოქმედებას. კონვექციური დიფუზია ძირითადად დამოკიდებულია ფაზათა კონტაქტის ფარდობით სიჩქარეზე, ანუ რაც უფრო ინტენსიურია ფაზათა ურთიერთმოძრაობა, მით უფრო მეტია დიფუნდირებული ნივთიერების რაოდენობა.

მაღალი ინტენსივობის საექსტრაქციო აპარატებში მოლეკულური და კონვექციური დიფუზიები მიმდინარეობს ერთდროულად. ასეთ შემთხვევაში მასათა გადაცემის პროცესის მათემატიკურ გამოსახულებას აქვს შემდეგი სახე

$$M = K.F.\Delta C.\tau$$

სადაც M - ერთი ფაზიდან მეორეში გადასული ნივთიერების რაოდენობაა;

K - მასათა გადაცემის კოეფიციენტია;

F - ფაზათა გამყოფი ზედაპირის ფართობი;

ΔC - ფაზათა კონცენტრაციების სხვაობაა, ანუ პროცესის მამოძრავებელი ძალა;

τ - დროა.

კავშირი მასათა გადაცემის კოეფიციენტსა და ყველა სახის დიფუზიის კოეფიციენტებს შორის გამოისახება შემდეგი განტოლებით

$$K = \frac{1}{\frac{2r}{nD_{\text{ფ}}} + \frac{\delta}{D} + \frac{1}{\beta}}$$

სადაც $2r$ - მცენარეული ნედლეულის ნაწილაკის სისქეა;

n - შემასწორებელი კოეფიციენტია, რომელიც დამოკიდებულია მცენარის მორფოლოგიურ აგებულებაზე;

$D_{\text{ჰ}}$ -შიგა დიფუზიის კოეფიციენტი;

δ - დიფუზიური სასაზღვრო ფენის სისქვა;

D - მოლეკულური დიფუზიის კოეფიციენტი;

β - კონვექციური დიფუზიის კოეფიციენტი.

იმ ფაქტორებიდან, რომლებიც გავლენას ახდენენ მიზნობრივი პროდუქტის გამოყოფის სისრულესა და სიჩქარეზე და მათი რეგულირებით შესაძლებელია პროცესის სასურველი მიმართულებით შეცვლა, ძირითადია: ექსტრაგენტის შერჩევა, ნედლეულის დაქუცმაცების ხარისხი, კონცენტრაციათა სხვაობა, ტემპერატურა, ექსტრაგენტის სიბლანტე; გამოყოფის ხანგრძლივობა და ჰიდროდინამიკური პირობები.

როგორც აღვნიშნეთ, ფაზის შიგნით ნივთიერების გადატანა შესაძლებელია განხორციელდეს ან მხოლოდ მოლეკულური დიფუზიით ან კონვექციური და მოლეკულური დიფუზიებით ერთდროულად. ტურბულენტურ ნაკადში მოლეკულური დიფუზიის ფაქტორი მაღალია ფაზების საზღვრის სიახლოვეს. ასეთი რეჟიმის დროს წარმოიქმნება ნაკადის სიჩქარის არარეგულარული პულსაციები, რომელთა მოქმედებით, ნაკადის საერთო მოქმედებასთან ერთად, ხდება ნაწილაკების გადაადგილება ყველა მიმართულებით. ნივთიერების კონვექციურ გადატანას, რომელიც ხორციელდება ტურბულენტური პულსაციით, ხშირად უწოდებენ ტურბულენტურ დიფუზიას. ამ შემთხვევაში მოლეკულური დიფუზიის როლი უმნიშვნელოა.

ნივთიერების გადატანა ფაზების გაყოფის ზღვარზე ხასიათდება მასაგაცემით. ა. შუკარევის მიერ შემოთავაზებული მიზნობრივი პროდუქტის ხსნადობის ხარისხის კანონზომიერების საფუძველზე მასაგაცემის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე

$$M = \beta(C_{\text{გ}} - C_{\text{ტ}})F ,$$

სადაც M - დროის ერთეულში გახსნილი ნივთიერების რაოდენობაა, კგ/წმ;

β - მასაგაცემის კოეფიციენტი, მ/წმ.

$C_{\text{გ}}$ - ფაზების გაყოფის ზღვარზე გაჯერებული ხსნარის კონცენტრაციაა, კგ/მ³;

C_τ - ნაკადში ნივთიერების ფაქტიური კონცენტრაციაა დროის

მოცემულ მომენტში, კგ/მ³;

F - ფაზათა გაყოფის ზედაპირის ფართობი, მ²;

მასაგაცემის კოეფიციენტი β ახასიათებს ნივთიერების გადატანას ერთდროულად როგორც კონვექციით, ასევე დიფუზიით, ამიტომ აღნიშნული კოეფიციენტი დამოკიდებულია დინების ჰიდროდინამიკურ პირობებზე.

ს. ბერტენევის მიერ შემოთავაზებულია დიფუზიის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნა არასტაციონარული რეჟიმისათვის

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}.$$

ავტორი თვლის, რომ ექსტრაქციის მრუდი შესაძლებელია წარმოდგენილი იყოს ექსპონენტის სახით. მის მიერ წარმოდგენილ განტოლებას აქვს შემდეგი სახე

$$C_{\text{საშ.}} = \frac{C_{\text{ექსტ.}}}{1-N} e^{-k\tau} + (C_\tau - \frac{C_{\text{ექსტ.}}}{1-N}) e^{-\frac{k\tau}{N}},$$

სადაც $C_{\text{საშ.}}$ - საწყისი მასალის ფენაში საშუალო კონცენტრაციაა;

$$N = kR\delta / D;$$

R - მასალის ფენის სისქეა;

δ - ფაზათა შორის სასაზღვრო დიფუზიური ფენის სისქეა;

D - დიფუზიის კოეფიციენტი;

$C_{\text{ექსტ.}}$ - ექსტრაქტის კონცენტრაციაა;

k - პროცესის კონსტანტაა;

τ - მიმდინარე დროა.

როგორც განხილული თეორიული მოდელებიდან ჩანს ექსტრაქციის პროცესის ძირითად განმსაზღვრელ პარამეტრებს წარმოადგენენ დიფუზიის და მასათა გადაცემის კოეფიციენტები. პირველი ახასიათებს ნივთიერების გადატანის სიჩქარეს მყარი სხეულის შიგნით, ხოლო მეორე – მყარი სხეულის ზედაპირიდან საექსტრაქციო სითხეში.

საექსტრაქციო ნივთიერების დიფუზიის კოეფიციენტი მყარ სხეულში დამოკიდებულია ამ სხეულის აგებულებასა და ფიზიკურ თვისებებზე, საექსტრაქციო ნივთიერების ფიზიკურ თვისებებზე, ტემპერატურასა და კონცენტრაციაზე და არ არის დამოკიდებული ფაზების გამყოფი ზედაპირის პირობებზე.

იმის გამო, რომ აღნიშნული კოეფიციენტები შედიან პროცესის საანგარიშო განტოლებებში, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მათ სწორად, მაღალი სიზუსტით განსაზღვრას, რომელიც მიიღწევა ექსპერიმენტული გზით.

ფართოდ არის გავრცელებული ფოროვან სტრუქტურებში ნივთიერების დიფუზიის კოეფიციენტის გაზომვის რამოდენიმე მეთოდი: საექსტრაქციო მასალის ფენებად დაყოფის, მემბრანული და ექსტრაქციული.

ფენებად დაყოფის მეთოდს ახასიათებს ის თავისებურება, რომ ექსპერიმენტში არ მონაწილეობს საექსტრაქციო სითხე, ამიტომ გაზომვის სიზუსტეზე არ მოქმედებს გარე დიფუზიური წინააღმდეგობა. ექსპერიმენტი ითვალისწინებს შესასწავლი ნივთიერების სხვადასხვა კონცენტრაციის მქონე ორი ბრტყელი ნიმუშის მჭიდრო კონტაქტს გარკვეული დროისა და ტემპერატურის პირობებში, რის შემდეგაც ხდება მათ ფენებში კონცენტრაციათა განსაზღვრა.

მემბრანული მეთოდით საზღვრავენ დიფუზიის ეფექტურ კოეფიციენტს (ანუ დიფუზიის კოეფიციენტს კაპილარულ-ფოროვან სხეულებში). ამისათვის იყენებენ მცენარეული ქსოვილის მემბრანით გაყოფილ ჭურჭელს. ჭურჭელში, მემბრანის ორივე მხარეს ათავსებენ განსხვავებული კონცენტრაციის სითხეებს. თიხრის ორივე მხარეს C_A და C_B კონცენტრაციათა ცვლილების მიხედვით საზღვრავენ τ დროში მემბრანაში გასული ნივთიერების Δm რაოდენობას და ა. ფიკის კანონის განტოლებებით ანგარიშობენ დიფუზიის ეფექტურ კოეფიციენტს

$$D = \frac{\Delta m h}{\tau F (C_A - C_B)},$$

სადაც h - მემბრანის სისქეა, ხოლო F - მისი ფართი.

აღსანიშნავია, რომ დიფუზიის და მასათა გადაცემის კოეფიციენტების ექსპერიმენტული გაზომვა ხდება ფიქსირებული პარამეტრების პირობებში და ხშირ შემთხვევაში ვერ ხერხდება ექსტრაქციის პროცესის კინეტიკის განმსაზღვრელი ყველა ძირითადი რეჟიმული პარამეტრის გათვალისწინება.

გარდა ამისა, ექსტრაქციის კინეტიკის განტოლებების განმსაზღვრელ ერთერთ ძირითად პარამეტრს წარმოადგენს ფაზათა გაყოფის ფართი, რომლის განსაზღვრა ხშირ შემთხვევაში შეუძლებელია, განსაკუთრებით წვრილდისპერსიული სტრუქტურის საექსტრაქციო მასალებისათვის, რაც ზოგჯერ ართულებს თეორიული მოდელების გამოყენებას პრაქტიკული გაანგარიშებების დროს.

მცენარეული მასალების ექსტრაქციის პროცესების კვლევისათვის არ არსებობს უნივერსალური თეორიული მოდელი. კვლევები დამყარებულია მასათა ცვლის და მასათა გადაცემის კლასიკურ თეორიულ პრინციპებზე, რომლებიც ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში მოითხოვენ სპეციალურ თეორიულ ანალიზს.

1.7. I თავის დასკვნები

- ლიტერატურული ანალიზის საფუძველზე დასაბუთებულია საკითხის დასმის აქტუალობა და გამოფიტული მუხის კასრების ალტერნატიული საშუალებების მოხმარების შედეგად მიღებული დადებითი ტექნოლოგიური და ეკონომიკური ეფექტი;

- ჩატარებული სამეცნიერო კვლევების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ კონიაკის სპირტის დასაძველებლად შესაძლებელია მუხის კასრების ალტერნატივად გამოყენებული იყოს დიდი ტევადობის მომინანქრებული რეზერვუარები, მათში ჩაწყობილი კასრის ანალოგიური მუხის მასალით. ასეთ პირობებში საჭირო ხდება რეზერვუარებში ჟანგბადის ხელოვნური მიწოდება ჟანგვითი პროცესების წარმართვისათვის, რისთვისაც რეზერვუარები აღჭურვილი უნდა იყოს სათანადო არმატურით და ავტომატური რეგულირების ელემენტებით, რაც ართულებს რეზერვუარების მომსახურებას. გარდა ამისა, საწარმოში გამოფიტული კასრების დიდი პარკის არსებობის პირობებში საჭირო ხდება დამატებითი რეზერვუარების შექმნა, რაც აისახება პროდუქციის თვითღირებულებაზე.

- გამოფიტულ კასრებში მუხის მერქნის ზოგიერთი კომპონენტის შეტანა, მიუხედავად მათი მაღალი ექსტრაქციული თვისებებისა არ იძლევა დადებით შედეგს, მაგალითად, ნახერხის სახით მუხის ფხვნილის გამოყენება შემდგომში საჭიროებს მაღალი სისუფთავის რთულ ფილტრაციის პროცესს.

- მცირე ზომების, სწორი გეომეტრიული ფორმის, მერქნის კომპონენტების გამოყენება, რომლებიც კასრებში შეაქვთ ნაყარი მასალის სახით, ართულებს კასრების მომსახურებას, მათი გამოტვირთვის პროცესში.

- მუხის ხის ექსტრაქტების მომზადების პროცესში, განსაკუთრებით მშრალ ექსტრაქტებში დიდია არომატული ნივთიერებების დანაკარგი. ამიტომ, ასეთი ექსტრაქტების შეტანა გამოფიტულ კასრებში ვერ უზრუნველყოფს პროდუქტის მაღალ ხარისხს.

- გამოფიტული კასრების დაშლა და მათი შიგა ზედაპირიდან ნამუშევარი ფენის მოხსნა და მათი კვლავ აწყობა იძლევა მხოლოდ

ლოკალურ ეფექტს და ამ მეთოდის მასიურად გამოყენება დიდი სიმძლავრის საწარმოებში პრაქტიკულად შეუძლებელია.

- მცენარეული წარმოშობის მასალების ექსტრაქციის პროცესების თეორიული კვლევისათვის არ არსებობს უნივერსალური მოდელი. კვლევები დამყარებულია მასათა ცვლის და მასათა გადაცემის კლასიკურ თეორიულ პრინციპებზე, რომლებიც ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში მოითხოვენ სპეციფიკურ მიდგომას. ასეთი კვლევები შედეგიანია მხოლოდ ექსპერიმენტული მონაცემების ბაზის არსებობის შემთხვევაში.

ამრიგად, ლიტერატული მიმოხილვის და ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელია დავასკვნათ, რომ მუხის მერქნის საქსტრაქციო კომპონენტების ალტერნატიული ნიმუშების ოპტიმალური გეომეტრიული პარამეტრების დასაბუთება და მათი გამოყენება მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის გაზრდის მიზნით აქტუალური საკითხია.

2. შედეგები და მათი განსჯა

2.1. მუხის კასრში სპირტის დაძველების ექსტრაქციული პროცესის კინეტიკა

მუხის კასრში სპირტის დაძველება წარმოადგენს ექსტრაქციულ პროცესს. ამ დროს სპირტი აღწევს მუხის შრეში და გამოაქვს სპირტში ხსნადი მიზნობრივი ნივთიერებები, რომლებიც პროდუქტს ანიჭებენ მისთვის დამახასიათებელ გემოს, არომატს, ფერს და სხვა.

ორფაზიანი (მყარი სხეული-სითხე) ექსტრაქციების პროცესში მონაწილეობს სამი ნივთიერება: მიზნობრივი პროდუქტის მატარებელი მყარი ფაზა; მიზნობრივი პროდუქტის გამხსნელი თხევადი ფაზა და თვით მიზნობრივი ნივთიერება, რომელიც გადადის ერთი ფაზიდან მეორეში. ნივთიერების მოძრაობა ფაზებს შორის დამოკიდებულია მის შემცველობაზე ორივე ფაზაში, კონცენტრაციული წონასწორობის პირობის დაცვით.

მასაცვლის პროცესის თეორიის საფუძველზე ნივთიერების გადატანა შესაძლებელია ორი გზით – მოლეკულური და კონვექციური დიფუზიით. ორივე შემთხვევაში პროცესის მამოძრავებელი ძალა არის ფაზებს შორის კონცენტრაციითა სხვაობა.

არსებული თეორიული მოდელებიდან ცნობილია, რომ ექსტრაქციების პროცესის ძირითად განმსაზღვრელ პარამეტრებს წარმოადგენენ დიფუზიის და მასათა გადაცემის კოეფიციენტები. პირველი ახასიათებს ნივთიერების გადატანის სიჩქარეს მყარი სხეულის შიგნით, ხოლო მეორე – მყარი სხეულის ზედაპირიდან საექსტრაქციო სითხეში [9].

მყარი ფაზის ზონაში (შელწვეადობის შრე) დიფუზიური ნაწილაკები გამყოფი ზედაპირისაკენ მოძრაობენ სტოქასტიკურად. მათი გადასვლა ექსტრაგენტში მოხდება გარანტირებულად, როდესაც ისინი აღმოჩნდებიან გამყოფ ზედაპირზე.

გამომშრალი ნედლეულის (მოცემულ შემთხვევაში მუხის კასრში) ექსტრაქციის პროცესში აღინიშნება შემდეგი სტადიები: ექსტრაგენტის შეღწევა კასრის კედელში (შელწვეადობის შრე), რომელიც

მიმდინარეობს კაპილარული ძალების მოქმედებით; უჯრედებში არსებული მიზნობრივი ნივთიერებების დასველება და გახსნა; ნივთიერებათა გამორეცხვა გახსნილი ფორებიდან; ნივთიერებათა მასაგადატანა მოლეკულური დიფუზიით სასაზღვრო ზედაპირიდან ხსნარში.

ექსტრაქციული პროცესები ხასიათდებიან ექსპონენციალური კანონზომიერებებით, რაც გულისხმობს მყარ და თხევად ფაზებს შორის კონცენტრაციული წონასწორობის დამყარებას დროში, რომლის შემდეგ მიზნობრივი ნივთიერებების გადასვლა მყარი ფაზიდან თხევადში წყდება და პროცესი პრაქტიკულად მთავრდება [7, 9].

ნახ. 9-ზე წარმოდგენილია მუხის კასრში მიმდინარე ექსტრაქციული პროცესის ფიზიკური მოდელი.

მუხის კასრში მიმდინარე ექსტრაქციული პროცესის კინეტიკა შესაძლებელია წარმოვადგინოთ ექსპონენციალური განტოლებით

$$C = \frac{C_{ა.ფ.}^0 \cdot V_{ა.ფ.} - C_{თ.ფ.}^0 \cdot V_{თ.ფ.}}{V_{ა.ფ.} + V_{თ.ფ.}} (1 - e^{-k\tau}) \quad \text{კგ/მ}^3, \quad (5)$$

სადაც C - თხევად ფაზაში (სპირტში) მიზნობრივი ნივთიერების მიმდინარე კონცენტრაციაა, კგ/მ³;

$C_{ა.ფ.}^0$ - მყარ ფაზაში მიზნობრივი ნივთიერების საწყისი კონცენტრაციაა, კგ/მ³;

$V_{ა.ფ.}$ - შეღწევადობის შრის მოცულობაა, მ³;

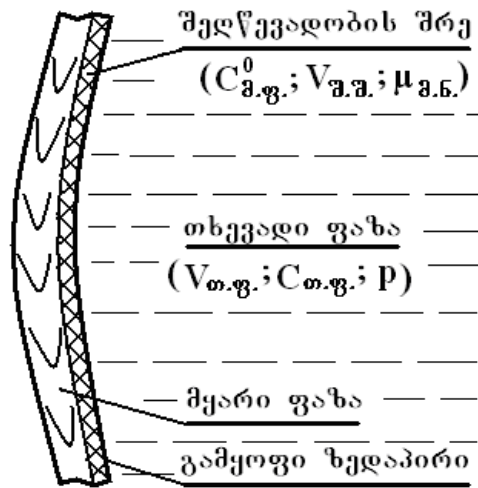
$C_{თ.ფ.}^0$ - თხევად ფაზაში მიზნობრივი ნივთიერების საწყისი კონცენტრაციაა, კგ/მ³;

$V_{თ.ფ.}$ - კასრში მოთავსებული თხევადი ფაზის (სპირტის) მოცულობაა, მ³;

k - ექსტრაქციის პროცესის კონსტანტაა;

τ - მიმდინარე დროა.

(5) განტოლებაში ($C_{ა.ფ.}^0 - C_{თ.ფ.}^0$) პროცესის მამოძრავებელი ძალაა.



ნახ.9. მუხის კასრში მიმდინარე ექსტრაქციის პროცესის ფიზიკური მოდელი

რამდენადაც საწყის მომენტში თხევად ფაზაში მიზნობრივი ნივთიერებების კონცენტრაცია ნულის ტოლია, ე.ი. $C_{თ.ფ.}^0 = 0$, ამიტომ (5) განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს

$$C = \frac{C_{ა.ფ.}^0 V_{ა.ფ.}}{V_{ა.ფ.} + V_{თ.ფ.}} (1 - e^{-kr}) \quad \text{კგ/მ}^3. \quad (6)$$

კასრში მიმდინარე პროცესის ადეკვატური აღწერისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება k კონსტანტას სწორად შეფასებას, რომელიც რამოდენიმე მნიშვნელოვან ფაქტორზეა დამოკიდებული. ჩვენი შეფასებით და ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე, k -ს მნიშვნელობა შესაძლებელია განისაზღვროს შემდეგი ემპირიული ფორმულით:

$$k = \frac{C_{ა.ფ.} \cdot \exp[-(C_{ა.ფ.} - C_{ა.ფ.}^{1.1}) / C_{ა.ფ.}^{1.1}] \cdot p \cdot k_v \cdot k_v \cdot k_\ell \cdot \psi}{\mu_{ა.ფ.}} \quad 1/\text{წმ}, \quad (7)$$

სადაც $C_{ა.ფ.}$ - მყარ ფაზაში მიზნობრივი ნივთიერებების საწყისი მასური კონცენტრაციაა, კგ/კგ;

$C_{ა.ფ.}^{1.1}$ - მყარ ფაზაში მიზნობრივი ნივთიერებების საწყისი, მინიმალური, მასური კონცენტრაციაა, კგ/კგ;

p - კასრში მიმდინარე უანგვითი პროცესის შედეგად გამოწვეული სპირტისა და წყლის აირების წნევაა, კპა;

$k_v = V_{ა.ა.} / V_{თ.ფ.}$ - შეღწევადობის შრის მოცულობის ფარდობაა

თხევადი ფაზის მოცულობასთან, მ³/მ³;

$k_v = v_{გან.} / v_{გრ.}$ - მყარ ფაზაში ხსნადი ნივთიერებების მოძრაობის

სინქარეთა ფარდობაა ბოჭკოების განივად და გრძივად;

k_t - მუხის მასალაში ნივთიერების გამტარი კაპილარების

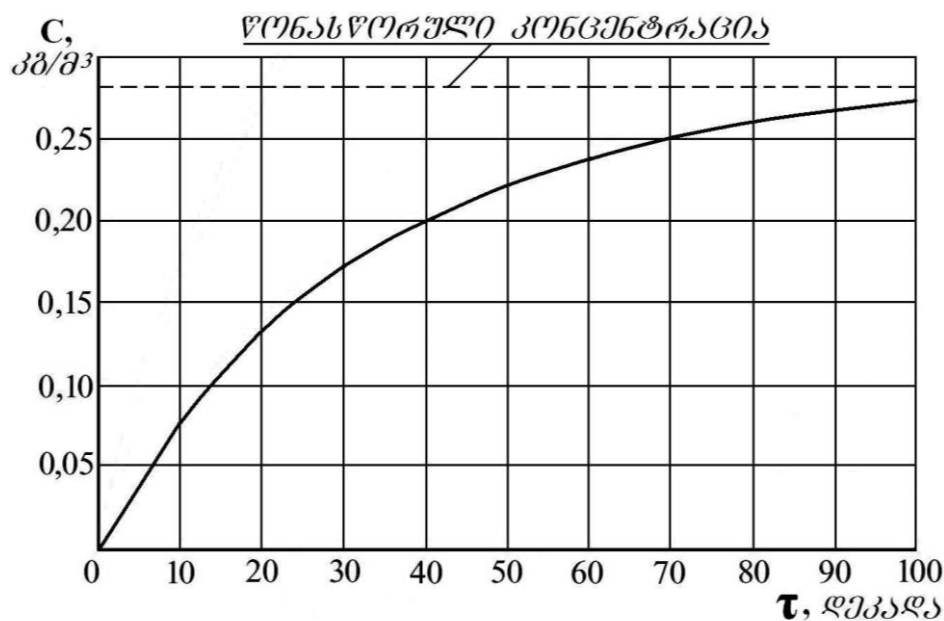
განივი და გრძივი ზომების შეფარდებაა, მ/მ;

ψ - მუხის მასალის ფორიანობის კოეფიციენტი;

$\mu_{ა.ა.}$ - კაპილარებში გახსნილი მიზნობრივი ნივთიერების

დინამიკური სიბლანტეა, კპა.წმ.

(7) განტოლებიდან მიღებულ k -ს მნიშვნელობისათვის (6) ფორმულიდან ვსაზღვრავთ მყარიდან თხევად ფაზაში მიზნობრივი ნივთიერების, მაგალითად ტანიდების გადასვლის კინეტიკას, რომელიც გამოისახება ექსპონენციალური გრაფიკის სახით (ნახ.10).



ნახ.10. მუხის კასრში მთრიმლავი ნივთიერებების ექსტრაქციის კინეტიკური გრაფიკი

გრაფიკის ასაგებად მიღებული გვაქვს შემდეგი საწყისი მონაცემები:

ტანიდების მინიმალური შემცველობა 12-15% ტენიანობის მუხის მასალაში, ლიტერატურული მონაცემებით [29] - $C_{გან.} \approx 2...10\%$ მთლიან

მასასთან მიმართებაში; $C_{ა.კ.} = C_{ა.გ.} = 0,02$ კგ/კგ; $V_{თ.ფ.} = 0,4$ მ³; $p \approx 0,15$ კპა; კასრის კედელში თხევადი ფაზის შეღწევადობის შრის საშუალო სისქე - $\delta = 3,0$ მმ, შესაბამისად შეღწევადობის შრის მოცულობა 40 დალ ტევადობის კასრისთვის - $V_{ა.გ.} = 0,00831$ მ³; $k_v = 0,006$; $k_\ell = 0,01$; $\psi = 0,5$; $\mu_{ა.გ.} = 0,05$ კპა.წმ; საკასრე მუხის მასალის მოცულობითი მასა - $\gamma \approx 700$ კგ/მ³.

ამ მონაცემებისათვის, მიზნობრივი ნივთიერების წონასწორული კონცენტრაცია (6) განტოლების მიხედვით შეადგენს 0,28 კგ/მ³. ამავე განტოლებით გამოითვლება მიმდინარე კონცენტრაცია. (7) განტოლებიდან კონსტანტას მნიშვნელობა შეადგენს - $k = 36 \cdot 10^{-9}$.

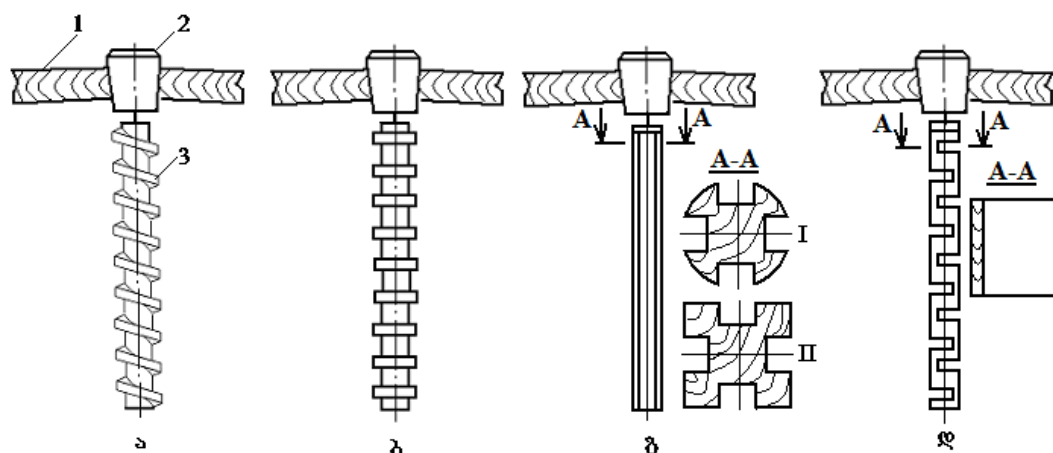
2.2. საკონიაკე სპირტის დასაძველებელი მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის გაზრდა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტში ჩვენს მიერ დამუშავდა საკონიაკე სპირტის დასაძველებელი მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის გაზრდის პრობლემის რამოდენიმე ტექნიკური გადაწყვეტა, რომლებიც წარმოდგენილია ნახ.11, 12, 13-ზე. ეს ტექნიკური გადაწყვეტა ითვალისწინებს კასრის სამომსახურებლო ნახვრეტიდან სათანადო თვისებების მქონე მუხის მასალისაგან დამზადებული დეტალების შეტანას

დეტალების გეომეტრიის შერჩევასა და დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მისი ზედაპირების ფართობების თანაფარდობის სწორად შერჩევას. კერძოდ საჭიროა, რომ ტორსული და გვერდული ზედაპირების ფართობა იყოს მაქსიმალურად დიდი. ლიტერატურული წყაროებიდან ცნობილია, რომ ექსტრაქტის გამოყოფა ტორსული ზედაპირიდან 7-8 – ჯერ უფრო ინტენსიურია ვიდრე გვერდითიდან.

კასრის ზომებიდან და მყარი და თხევადი ფაზების საჭირო თანაფარდობიდან გამომდინარე დეტალები კასრში შესაძლებელია შეყვანილი იყოს მთლანი ნამზადების სახით, როგორც ეს ნაჩვენებია

ნახ.11-ზე, ან მოქნილ ბაგირზე ანაკრების სახით, რომელიც იძლევა მათი რაოდენობის სასურველ სიდიდემდე გაზრდის შესაძლებლობას (ნახ.13).



ნახ.11. მუხის ხის ნამზადების გეომეტრიული კონფიგურაციის ვარიანტები:

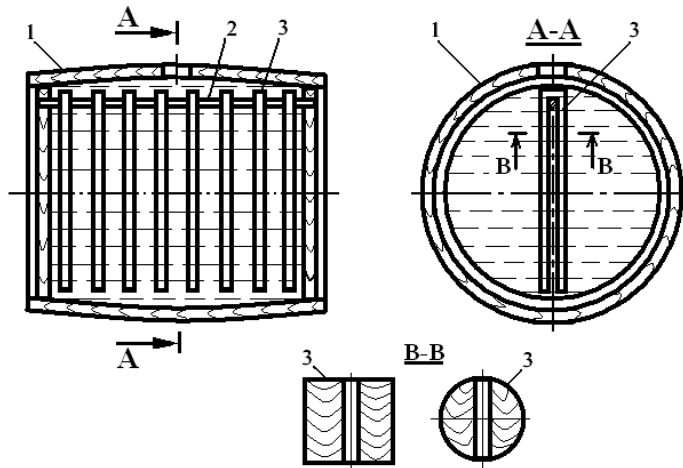
- ა- სრახნული; ბ- წრიული რგოლებით; გ- გრძივი ღარებით;
 - დ- ჭადრაკულად განლაგებული ღრმულებით და შვერილებით.
- 1- კასრი; 2-საცობი; 3- ნამზადი

ნახ.12-ზე მოცემულ სქემაზე კასრის 1 ტორსულ კედლებში ნახვრეტისადმი სიმეტრიულად, ჰერმეტიკულად ჩამაგრებულია მცირე დიამეტრის (5...7 მმ) ხისტი ღერო 2, რომელზედაც სამომსახურეო ნახვრეტიდან დაეკიდება U-სებრი ფორმის მუხის დეტალები საჭირო რაოდენობით. დეტალების ჩაკიდება, მათი განაწილება ღეროს სიგრძეზე და ამოღება შესაძლებელია მარტივი სამარჯვის გამოყენებით.

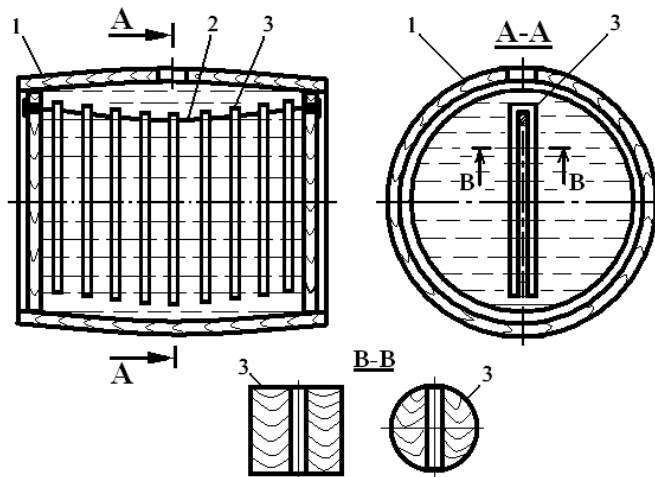
ნახ. 13-ზე ნაჩვენებ სქემაზე კასრის 1 ტორსულ კედლებში ხისტი ღეროს ნაცვლად ჩამაგრებულია მოქნილი ბაგირი 2. მორიგი დეტალის 3 კასრიდან ამოღების დროს მოქნილი ბაგირის დახრილობა უზრუნველყოფს მომდევნო დეტალების თვითნებურ გადაადგილებას ნახვრეტის ცენტრისაკენ სპეციალური სამარჯვის გამოყენების გარეშე და ამარტივებს მათ ამოღებას.

ნახ. 11-ზე წარმოდგენილი ვარიანტებიდან ტექნოლოგიური და ეკონომიკური მოსაზრებებიდან გამომდინარე ყურადღებას იმსახურებს "ა" და "დ" სქემები. ამ უკანასკნელის პარამეტრების საანგარიშო სქემა მოცემულია ნახ. 15-ზე. წარმოდგენილი სქემის მიხედვით ნამზადზე თანმიმდევრულად, ჭადრაკისებურად განლაგებულია ღრმულების

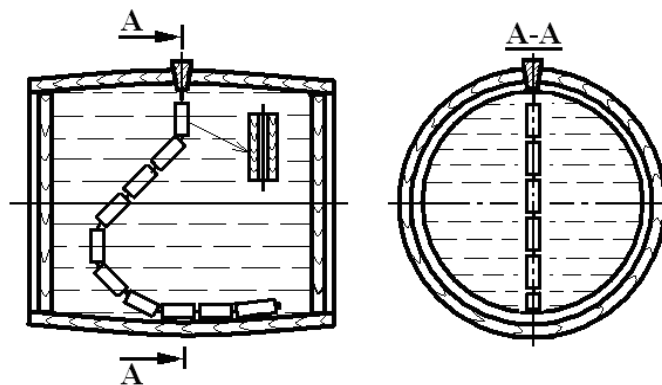
(ჭრილების) და შვერილების ერთობლიობა. შესაძლებელია განვსაზღვროთ ამ ნამზადის გეომეტრიული ზომების გავლენა მისი მოცულობის (შესაბამისად მასის) გამოყენების კოეფიციენტზე და აგრეთვე ტორსული და გვერდითი ზედაპირების თანაფარდობაზე.



ნახ. 12. კასრში ხისტ ღეროზე ჩაკიდებული მუხის დეტალები



ნახ. 13. კასრში მოქნილ ბაგირზე ჩაკიდებული მუხის დეტალები



ნახ. 14. კასრში საექსტრაქციო ნამზადების შესაძლო განლაგების სქემა

კვადრატული კვეთის ნამზადის საწყისი მოცულობა $V_0 = a^2 h$, ხოლო ღრმულებით (ჭრილებით) წარმოქმნილი სიცარიელეთა ჯამური მოცულობა ტოლი იქნება

$$V_1 = \frac{h}{l} a^2 h_1 \quad \text{ან} \quad V_1 = \frac{h}{l_1 + h_1} a^2 h_1,$$

სადაც a - კვადრატული კვეთის ნამზადის გვერდის სიგრძეა;

h - ნამზადის სიგრძეა;

h_1 - ღრმულის სიგანეა;

l - ჭრილებს შორის ბიჯია;

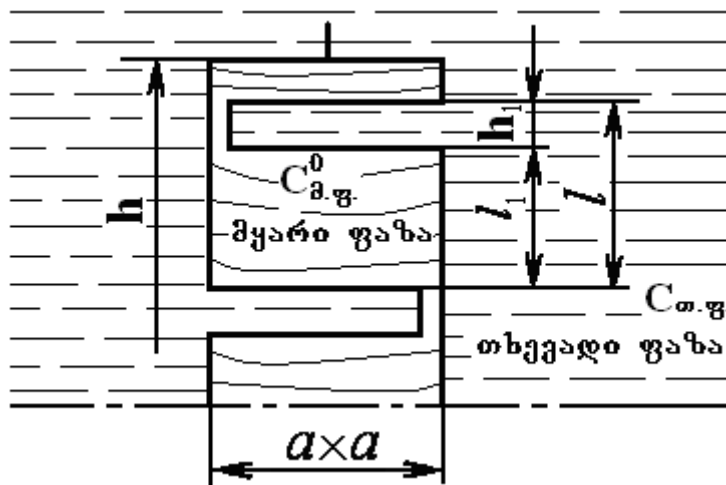
l_1 - შვერილის სიმაღლეა.

მოცულობის (შესაბამისად მასის) გამოყენების კოეფიციენტი ტოლი იქნება

$$K_v = \frac{V_0 - V_1}{V_0} = 1 - \frac{h_1}{l_1 + h_1} \quad (8)$$

ღრმულებით შექმნილი ჯამური გვერდითი ფართობი ტოლი იქნება

$$\sum F_{\text{ჭრ.}} = \frac{2h}{l} a^2 = \frac{2h}{l_1 + h_1} a^2.$$



ნახ. 15. მუხის ხის ნამზადების პარამეტრების საანგარიშო სქემა

ნამზადის გვერდითი ზედაპირების ჯამური ფართობი (ღრმულების გამოკლებით)

$$\sum F_{\text{ზვ}} = 4ah - \frac{h}{l} 3ah_1 = ah(4 - \frac{3h_1}{l}) = ah(4 - \frac{3h_1}{l_1 + h_1})$$

ნამზადის ტორსული და გვერდითი ზედაპირების ფართობების ფარდობა იქნება

$$K_F = \frac{\sum F_{\text{ტორ.}}}{\sum F_{\text{ზვ}}} = \frac{2a}{4l_1 + h_1} \quad (9)$$

(8) და (9) ფორმულებში l_1 სიდიდე (შვერილების სიმაღლე) მუდმივი სიდიდეა და იგი მიიღება თხევადი ფაზის (ექსტრაგენტის) მყარ ფაზაში მაქსიმალური შეღწევადობის ორმაგი სიდიდის ტოლი. ამავე ფორმულებიდან ჩანს, რომ ღრმულის სიგანე h_1 არის K_V და K_F კოეფიციენტების განმსაზღვრელი. კერძოდ h_1 სიდიდის შემცირებით K_V და K_F კოეფიციენტების მნიშვნელობები იზრდება, რითაც იზრდება ექსტრაქციის პროცესის ინტენსივობა. თავის მხრივ, h_1 სიდიდის მინიმალური მნიშვნელობა შეზღუდულია ნამზადის ღრმულების გავლით მოლეკულური დიფუზიური პროცესის მიმდინარეობით.

2.3. საექსტრაციო სპირალური ზედაპირების ოპტიმიზაცია გეომეტრიული მოდელების გამოყენებით

ზემოთ განხილული მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის გაზრდის ალტერნატივების ძირითადი დანიშნულებაა მუხის კასრების შიდა სივრცეში მუხის მერქნის მოცულობის (მასის) და ზედაპირის ფართობის შეფარდების გაზრდა ამ უკანასკნელის სასარგებლოდ. წრიული კვეთის ნამზადებისთვის სპირალურ პროფილს აქვს გარკვეული ტექნიკური უპირატესობა, რაც გამოიხატება ლაზერული ტექნოლოგიით დამზადების სიმარტივეში და მასალის მცირე დანაკარგებში. თუმცა ტექნოლოგიური თვალსაზრისით იგი დიდად არ განსხვავდება მაგალითად, ნახ. 11,ბ და ნახ. 11,დ ნიმუშებისაგან. გარდა ამისა, წრიული კვეთის ნიმუშების დამზადება დაკავშირებულია მასალის ზედმეტ დანახარჯებთან. ამიტომ ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში ნიმუშის პროფილის შერჩევის დროს გარდა

ტექნოლოგიური მოსაზრებებისა უნდა ვიხელმძღვანელოთ მუხის მერქნის რაციონალური გამოყენების თვალსაზრისითაც, რამდენადაც მუხის მერქანი მიეკუთვნება ძვირადღირებულ ნედლეულს.

ინფუზიური სპირალები კარგად არის გამოცდილი უცხოელი მწარმოებლების მიერ. როგორც ისინი ამტკიცებენ საკმარისია სპირალებზე ღვინის ან სპირტის ექვსი კვირის განმავლობაში დაყენება ნეიტრალურ ჭურჭელში, რომ ეს პროცესი ახალ კასრებში სასმელის სამწლიანი დაყოვნების სრულ ანალოგიურ ეფექტს იძლევა (რვაჯერ უფრო სწრაფად ვიდრე ტრადიციული მეთოდები). ექვსი კვირის განმავლობაში მუხის ხის სპირალების ყველა არომატი (flavours) გადადის ღვინოში ან სპირტში და ეს სპირალები შემდგომი გამოყენებისათვის უვარგისი ხდება.



ნახ. 16. კომპანია “The Barrel Mill”-ის ინფუზიური სპირალი

სპირალური კონფიგურაცია წარმოადგენს ფუნდამენტურ მორფოლოგიურ მახასიათებელს ბუნების სისტემის ორგანიზაციისა მათ სხვადასხვა სტრუქტურულ დონეზე. სპირალურ ფორმებს შეიძლება დავაკვირდეთ როგორც ბიომაკრომოლეკულურ ისე კოსმიურ დონეებზე.

ინტუიციური ხედვით შესაძლებლად მიგვაჩნია წარმოვიდგინოთ ინფუზიური სპირალების (Infusion spiral) პრინციპული კონფიგურაციის ოპტიმიზაცია გეომეტრიული მოდელირების გამოყენებით აუცილებელი შეზღუდვების გათვალისწინებით [11, 14, 17].

1. კონცეპტუალურად (სიტყვიერად/ვერბალურად):

საკონტაქტო “ეფექტური” ზედაპირის მაქსიმუმი, ნამზადის ფიქსირებული გეომეტრიული პარამეტრების საზღვრებში, დამუშავების და გამოყენების სფეროში არსებული ტექნოლოგიური შეზღუდვების გათვალისწინებით.

2. პრინციპული (განზოგადებული) მათემატიკური მოდელი ოპტიმიზაციის ამოცანის კანონიკური ფორმით:

$$S = C_V S_V + C_H S_H \rightarrow \max \quad (10)$$

როცა:

$$\begin{aligned} S_V &\leq F_V(L, D, N); \\ S_H &\leq F_H(L, D, N); \\ N &= F_P(L, \varphi). \end{aligned} \quad (11)$$

სადაც: (10) მიზნის ფუნქციაა (კრიტერიუმი, ფუნქციონალი);

(11) - შეზღუდვების სისტემა (უტოლობები, ტოლობა);

S - ჯამური "ეფექტი", დაყვანილი ზედაპირი;

S_V და S_H - შესაბამისად საკონტაქტო ზედაპირები ბოჭკოების გასწვრივ და მართობულად;

C_V და C_H - შესაბამისად მიმართულების ზედაპირების ფასეულობა;

F_V და F_H - ზედაპირების ფუნქციონალური დამოკიდებულება ნამზადის გეომეტრიულ გაბარიტებთან და სპირალური ბრუნვის რიცხვთან;

N - სპირალის ბიჯის შეფარდება ნამზადის საანგარიშო სიგრძესთან;

φ - სპირალური ხაზის ასვლის კუთხე;

L, D - ნამზადის გეომეტრიული პარამეტრები;

1. კლასიკური მათემატიკური მოდელი დაიყვანება ჰელიკოიდის ზედაპირის გაანგარიშებაზე.

$$x = r \cos \varphi, \quad y = r \sin \varphi, \quad z = b \varphi, \quad 0 < r \leq a, \quad 0 \leq \varphi < 2\pi.$$

რადგან, $x'_r = \cos \varphi$, $x'_\varphi = -r \sin \varphi$, $y'_r = \sin \varphi$, $y'_\varphi = r \cos \varphi$, $z'_r = 0$, $z'_\varphi = b$,

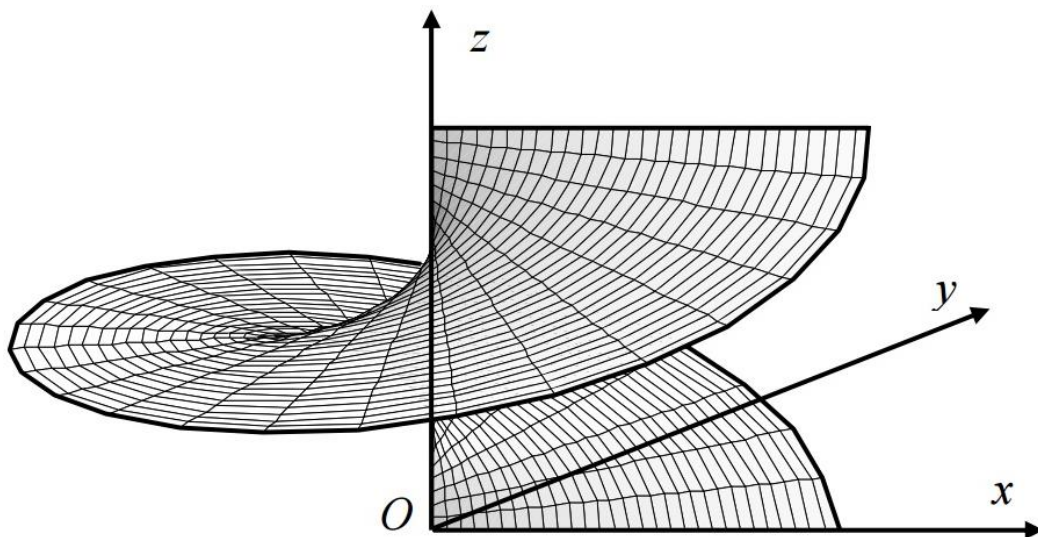
ვღებულობთ (11) ფორმულით;

$$E = \cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi = 1,$$

$$G = r^2 \sin^2 \varphi + r^2 \cos^2 \varphi + b^2 = r^2 + b^2,$$

$$F = -r \cos \varphi \sin \varphi + r \sin \varphi \cos \varphi + 0 \cdot b = 0,$$

ზემოთ მოყვანილი მეტრული კოეფიციენტები E, G, F განსაზღვრავენ არა მარტო მრუდის სიგრძეებს, არამედ საერთოდ ყველა გაზომვის შედეგს ზედაპირის შიგნით (კუთხეები, ფართობები, სიმრუდე და ა.შ.). რაც შეეხება მეტრულს, ის განეკუთვნება მხოლოდ შიდა გეომეტრიას.



ნახ.17. ჰელიკოიდი

r - არის ჰელიკოიდის რადიუსი.

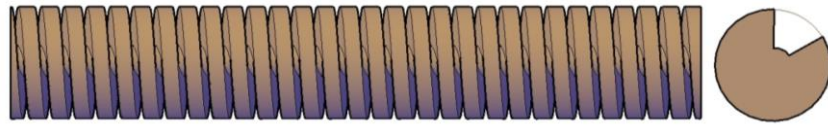
b - არის ხრახნის ბიჯი (ასევე b - არის ფუნქცია და არგუმენტი და ისინი შეიძლება ერთმანეთის ტოლად ჩაითვალოს მცირე კუთხეების შემთხვევაში).

F - არის ბადის ელემენტარული ნაწილი. აქედან გვაქვს ჰელიკოიდის ზედაპირის ფართობი

$$\begin{aligned}
 |\Omega| &= \iint_{\Delta} \sqrt{1 \cdot (r^2 + b^2) - 0} dr d\varphi = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^a \sqrt{r^2 + b^2} dr = \\
 &= \pi(a\sqrt{a^2 + b^2} + b^2 \ln \frac{a + \sqrt{a^2 + b^2}}{b})
 \end{aligned}$$

1. გეომეტრიული მოდელირება განხორციელდა Autodesk-ის პროგრამული პაკეტის AutoCAD-ის (თანამედროვე ვერსიების) გამოყენებით. (ჭეშმარიტი 3D მოდელის ფორმათ-წარმოქმნის

ინსტრუმენტარის მეშვეობით: Helix, Sweep, Extrude, ე.წ. ბულის ლოგიკური ოპერაციები და სხვა).



ნახ.18. ინფუზიური სპირალის მოდელი (AutoCAD 2014)

საძიებელი მაჩვენებლები ითვლება ე.წ. ციფრობრივი პროტოტიპების (სპირალური ბრუნვის ზედაპირების - ტურბოსომების) განხილვის შედეგად.

ინფუზიური სპირალების (Infusion spirals) ზომებია: სიგრძე - 9“ (228.6 მმ) და დიამეტრი 1 1/2“ (38.1 მმ). მასზე მოჭრილია ერთშესვლადი ხრახნი (ბიჯი 7,7მმ) რომლის გაზომვების შედეგად ირკვევა, რომ სითხეებთან შეხების ზედაპირის ფართობი წარმოადგენს 656,9სმ²-ს ანუ 0.065მ²-ს.

ხრახნული ზედაპირი – წინსვლითი მოძრაობის ხაზის კვალი, რომელიც განლაგებულია ბრუნვის ზედაპირთან კუთხით, იმავდროულად ამ ხაზის ბრუნვით, ბრუნვითი ზედაპირის საკუთარი ღერძის გარშემო.

ხრახნული სხეული – ხრახნი – ბრტყელი ფიგურისა (კვადრატი, მართკუთხედი, ტრაპეცია) წინსვლითი მოძრაობის კვალი ბრუნვის ზედაპირის გასწვრივ, იმავდროულად ამ ბრტყელი ფიგურის მოძრაობით, ზედაპირის მოძრაობით, ზედაპირის მოძრაობის ღერძის გარშემო. საექსტრაციო სპირალების ექსპერიმენტულ ნიმუშად აღებული იქნა მუხის მერქნის ძელაკი იმავე ზომებით, რა ზომებიც აქვს ამერიკულ ინფუზიურ სპირალებს ($\Phi=38,1\text{მმ}$ $L=228.6\text{მმ}$). უნდა აღინიშნოს, რომ ინფუზიური და საექსტრაციო სპირალების დიამეტრი გამომდინარეობს 225-228 ლიტრიანი, ყველაზე ფართოდ გავრცელებული მუხის კასრების სითხის ჩასასხმელი ნახვრეტების (Bunghole) ზომებიდან.

მერქანი შეიძლება განვიხილოთ როგორც მიკროსკოპიული ფენოვანი არმირებული მილების კონსტრუქცია, რომლებიც ორიენტირებულია ხის ტანის მიმართულებით. მერქნის ნივთიერებას

წარმოაჩენენ როგორც ცელულოზის არმატურას, ჩანერგილს ამორფულ მატრიცაში, რომელიც ლიგნინის და ჰემიცელულოზისაგან შედგება. მერქანში ბუნებრივ ლიგნინს აქვს სამგანზომილებიანი ბადის სტრუქტურა.



ნახ.19. 75 ვატის სიმძლავრის ლაზერით დამუშავებული ექსპერიმენტული საექსტრაქციო სპირალი

კომპანია “დაზგა” არის პირველი კომპანია სამხრეთ კავკასიაში, რომელმაც 2005 წლის 19 სექტემბრიდან პირველმა შემოიტანა საქართველოს ბაზარზე კომპიუტერული მართვის ([Epilog](#), [WXYZ](#), [InfoTEC](#), [GRAPHTEC](#) და სხვა ცნობილი ამერიკული, კანადური და ევროპული კომპანიების მაღალი ხარისხის დაზგა-დანადგარები ლაზერული ჭრისათვის, გრაფირებისა და 3D ფრეზირებისათვის.

სწორედ ამ სისტემის 75 ვატიანი დანადგარის (ნახ. 20) და სპეციალური მოწყობილობის საშუალებით (ნახ. 21) ცილინდრული მუხის დეტალზე მიღებული იქნა მჭრელი ლაზერის დახმარებით სპირალური ხრახნული ჭრილი (ბიჯი 3 მმ). ლაზერის სხივის დიამეტრი 0,25 მმ-ია, ჭრილის სავარაუდო სისქე 0,3-0,6 მმ-ია (300-500 μm), ხოლო სიღრმე 15-18 მმ.

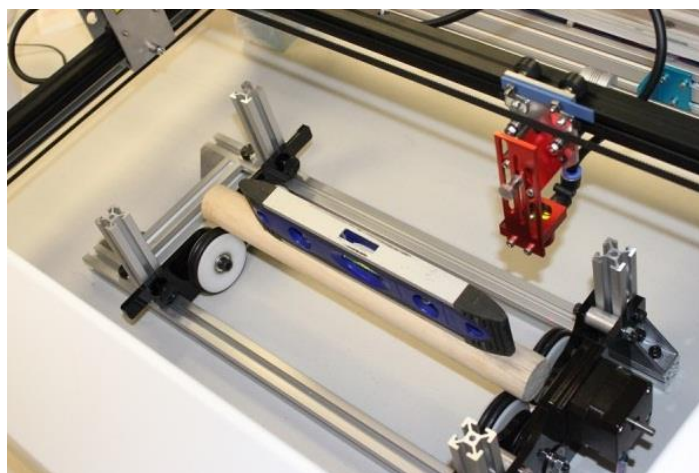
რეალურად ხის ჭრილში იქმნება მაღალი ტემპერატურა, რომელიც უფრო მაღალია ვიდრე ხის სუბლიმაციის ტემპერატურა. შეიძლება ითქვას მერქანი „მომენტალურად ორთქლდება“, სხვა

სიტყვებით რომ ვთქვათ სუბლიმირებულ მერქანს ვხედავთ ბოლის სახით. შესაბამისად ჭრის ღრეჩოს სიახლოვეს არსებობს ხის მერქნის თერმული სტრესის მხოლოდ შედარებით დაბალი ფარდობითი კოეფიციენტი [1, 35].



ნახ.20. ლაზერული ჭრის სისტემა **Helix-24 (Epilog laser)**

გეომეტრიული მოდელირების საშუალებით მიღებული იქნა ჩვენს მიერ შერჩეულ ცილინდრულ ზედაპირზე სავარაუდო სპირალური ხრახნის პარამეტრები. ეს პარამეტრები შეყვანილი იქნა ლაზერული დანადგარის მართვის ოპერატიულ სისტემაში და მივიღეთ სასურველი შედეგი. მიღებული სპირალის ზედაპირის სითხეებთან შეხების ეფექტური ფართობი აღმოჩნდა 1616,97 სმ² ანუ 0,16 მ² -ს.



ნახ. 21. ლაზერული დანადგარის სპეციალური მოწყობილობა ცილინდრული დეტალებისათვის

ერთ-ერთი თანმდევი პროცესი რომელიც ახლავს მერქნის ლაზერით დამუშავებას, ის არის რომ ლაზერის ზემოქმედების ადგილას

წარმოიშობა ნამწვი, რომლის სისქე შეადგენს სულ რამოდენიმე მიკრომეტრს. ნამწვის შესამცირებლად შესაძლებელია ჭრის ზონაში შეყვანილ იქნას ნახშირორჟანგი (ნახშირორჟანგის გაზი CO₂). ამ შემთხვევაში ნამწვი იქნება გაცილებით ნაკლები და წვის სიმძლავრე არ შემცირდება. თუმცა ალბათ მედვინე ტექნოლოგიების პრეროგატივაა შეაფასონ მუხის მერქნის ზედაპირის შემოწვა, რადგან ცეცხლის ზემოქმედების შედეგად მერქანი იცვლის სტრუქტურას, მასში შემავალი შაქარი კარამელიზდება, ხდება ზოგიერთი არომატული კომპონენტების გამოთავისუფლება, რომლებიც შემდგომ ალკოჰოლურ სასმელებში გამომჟღავნდება ვანილის, ყავის, სხვადასხვა სპეციების გემოებით.

მიღებული შედეგის შეფარდება ამერიკული ინფუზიური სპირალის ზედაპირის სითხეებთან შეხების ფართთან გვაძლევს იმის დასკვნის საშუალებას, რომ ჩვენს მიერ შემოთავაზებული საექსტრაციო სპირალის ეფექტური ზედაპირის ფართობი აღმოჩნდა 146%-ით მეტი ამერიკულ ნიმუშთან შედარებით. თანამედროვე მეცნიერულ კვლევებში გამოყენებული მეთოდები და მოდელები, როგორცაა: კვანტიფიკაცია (რაოდენობრივი აღწერა), პარამეტრიზაცია, მონაცემთა სტატისტიკური დამუშავება, ოპტიმიზაციის ამოცანის მათემატიკური მოდელირება წარმოდგენილ ნაშრომში რამდენადმე მონიშნულია. ეს ეტაპები (დონეები) და „ეფექტური ზედაპირის“ დადგენის მეთოდოლოგია ექსპერტული მიდგომის გამოყენების მცდელობაა, რაც ჩვენი აზრით, კვლევების თანამედროვე პარადიგმის შესატყვისია. აღსანიშნავია, რომ „ეფექტური ზედაპირის“ გამომანგარიშების ალგორითმი ასევე გულისხმობს ქვალიმეტრიული მიდგომის გამოყენებასაც. სადაც ეფექტური ზედაპირის ჯამური მნიშვნელობა ექსპერტულად დადგენილი „წონების“ (ფასეულობის) ცნების გამოყენებით იანგარიშება. სითხეებთან შეხების საექსტრაციო ზედაპირის გაზრდისაკენ მისწრაფებას ბუნებრივად მივყავართ ე.წ. ფრაქტალური მოდელირების პრინციპებთან. სპირალური ხაზის, ზედაპირის, (რომლებიც რაღაც დაშვებით ბიონიკური ფორმების - ფრაქტალების ტრივიალურ შემთხვევად შეიძლება განვიხილოთ, რადგან მათი შექმნის ალგორითმი როგორც წესი რეკურენტული და იტერაციულია) შედარება მონაკვეთთან, ბრტყელ ზედაპირთან ამ

პირველის სასარგებლოდ მეტყველებს. ამისკენ მიგვითითებს ასევე ფრაქტალურ ე.წ. ზომასთან (განუზომელობასთან) ასოცირება. ამ გაგებით მოცემული გაბარიტების ნამზადის ზედაპირის ფართი მნიშვნელოვნად ჩამორჩება სპეციალურად დამუშავებული ნაკეთობის ინფუზიური ზედაპირების ზომას. ეს საკითხი (ფრაქტალური მოდელირების პერსპექტიულობა) დასმულია მხოლოდ ნამზადის გეომეტრიული ფორმის - ფიგურის მსახველების (ტრაექტორიების) არაწრფივობის პრინციპზე დაყრდნობით. მსგავსი ალგორითმით შექმნილი „ორნამენტებით“ ზედაპირის ”ტირაჟირება“ (თუნდაც ე.წ. მეანდრას მოტივებით), თანამედროვე, მომავლის (მოწინავე) ლაზერული ტექნოლოგიების გამოყენების წინაპირობით, სრულებითაც არ არის უტოპიური.

კვლევების შემდგომი მიმართულება განსაზღვრულია სამუშაოს შესასრულებლად დასახულ ამოცანებში, რომლებიც მოცემულია ნაშრომის შესავალ ნაწილში.

2.4. საექსტრაქციო მუხის ნამზადებში სპირტის შეღწევის

პროცესის თეორიული კვლევა

საექსტრაქციო მუხის ნამზადების გეომეტრიული ოპტიმიზაციის შეფასებისათვის მნიშვნელოვანია სპირტის შეღწევადობის მაქსიმალური ინტენსივობის უზრუნველყოფა.

ზოგადად, მერქანში თხევადი ნივთიერებების შეღწევის მექანიზმი, მათი თვისებების და მერქანთან ურთიერთქმედების თვალსაზრისით, ძალიან განსხვავებულია. ნივთიერებამ მერქანში შეიძლება შეაღწიოს წმინდა მექანიკური გზით, ადსორბირებით ან ქიმიური რეაქციის შედეგად. ამ შემთხვევაში ფიზიკურ-ქიმიური მოვლენების ხასიათი ძალზე რთული და მრავალფეროვანია, ამიტომ აღნიშნული პროცესი ჯერ კიდევ სათანადოდ არ არის შესწავლილი. უმრავლეს შემთხვევაში მერქანში სითხის შეღწევა არ ხდება ქიმიური რეაქციის ან ადსორბირების გავლენით, ამიტომ ეს პროცესი შეიძლება განვიხილოთ როგორც ერთობლიობა შემდეგი ფიზიკური მოვლენების:

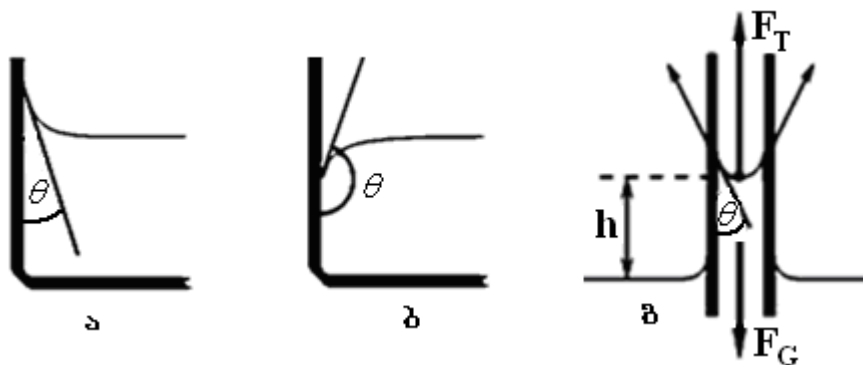
- მერქანში სითხის მოძრაობა კაპილარული წნევის მოქმედებით;

- მერქანში სითხის მოძრაობა ჭარბი წნევის მოქმედებით;
- სითხის მოლეკულების ან იონების დიფუზიური გადაადგილება მერქნის უჯრედების არეში.

მერქნის სითხით გაჯერების პროცესი, როგორც წესი, მიმდინარეობს აღნიშნული ფიზიკური მოვლენების ერთდროული მოქმედების პირობებში, მაგრამ რომელიმე მათგანის შეფარდებითი ეფექტურობა შეიძლება იყოს განსხვავებული გაჯერების მეთოდისაგან დამოკიდებულებით. სითხეების შეღწევადობის მიხედვით მერქნის ჯიშები იყოფა სამ ჯგუფად: ადვილად შეღწევადი, ზომიერად შეღწევადი და ძნელად შეღწევადი. მუხის მერქანი მიეკუთვნება ძნელად შეღწევად ჯგუფს.

2.4.1. მერქანში სითხის მოძრაობა მოლეკულური ძალების გავლენით

სითხის მყარ სხეულთან შეხების ადგილზე მისი ზედაპირი წარმოქმნის გარკვეულ θ კუთხეს (ნახ.22), რომელიც მახვილია ზედაპირის დამასველებელი სითხეებისათვის (ნახ.22,ა,გ) და ბლაგვი არადამასველებელისათვის (ნახ.22,ბ).



ნახ.22. კაპილარებში მენისკის წარმოქმნის სქემები

სითხის, მყარი სხეულის და აირის ზღვარზე სითხის თავისუფალი ზედაპირის ფორმა დამოკიდებულია სითხისა და მყარი სხეულის მოლეკულების ურთიერთქმედების ძალებზე (აირის მოლეკულებთან ურთიერთქმედება შეიძლება უგულვებელყოთ). თუ ეს ძალები აღემატება თვით სითხის მოლეკულებს შორის

ურთიერთქმედების ძალებს, მაშინ სითხე ასველებს მყარი სხეულის ზედაპირს. ამ შემთხვევაში სითხე მყარი სხეულის ზედაპირთან წარმოქმნის გარკვეულ მახვილ θ კუთხეს (ნახ. 22,ა,გ), რომელიც დამახასიათებელია მოცემული სითხე-მყარი სხეულის სისტემისათვის.

თუ სითხის მოლეკულებს შორის ურთიერთქმედების ძალები აღემატება მყარი სხეულის მოლეკულებთან ურთიერთქმედების ძალებს, მაშინ θ კუთხე იქნება ბლავგი (ნახ. 22,ბ), რაც ნიშნავს იმას, რომ სითხე არ ასველებს მყარი სხეულის ზედაპირს. სრული დასველების შემთხვევაში $\theta=0$, ხოლო სრული არდასველების შემთხვევაში $\theta=180^\circ$.

კაპილარული მოვლენა ეწოდება სითხის აწევას ან დაწევას მცირე დიამეტრის მილაკებში – კაპილარებში. ნახ. 22,გ-ზე გამოსახულია გარკვეული r რადიუსის მქონე კაპილარული მილაკი, რომელიც ქვედა ბოლოთი ჩადგმულია ρ სიმკვრივის დამასველებელ სითხეში, ხოლო ზედა ბოლო – გახსნილია. სითხის ასვლა კაპილარში გრძელდება მანამ, სანამ კაპილარში სითხის სვეტზე მოქმედი სიმძიმის ძალა F_G არ გაუტოლდება სითხისა და კაპილარის ზედაპირის შეხების ზღვრის გასწვრივ მოქმედ ზედაპირული დაჭიმულობის ძალების მარეზულტირებელ F_T ძალას

$$F_G = mg = \rho h \pi r^2 g, \quad F_T = \sigma \cdot 2\pi r \cdot \cos\theta, \quad F_G = F_T \Rightarrow h = \frac{2\sigma \cos\theta}{\rho g r}$$

ცნობილია, რომ სითხის ზედაპირულ ფენაში მოლეკულური ძალების ტოლქმედი მიმართულია ამ სითხის შიგნით და მისი მოქმედება ანალოგიურია სითხისა და აირის გაყოფის ზღვარზე დაჭიმული დრეკადი აპკის წარმოქმნის. ამ აპკის დაჭიმულობის ძალის შეფარდებას სიგრძის ერთეულთან ეწოდება ზედაპირული დაჭიმულობის კოეფიციენტი ($\sigma_{\text{ფ}}$).

სითხის ზედაპირული ფენის მოლეკულებს შიგა მოლეკულებთან შედარებით აქვთ ჭარბი პოტენციური ენერგია. სითხის ზედაპირის პოტენციური ენერგია პროპორციულია მისი ზედაპირის ფართობის

$$E = \sigma_{\text{ფ}} \cdot S$$

ერთეულთა საერთაშორისო სისტემაში ზედაპირული დაჭიმულობის კოეფიციენტის განზომილებაა ჯ/მ² ან ნ/მ.

კონიაკის სპირტში ვრტიკალურად მოთავსებული მუხის მერქნის საექსტრაქციო ნამზადის კაპილარში (ნახ. 23) სითხის ასვლა განპირობებულია წნევითა სხვაობით (Δp), რომელიც იქმნება კაპილარული წნევით p_j , სითხის სიმძიმის ძალის წნევით p_b და კაპილარიდან გამოდევნილი ჰაერის წნევით p_a .

$$\Delta p = p_j - p_b - p_a \quad (12)$$

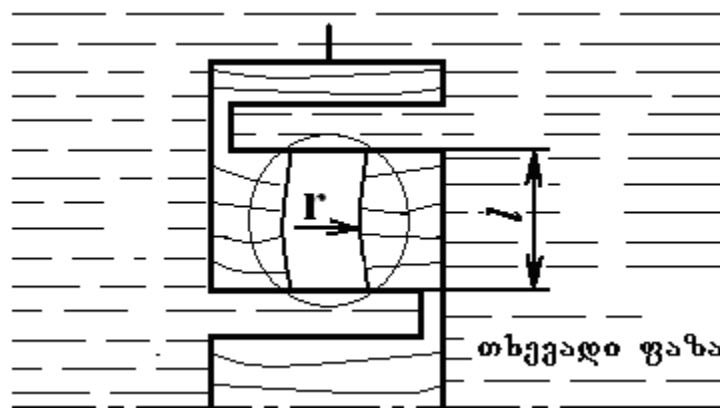
კაპილარში სითხის მოძრაობის ინტენსივობა, რომელიც გამოისახება მისი მოცულობითი სიჩქარით $dV/d\tau$, მ³/წმ, განისაზღვრება პუაზელის განტოლებით

$$\frac{dV}{d\tau} = \frac{\pi r^4}{8\mu l} \Delta p, \quad (13)$$

სადაც r - კაპილარის რადიუსია, მ;

l - კაპილარის სიგრძე, მ;

μ - სითხის დინამიკური სიბლანტეა, პა.წმ.



ნახ.23. ნამზადის კაპილარებში სპირტის მოძრაობის საანგარიშო სქემა

კაპილარული წნევა ცილინდრულ კაპილარში განისაზღვრება ფორმულით

$$p_j = \frac{2\sigma_g \cos \theta}{r} \quad (14)$$

კაპილარში სითხის ასვლა წყდება როდესაც კაპილარული წნევა აბსოლუტური სიდიდით გაუტოლდება სიმძიმის ძალის წნევას. სითხის ასვლის მაქსიმალური სიმაღლე შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით

$$\delta_{\max} = \frac{2\sigma_{\text{გ}} \cos \theta}{r\rho g}, \quad (15)$$

სადაც ρ - სითხის სიმკვრივეა;

g - თავისუფალი ვარდნის აჩქარება.

მოცემულ შემთხვევაში, როდესაც ნამზადები მთლიანად არის მოთავსებული სპირტში, სიმძიმის ძალის წნევა პრაქტიკულად არ ახდენს გავლენას სითხის მოძრაობის სიჩქარეზე. მაგრამ კაპილარულ წნევას წინააღმდეგობას უწევს კაპილარებში არსებული ჰაერის $p_{\text{ჰ}}$ წნევა. ამ შემთხვევაში წნევათა სხვაობა, რომელიც იწვევს სითხის მოძრაობას კაპილარებში შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი ტოლობით.

$$\Delta p = p_{\text{ჰ}} + p_0 - p_{\text{ჰ}}, \quad (16)$$

სადაც p_0 - ნამზადის გარემომცველი არეს წნევაა, პა.

ლიტერატურული მონაცემებით სპირტისათვის ზედაპირული დაჭიმულობის კოეფიციენტი $\sigma_{\text{გ}}=0,022$ ნ/მ [34]; კაპილარში მენისკის მახვილი კუთხე $\theta= 30\dots60^{\circ}$; კაპილარებში არსებული ჰაერის წნევა $p_{\text{ჰ}}=(1,05\dots1,1)p_0$; მუხის მერქნის კაპილარის საშუალო რადიუსი $r=0,0002$ მ [27]. კაპილარული წნევა (14) ფორმულიდან იქნება

$$p_{\text{ჰ}} = \frac{2\sigma_{\text{გ}} \cos \theta}{r} = \frac{2 \cdot 0,022 \cdot \cos 30^{\circ}}{0,0002} = 195 \text{ პა};$$

მოცემულ შემთხვევაში ნამზადის გარემომცველი არეს წნევა p_0 განისაზღვრება ნამზადის საფეხურების ზედა და ქვედა ზედაპირებს შორის ჰიდროსტატიკური წნევების სხვაობით, ანუ საფეხურის l სიგრძით (ნახ. 23). აღნიშნული სიდიდე შეადგენს 10 მმ-ს, რაც შეესაბამება დაახლოებით 100 პა ჰიდროსტატიკური წნევების სხვაობას. აქედან გამომდინარე კაპილარებში არსებული ჰაერის წინააღმდეგობის წნევა ტოლი იქნება

$$p_{\text{ჰ}}=(1,05\dots1,1)p_0 = 1,1 \cdot 100 = 110 \text{ პა}.$$

(16) ფორმულით განისაზღვრება წნევათა სხვაობა, რომელიც იწვევს სითხის მოძრაობას კაპილარებში

$$\Delta p = p_3 + p_0 - p_3 = 195 + 100 - 110 = 180 \text{ პა.}$$

კაპილარში სითხის ასვლის მაქსიმალური სიმაღლე განისაზღვრება (15) ფორმულით

$$\delta_{\max} = \frac{2\sigma_{\text{ვ}} \cos \theta}{r\rho g} = \frac{2 \cdot 0,022 \cdot \cos 30^\circ}{0,0002 \cdot 990 \cdot 9,81} = 0,0196 \text{ მ} = 19,6 \text{ მმ.}$$

ამრიგად ჩვენს მიერ შერჩეული ნამზადის საფეხურების სიგრძე (10 მმ) სრულად უზრუნველყოფს სითხის სწრაფად შეღწევას მერქანში ტორსული ზედაპირების მხრიდან.

მთლიანი ნამზადების შემთხვევაში სითხის ასვლის გაგრძელება შესაძლებელია ჰაერის სპირტში გახსნით და მისი მოლეკულების დიფუზიით კაპილარულ არხებში და გარემომცველ არეში. ეს ძალიან ნელი პროცესია, რომელიც გრძელდება რამოდენიმე წელი.

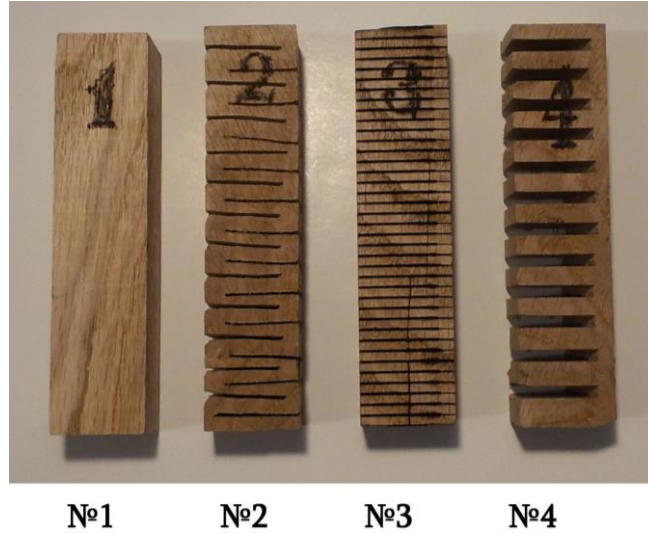
2.5. მუხის საექსტრაქციო ნამზადების ექსპერიმენტული კვლევა სპირტის დაძველების პროცესში

2.5.1. ექსპერიმენტული კვლევის პროგრამა და მეთოდოლოგია

ჩვენს მიერ დამუშავებული იყო რამოდენიმე გეომეტრიული მოდიფიკაციის მუხის საექსტრაქციო ნამზადი. ექსპერიმენტული კვლევები ითვალისწინებდა ნამზადების გეომეტრიული პარამეტრების ოპტიმიზაციას, რაც გულისხმობს ექსტრაქციული პროცესების ინტენსივობის ამაღლებას.

კონიაკის სპირტის დაძველება რთული ბიო-ქიმიური და ხანგრძლივი პროცესია, რომელიც რამოდენიმე წელი გრძელდება. ამდენად ექსპერიმენტული კვლევა დაიგეგმა ისე, რომ საექსტრაქციო ნამზადები შეგვეფასებინა არა საბოლოო შედეგით, არამედ სპირტში ექსტრაქციული ნივთიერებების გადასვლის დინამიკით. ერთ-ერთ ასეთ ნივთიერებას წარმოადგენს მთრიმლავი ნივთიერებები, რომლებიც სხვა ნივთიერებებთან შედარებით უფრო სწრაფად გადადიან სპირტში. კვლევებისადმი ასეთი მიდგომა სრულიად ადეკვატურია სხვადასხვა კონფიგურაციის ნამზადების შედარებითი შეფასებისათვის.

საცდელი ნიმუშები დამზადებული იყო ერთიდაიგივე ჯიშის მუხის მერქნისაგან ზომებით 27X27X110 მმ, მათგან ერთი იყო მასიური, ხოლო სამი - სხვადასხვა ზომის განივი ჭრილებით, რომლებიც ერთმანეთს შორის წარმოქმნიან საფეხურებს (ნახ.24).



ნახ.24. ექსპერიმენტული მუხის ხის ნიმუშები

ნამზადები ერთმანეთისაგან განსხვავდება მასით და საკონტაქტო ზედაპირის ფართობებით. ნამზადების მასა შეადგენდა 50...65 გ ხოლო საკონტაქტო ზედაპირის ტორსული ფართობები იცვლებოდა 14,6...540 სმ² ზღვრებში. ნამზადების საწყისი ტენიანობა იყო 10 %, ხოლო მთრიმლავი ნივთიერებების მასური წილი – 6,0% ნიმუშის მასის მიმართ.

ნიმუშების ზომები და მასა შეადგენდა:

1. მთლიანი მუხის ხის ძელაკი. ზომები: 27X27X110მმ; მასა – 65,1 გ.
2. მუხის ხის ძელაკი დაჭრილი 1,0 მმ-იანი ხერხით. ზომები: 27X27X110მმ; მასა – 62,4 გ.
3. მუხის ხის ძელაკი დაჭრილი CO_2 ლაზერით. ჭრილების სიგანე 0,3-0,8მმ. ზომები: 27X27X110მმ; მასა – 51,7 გ.
4. მუხის ხის ძელაკი დაჭრილი დისკური ხერხით (ჭრილების სიგანე 3,2 მმ); ზომები: 27X27X110მმ; მასა – 50,3 გ.

რამდენადაც ექსტრაქციის პროცესში გაცილებით მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ნიმუშის ტორსული ზედაპირის ფართობი, ამდენად ნიმუშების დასახასიათებლად შემოვიღეთ ნიმუშის ერთეულ მასაზე

მოსული ტორსული ზედაპირის ფართობი, ანუ $F_{ტორ.}/G_{ნიმ.}$, $სმ^2/გ.$ ეს მაჩვენებელი შერჩეული ნიმუშებისათვის შეადგენს; 1. 0,22 $სმ^2/გ.$; 2. 4,5 $სმ^2/გ.$; 3. 10,4 $სმ^2/გ.$; 4. 3,1 $სმ^2/გ.$

ნიმუშებზე ჭრილების სიგანე:

1. ნიმუში დაჭრილი 1,0 მმ-იანი ხერხით. ჭრილების სიგანე 1,0 მმ;
2. ნიმუში დაჭრილი CO_2 ლაზერით. ჭრილების სიგანე 0.6 მმ;
3. ნიმუში დაჭრილი დისკური ხერხით. ჭრილების სიგანე 3,2 მმ.

ჭრილებით წარმოქმნილი საფეხურების სიგანე – 5...10 მმ.

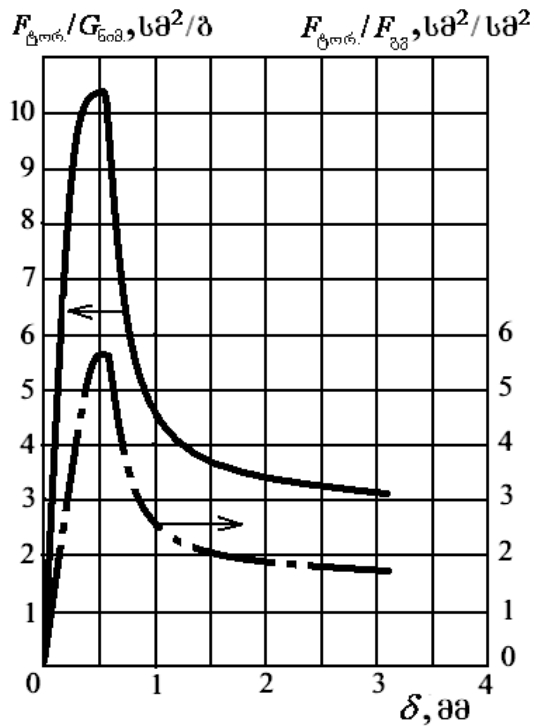
მუხის ხის საექსტრაქციო ნამზადების მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური მაჩვენებელია ტორსული ზედაპირების ფართობის შეფარდება ნიმუშის მასასთან ($F_{ტორ.}/G_{ნიმ.}$), ანუ ნიმუშის ერთეულ მასაზე მოსული ეფექტური საკონტაქტო ზედაპირი. ტორსული ზედაპირები განაპირობებენ ექსტრაქციული პროცესების ინტენსივობას, ხოლო ნიმუშის მასა – მიზნობრივი ნივთიერებების საჭირო რაოდენობას. აღნიშნული მაჩვენებლის სიდიდეს განსაზღვრავს განივი ჭრილების ზომა. ჭრილების სიგანის შეცვლით (ერთეულ სიგრძეზე, თანაბარი ბიჯის დროს) იცვლება ჭრილების რაოდენობა, შესაბამისად იცვლება ნიმუშის ტორსული ზედაპირის და მასის სიდიდე. ჭრილების სიგანე ასევე განსაზღვრავს ნიმუშის ტორსული და გვერდითი ზედაპირების ფარდობას ($F_{ტორ.}/F_{გვ.}$). ცხრილში 2 მოცემულია აღნიშნული პარამეტრების მნიშვნელობები ცალკეული ნიმუშისათვის ჭრილების სიგანის მიხედვით.

ცხრილი 2

საექსტრაქციო ნიმუშების ძირითადი პარამეტრები

ჭრილების ზომა δ , მმ	0	0,6	1,0	3,2
$F_{ტორ.}/G_{ნიმ.}$ $სმ^2/გ.$	0,22	10,4	4,5	3,1
$F_{ტორ.}/F_{გვ.}$ $სმ^2/სმ^2$	0,123	5,67	2,46	1,7

ცხრილის 2 მიხედვით აგებული გრაფიკები მოცემულია ნახ.25-ზე.



ნახ.25. ნიმუშების მახასიათებლების $F_{ტორ.}/G_{ნიმ.}$ და $F_{ტორ.}/F_{გგ}$ დამოკიდებულება ჭრილების δ სიგანეზე

ცდების დროს ნამზადები მოთავსებული იყო 1 ლ ტევალობის ჰერმეტიკ მინის ჭურჭლებში, რომლებიც შეესებოდა იყო 65⁰-იანი საკონიაკე სპირტით. ოთხ-ოთხ სხვადასხვა ჭურჭელში ჩაწყობილი იყო ერთი და იგივე ტიპის ნიმუში (ნახ. 26). სპირტის ნიმუშის ანალიზი კეთდებოდა ერთკვირიანი ინტერვალით, ისე, რომ პირველ ჭურჭელში ვიდებდით ერთკვირიან დაძველებას, მეორეში – ორკვირიანს, მესამეში – სამკვირიანს და ბოლო ჭურჭელში – ერთთვიანი დაძველების სპირტს. სპირტის ნიმუშებში მთრიმლავი ნივთიერებების შემცველობის მიხედვით ხდებოდა როგორც ნამზადების ნიმუშების გეომეტრიული პარამეტრების ოპტიმიზაცია, ასევე ექსტრაქციული პროცესის კინეტიკის შეფასება.

ცდები ტარდებოდა ქ. თბილისის კონიაკის ქარხანა სს “სარაჯიშვილში” და შპს “ნორმას” საგამოცდო ლაბორატორიაში. სპირტში მთრიმლავი ნივთიერებების შემცველობის განსაზღვრა ხდებოდა ბელორუსიის ნაციონალური მეცნიერებათა აკადემიის “სურსათის სამეცნიერო-პრაქტიკულ ცენტრში” დამტკიცებული მეთოდის მიხედვით. ამავე მეთოდით სარგებლობს შპს “ნორმას” საგამოცდო ლაბორატორია.



ნახ.26. საცდელი ნიმუშები ქ.თბილისის კონიაკის ქარხნის ლაბორატორიაში

2.5.2. ექსტრაქტში მთრიმლავი ნივთიერებების განსაზღვრის მეთოდიკა

1 გამოყენების სფერო

წარმოდგენილი მეთოდიკა ადგენს კონიაკში და კონიაკის სპირტში მთრიმლავი ნივთიერებების შემცველობის განსაზღვრის მეთოდს, რომელიც უზრუნველყოფს გაზომვის სარწმუნო შედეგების მიღებას ალბათობით $P=0,95$, კონცენტრაციის დიაპაზონით 0,1-დან 1,0-მდე გ/დმ³. მთრიმლავი ნივთიერებების მასური კონცენტრაციის გაზომვის ზღვარი შეადგენს 0,05 გ/დმ³.

მეთოდიკის მეტროლოგიური მახასიათებლები წარმოდგენილია ცხრილებში 3 და 4.

გაზომვათა დიაპაზონი, განმეორადობის მაჩვენებლების მნიშვნელობები, ცხრილი 3

შედეგები და სიზუსტე ალბათობით $P=0,95$

განსასაზღვრის მაჩვენებელი (კომპონენტი)	გაზომვის დიაპაზონი (მასური კონცენტრაცია), გ/დმ ³	განმეორადობის მაჩვენებელი (საშ. კვადრატული გადახრა) $\sigma_r, \%$	აღწარმოების მაჩვენებელი $\sigma_R, \%$	სისწორის მაჩვენებელი $\pm \Delta_c, \%$	სიზუსტის მაჩვენებელი $\pm \Delta, \%$
მთრიმლავი ნივთიერება	0,1 – 1,0	4,9	9,3	3,6	7,7

გაზომვათა დიაპაზონი, განმეორადობის ზღვრების მნიშვნელობები,

ცხრილი 4

შედგები და სიზუსტე ალბათობით $P=0,95$

განსასაზღვრი მაჩვენებელი (კომპონენტი)	გაზომვის დიაპა- ზონი (მასური კონცენტრაცია), გ/დმ ³	განმეორადობის მაჩვენებელი (ორი პარალელ- ური შედეგის) r , %	აღწარმოების ზღვარი (ორი გაზომვის შედე- გისათვის)
მთრიმლავე ნივთიერება	0,1 – 1,0	14	26

2. ნორმატივები

გაზომვათა შესრულების წარმოდგენილ მეთოდიკაში გამოყენებულია შემდეგი ტექნიკური ნორმატიული სამართლებლივი აქტები ტექნიკური ნორმირების და სტანდარტიზაციის სფეროში:

СТБ 1334-2003 საკვები რეკტიფიცირებული ეთილის სპირტი.

ტექნიკური პირობები.

СТБ 1384-2003 მელვინეობის მრეწველობის პროდუქტები. მიღების წესები და ნიმუშის აღების მეთოდები.

ГОСТ 1770-74 ლაბორატორიული მინის მზომი ჭურჭელი. ზოგადი ტექნიკური პირობები.

ГОСТ 4204-77 რეაქტივები. გოგირდის მუავა. ტექნიკური პირობები.

ГОСТ 4236-77 რეაქტივები. აზოტმუავა ტყვია. ტექნიკური პირობები.

ГОСТ 4236-77 რეაქტივები. ნატრიუმის ჰიდრატი. ტექნიკური პირობები.

ГОСТ 6709-72 გამოსხილი წყალი. ტექნიკური პირობები.

ГОСТ 9147-80 ლაბორატორიული ფაიფურის ჭურჭლები და მოწყობილობები. ტექნიკური პირობები.

ГОСТ 12026-76 ლაბორატორიული გამფილტრავი ქაღალდი. ტექნიკური პირობები.

ГОСТ 21490-75 ქიმიურ-ლაბორატორიული მინა. ტექნიკური პირობები. გამოცდის მეთოდები.

ГОСТ 24104-2001 ლაბორატორიული სასწორი. ტექნიკური პირობები.

ГОСТ 25336-82 ლაბორატორიული მინის ჭურჭელი და მოწყობილობები. ტიპები, ძირითადი პარამეტრები და ზომები.

ГОСТ 25794.2-83 რეაქტივები. ჟანგვა-აღდგენითი ტიტრირებისათვის.

ტიტრირებული ხსნარების მომზადების მეთოდები.

ГОСТ 29169-91 ლაბორატორიული მინის ჭურჭელი. პიპეტები ერთი აღნიშვნით.

ГОСТ 29227-91 ლაბორატორიული მინის ჭურჭელი. გრადუირებული პიპეტები. I ნაწილი. ზოგადი მოთხოვნები.

ГОСТ 29251-91 ლაბორატორიული მინის ჭურჭელი. ზოგადი მოთხოვნები.

3. მეთოდის პრინციპი

მეთოდი ეფუძნება კონიაკის და კონიაკის სპირტების მთრიმლავი ნივთიერებების ჟანგვას ინდიკატორების ინდიკატორის თანხმელებით და ტიტრირებული მეთოდით მათ განსაზღვრას.

4. გაზომვის საშუალებები, დამხმარე მოწყობილობები, რეაქტივები

- ზოგადი დანიშნულების ლაბორატორიული სასწორი ВЛР-200 II კლასი, აწონის უდიდესი ზღვარი 200 გ - ГОСТ 24104;
- ამორთქლებელი ფინჯანი №3 ტევადობით 100 სმ³ ГОСТ 9147;
- ჭიქა ტევადობით 50, 100, სმ³ ГОСТ 25336;
- ლაბორატორიული ძაბრი ГОСТ 25336;
- მზომი კოლბები ტევადობით 50, 100, 1000 სმ³ ГОСТ 1770;
- კონუსური კოლბები ტევადობით 100, 250 სმ³ ГОСТ 1770;
- გრადუირებული პიპეტი ტევადობით 2, 5, 25 სმ³ ГОСТ 29169;
- ერთდანაყოფიანი პიპეტი ტევადობით 2,10,20,50,100 სმ³ ГОСТ 29169;
- ცილინდრები ტევადობით 10, 100, 250, 1000 სმ³ ГОСТ 1770;
- მინის ღერო ГОСТ 21400;

დასაშვებია გაზომვის სხვა საშუალებების, დამხმარე მოწყობილობების და რეაქტივების გამოყენება ანალოგიური ტექნიკური მახასიათებლებით.

5. გაზომვის პირობები

ლაბორატორიაში გაზომვების შესრულების დროს დაცული უნდა იყოს შემდეგი პირობები:

- ჰაერის ტემპერატურა ხსნარების მომზადების და გაზომვების შესრულების დროს – $(20 \pm 5)^{\circ}C$;

- ატმოსფერული წნევა $-(84,0-106,7)$ კპა;
- ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა $-(65 \pm 15)\%$.

6. უსაფრთხოების მოთხოვნები

გაზომვების შესრულების დროს დაცული უნდა იყოს ლაბორატორიაში მოქმედი უსაფრთხოების ტექნიკის ინსტრუქციის მოთხოვნები და შემდეგი დოკუმენტების მოთხოვნები:

- “ქიმიურ ლაბორატორიებში უსაფრთხო მუშაობის წესები”;
- “ელექტროდანადგარების ექსპლუატაციის დროს უსაფრთხოების ტექნიკის წესები”;
- “ხანძარსაწინააღმდეგო ზოგადი წესები საზოგადოებრივი ნაგებობებისათვის”.

7. მოთხოვნები ოპერატორის კვალიფიკაციისადმი

გაზომვების შესასრულებლად და შედეგების დასამუშავებლად შესაძლებელია დაშვებული იყოს პირი, რომელსაც აქვს უმაღლესი ან საშუალო სპეციალური განათლება შესასრულებელი სამუშაოს პროფილით და ქიმიურ ლაბორატორიაში მუშაობის გამოცდილება.

8. მომზადება გაზომვების ჩასატარებლად

8.1. ინდიგოკარმინის ინდიკატორის მომზადება

ინდიგოკარმინის ნიმუში მასით $(3,0 \pm 0,1)$ გ გადააქვთ 300 სმ^3 რაოდენობის დისტილირებული წყლით მზომ კოლბაში მოცულობით 1 დმ^3 , მზომი ცილინდრით უმატებენ 105 სმ^3 კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას, ხუფავენ საცობით, ურევენ და აყოვნებენ 2 სთ მყარი ნივთიერების სრულ გახსნამდე, რასაც ამოწმებენ ვიზუალურად. შემდეგ კოლბის შიგთავსი 20°C ტემპერატურაზე, დისტილირებული წყლით დაჰყავთ ნიშნულამდე, ურევენ და ფილტრავენ სამფენოვანი ქაღალდის ფილტრით. ხსნარის შენახვის ვადა არის 1 წელი ბნელ ადგილზე შენახვის პირობებში.

8.2. ნატრიუმის ჰიდრატის ხსნარის მომზადება მასური

კონცენტრაციით 150 გ/დმ^3

მინის ჭიქაში წონიან $(150 \pm 0,1)$ გ ნატრიუმის ჰიდრატს, გადააქვთ მზომ კოლბაში ტევადობით 100 სმ^3 , ხსნიან დისტილირებული წყლით, ურევენ სრულ გახსნამდე, დისტილირებული წყლით აჰყავთ

ნიშნულამდე 20°C ტემპერატურაზე. ხსნარის შენახვის ვადა არის 6 თვე პოლიეთილენის ჭურჭელში შენახვის შემთხვევაში.

8.3. აზოტმჟავა ტყვიის ხსნარის მომზადება მასური

კონცენტრაციით 500 გ/დმ³

100 სმ³ ტევადობის ქიმიურ ჭიქაში იღებენ აზოტმჟავა ტყვიის ნიმუშს $(50,0 \pm 0,1)\text{გ}$ და ძაბრით გადააქვთ ლაბორატორიულ მზომ კოლბაში ტევადობით 100 სმ³, ასხავენ დისტილირებულ წყალს, ხურავენ კოლბას საცობით და ურევენ ნივთიერების სრულ გახსნამდე, შემდეგ კოლბის შიგთავსი 20°C ტემპერატურაზე, დისტილირებული წყლით დაჰყავთ ნიშნულამდე. ხსნარის შენახვის ვადა არის 1 წელი ბნელ ადგილზე შენახვის პირობებში.

8.4. კალიუმის პერმანგანატის 0,1 ნ ხსნარის მომზადება

0,1 ნ კალიუმის პერმანგანატის ხსნარს ამზადებენ სტანდარტ-ტიტრისგან ამჟღავნის შიგთავსის გახსნით 1 დმ³ დისტილირებული წყლით. შემასწორებელ კოეფიციენტს საზღვრავენ GOCT 25794.2-83 მიხედვით. ხსნარს ინახავენ მუქი მინის ჭურჭელში 1 წლით.

8.5. კალიუმის პერმანგანატის 0,01 ნ ხსნარის მომზადება

0,01 ნ კალიუმის პერმანგანატის ხსნარს ამზადებენ 0,1 ნ ხსნარისაგან მისი 10 ჯერადი განზავებით დისტილირებულ წყალში. ამისათვის 0,01 ნ კალიუმის პერმანგანატის ხსნარი გადააქვთ მზომ კოლბაში ტევადობით 100 სმ³ და 20°C ტემპერატურაზე, დისტილირებული წყლით დაჰყავთ ნიშნულამდე. გამოიყენება ახალი მომზადებული ხსნარი.

8.6. წყლის აბაზანის მომზადება

ქსელში ჩართვამდე აბაზანაში ასხავენ დისტილირებულ წყალს 2-3 სმ³-ით დაბლა ნაპირებიდან, აცხელებენ წყალს ადუღებამდე და ინარჩუნებენ ამ მდგომარეობას მუშაობის მთელი დროის განმავლობაში.

8.7. ნიმუშის აღება

კონიაკის და კონიაკის სპირტების ნიმუშებს იღებენ СТБ 1384-2003 – ის შესაბამისად.

9. გაზომვების შესრულება

9.1. ნიმუშის მომზადება

ფაიფურის ამორთქლებელ ჭურჭელში შეაქვთ 100 სმ³ კონიაკის ან კონიაკის სპირტის გამოსაცდელი ნიმუში, აორთქლებენ 30-40 სმ³-მდე. დარჩენილი სითხე გადააქვთ მზომ კოლბაში ტევადობით 100 სმ³, ჭურჭელს გამოავლებენ დისტილირებულ წყალს და ასხავენ იმავე კოლბაში, რომლის შიგთავსი 20⁰C ტემპერატურის დროს დისტილირებული წყლით დაჰყავთ ნიშნულამდე და ურევენ.

9.2. ჟანგვითი ნივთიერების საერთო რაოდენობის განსაზღვრა

250 სმ³ ტევადობის კონუსურ კოლბაში შეაქვთ 2,0 სმ³ პ.9.1-ის მიხედვით მომზადებული ნიმუში, ცილინდრით – 80 სმ³ დისტილირებული წყალი, პიპეტით – 2,0 სმ³ ინდიგოკარმინის ხსნარი და აკეთებენ ტიტრირებას 0,01 ნ კალიუმის პერმანგანატის ხსნარით ხსნარის ლურჯი შეფერილობის გადასვლამდე ღია ყვითელში. ზომავენ კალიუმის პერმანგანატის ხსნარის მოცულობას, რომელიც მოდის ჟანგვითი ნივთიერების საერთო რაოდენობის ტიტრირებაზე.

9.3. ჟანგვითი ნივთიერებების რაოდენობის განსაზღვრა, რომლებიც არ წარმოადგენენ კონიაკის ან კონიაკის სპირტის მთრიმლავ ნივთიერებებს

100 სმ³ ტევადობის მზომ ქილაში შეაქვთ პ.9.1-ის მიხედვით მიღებული 50 სმ³ ნიმუში, წვეთებით უმატებენ 1-2 სმ³ ნატრიუმის ჰიდრატის ხსნარს და 1-2 სმ³ აზოტმუავა ტყვიას, ურევენ და აყოვნებენ 5-10 წთ. კოლბის შიგთავსი, წარმოქმნილი ნალექით, დისტილირებული წყლით დაჰყავთ ნიშნულამდე, ურევენ და ფილტრავენ ორფენოვანი ფილტრით.

250 სმ³ ტევადობის კონუსურ კოლბაში პიპეტით შეაქვთ 4,0 სმ³ ფილტრატი, ამავე ჭურჭელში ცილინდრით არწყავენ 80 სმ³ დისტილირებულ წყალს, პიპეტით უმატებენ 2,0 სმ³ ინდიგოკარმინის ხსნარს და ახდენენ ტიტრირებას 0,01 ნ კალიუმის პერმანგანატის ხსნარით ხსნარის ლურჯი შეფერილობის გადასვლამდე ღია ყვითელში. ზომავენ კალიუმის პერმანგანატის 0,01 ნ ხსნარის მოცულობას

რომელიც მოდის უანგვითი ნივთიერების ტიტრირებაზე, რომლებიც არ წარმოადგენენ მთრიმლავ ნივთიერებებს.

10. შედეგების დამუშავება

მთრიმლავი ნივთიერებების მასურ კონცენტრაციას გ/დმ³-ში ანგარიშობენ ფორმულით

$$x = \frac{0,00068 \cdot (V_1 - V_2) \cdot K \cdot 1000}{V},$$

სადაც 0,00068 – 1 სმ³ კალიუმის პერმანგანატის 0,01 ნ ხსნარით

დაუანგული მთრიმლავი ნივთიერებების რაოდენობა, გ/სმ³;

V - პ.9.1-ით მომზადებული დასაუანგი ნიმუშის მოცულობა, სმ³;

V₁ - ყველა ნივთიერების დასაუანგად გამოყენებული კალიუმის პერმანგანატის ხსნარის მოცულობა, სმ³;

V₂ - კალიუმის პერმანგანატის ხსნარის მოცულობა, იმ ნივთიერებების დასაუანგად გამოყენებული, რომლებიც არ წარმოადგენენ მთრიმლავ ნივთიერებებს;

K - კალიუმის პერმანგანატის 0,1 ნ ხსნარის შემასწორებელი კოეფიციენტი;

1000 – 1 დმ³-ზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

გამოთვლებს აწარმოებენ 0,0001 სიზუსტით. გაზომვების საბოლოო შედეგად იღებენ ორი პარალელური განსაზღვრის საშუალო არითმეტიკულს, რომელთა შორის დასაშვები გადახრა უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს

$$|x_1 - x_2| \leq 0,01 \cdot \bar{x},$$

სადაც x₁ და x₂ - პარალელური განსაზღვრით მიღებული მთრიმლავი

ნივთიერებების მასური კონცენტრაციებია, გ/დმ³;

\bar{x} - მთრიმლავი ნივთიერებების მასური კონცენტრაციების ორი პარალელური განსაზღვრის საშუალო არითმეტიკული

მნიშვნელობა, გ/დმ³;

r - განმეორადობის ზღვარი, % (ცხრილი 2);

აღნიშნული მოთხოვნის დარღვევის შემთხვევაში ანალიზს იმეორებენ.

გამოცდის ისეთი შედეგების მიღების შემთხვევაში, რომლებიც გამოდიან გაზომვათა დიაპაზონიდან, აწარმოებენ ნიმუშის კონცენტრირებას ან მის განზავებას. ამისათვის კონიაკის ან კონიაკის სპირტის ნიმუში, აორთქლებული 30-40 სმ³-მდე პ.9.1-ის მიხედვით, გადააქვთ სხვა ტევადობის კოლბაში: 50 სმ³ (კონცენტრირების შემთხვევაში) და 200 სმ³ (განზავების შემთხვევაში). მიღებულ შედეგებს ყოფენ (კონცენტრირების შემთხვევაში) ან ამრავლებენ (განზავების შემთხვევაში) კოეფიციენტზე 2.

11. შედეგების გაფორმება

გაზომვის შედეგები წარმოდგენილია შემდეგი სახით

$$\bar{x} \pm \Delta,$$

სადაც \bar{x} - გაზომვის შედეგების საშუალო მნიშვნელობაა, გ/დმ³;

Δ - სიზუსტის მაჩვენებელი, რომელიც მოყვანილია ცხრილში 1.

თუ გაზომვის მნიშვნელობა ნაკლებია გაზომვის მეთოდიკის ზღვარზე, მაშინ აწარმოებენ გაზომვის შედეგების ცალმხრივ შეფასებას

$$\bar{x} < L,$$

სადაც \bar{x} - გაზომვის შედეგების საშუალო მნიშვნელობაა;

L - მეთოდიკის გაზომვის ზღვარია.

12. ცდომილებათა კონტროლი

12.1 განმეორადობის კონტროლი

განმეორადობის კონტროლი ხორციელდება პ.10-ის მიხედვით კონიაკისა და კონიაკის სპირტის სამუშაო ნიმუშების ყოველი გაზომვის შესრულების დროს

12.2 აღწარმოების კონტროლი

შიგალაბორატორიული აღწარმოების კონტროლს აწარმოებენ სამუშაო ნიმუშებზე, რომლებსაც უტარდებათ ანალიზი პ.9-ის მიხედვით და ანგარიშობენ გაზომვათა შესრულების პ.10 მეთოდიკით. ანალიზში მონაწილეობს 2 პერსონალი, გაზომვებს ასრულებენ სხვადასხვა დროს.

აღწარმოება ითვლება დამაკმაყოფილებლად, თუ შესრულებულია პირობა

$$|x_1 - x_2| \leq 0,01 \cdot \bar{x} R,$$

სადაც x_1 და x_2 - მთრიმლავი ნივთიერებების მასური კონცენტრაციებია, რომლებიც მიღებულია განმეორების პირობებში, გ/დმ³;

\bar{x} - მთრიმლავი ნივთიერებების მასური კონცენტრაციების

საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობაა, გ/დმ³, $\bar{x} = (x_1 + x_2)/2$;

R - აღწარმოების ზღვარი (ცხრილი 2), %.

აღნიშნული პირობის დარღვევის შემთხვევაში ანალიზს იმეორებენ. განმეორებითი ანალიზის დროს უნდა გამოვლინდეს კონტროლის არაკორექტული შედეგების მიზეზები და ისინი უნდა აღმოიფხვრას.

12.3 სიზუსტის კონტროლი

სიზუსტის კონტროლის ჩატარების დროს იყენებენ სამუშაო ნიმუშს და ნიმუშს განზავებით. ამ უკანასკნელს ამზადებენ 100 სმ³ მოცულობის კოლბაში 20⁰C ტემპერატურის პირობებში: შეაქვთ 10 სმ³ დისტილირებული წყალი, 10 სმ³ ეთილის სპირტი, შემდეგ კოლბის მოცულობა დაჰყავთ ნიშნულამდე კონიაკის ან კონიაკის სპირტის სამუშაო ნიმუშით 20⁰C ტემპერატურის პირობებში. აწარმოებენ ორივე ნიმუშის ანალიზს ორჯერადი განმეორებით პ.9-ის მიხედვით და ანგარიშობენ პ.10-ის მიხედვით.

სამუშაო და განზავებული ნიმუშების ანალიზით გაზომილი შედეგების სიზუსტეს მიიჩნევენ დამაკმაყოფილებლად შემდეგი პირობის შესრულების შემთხვევაში

$$|x_1 - 17x_2| \leq 0,01 \cdot 1,6 \cdot x_1 \cdot \Delta,$$

სადაც x_1 - მთრიმლავი ნივთიერებების მასური კონცენტრაციების ორი პარალელური განსაზღვრის შედეგების საშუალო

არითმეტიკული მნიშვნელობაა სამუშაო ნიმუშში, გ/დმ³;

x_2 - მთრიმლავი ნივთიერებების მასური კონცენტრაციების ორი

პარალელური განსაზღვრის შედეგების საშუალო

ართომეტიკული მნიშვნელობაა განზავების ნიმუშში, გ/დმ³;

η - განზავების კოეფიციენტი, რომელიც ტოლია 1,25;

Δ - სიზუსტის მაჩვენებელი, რომელიც მოყვანილია ცხრილში 1.

შენიშვნა: განზავების ნიმუშში მთრიმლავი ნივთიერებების შემცველობა არ უნდა გამოვიდეს გაზომვათა შესრულების მეთოდის დიაპაზონის გარეთ.

2.5.3. მუხის ხის საექტრაქციო ნამზადებში მთრიმლავი ნივთიერებების შემცველობის განსაზღვრის მეთოდიკა

მუხის ხის საექტრაქციო ნამზადებში მთრიმლავი ნივთიერებების ექსტრაქციის პროცესის კინეტიკური კანონზომიერებების დასადგენად განისაზღვრა ნამზადებში აღნიშნული ნივთიერებების საწყისი შემცველობა.

ექსპერიმენტული კვლევებისათვის გამოყენებული იყო უკრაინის აგრარული მეცნიერებების ეროვნული აკადემიის, აგროეკოლოგიისა და ბუნებათსარგებლობის ინსტიტუტის, მეღვინეობის ნედლეულის რესურსების მონიტორინგის ლაბორატორიის მიერ დამუშავებული მეთოდიკა.

კვლევის მეთოდი დაფუძნებულია გამოსაკვლევი ნიმუშიდან მუხის კომპონენტების მაქსიმალურ ექსტრაქციაზე წყლით და სპირტით და შემდგომში მათში მთრიმლავი ნივთიერებების კომპონენტების გაზომვაზე.

მთრიმლავი ნივთიერებების შემცველობის განსაზღვრისათვის მუხის მერქანი წინასწარ ქუცმაცდება ნაწილაკების ზომით 0,3-0,45 მმ. მიღებული წვრილ დისპერსული მასალიდან 10 გ ფრაქცია გადააქვთ 250 სმ³ ტევადობის მზომ კოლბაში და მას ესხმება 75 სმ³ მოცულობის 20⁰C ტემპერატურის წყალი. ამავე ტემპერატურაზე ხდება მიღებული ნაყენის დაყოვნება 4 სთ-ის განმავლობაში და გაფილტვრა. ამის შემდეგ მიღებულ ექსტრაქტს ემატება 75 სმ³ მოცულობის 75⁰C ტემპერატურის წყალი. ამავე ტემპერატურაზე ხდება მიღებული

ექსტრაქტის დაყოვნება 5 სთ-ის განმავლობაში და გაფილტვრა. შემდეგ მიღებულ ექსტრაქტს კვლავ ემატება 75 სმ³ მოცულობის 20⁰C ტემპერატურის წყალი, ხდება 1 სთ-ით დაყოვნება იმავე ტემპერატურაზე და გაფილტვრა. სამჯერადი ფილტრაციის შედეგად მიღებული ექსტრაქტების ფრაქციები ერევა ერთმანეთს და განისაზღვრება წყალში ხსნადი მთრიმლავი ნივთიერებების კონცენტრაცია.

წყლით ექსტრაქციის შემდეგ დარჩენილ დაქუცმაცებულ მუხის მერქნის მასას ესხმება 60%-იანი სპირტი 50 სმ³ მოცულობით და ხდება დაყოვნება 24 სთ-ით 65⁰C ტემპერატურაზე. ფილტრაციის შემდეგ განისაზღვრება სპირტში ხსნადი მთრიმლავი ნივთიერებების კონცენტრაცია.

მთრიმლავი ნივთიერებების კონცენტრაცია მუხის მერქანში განისაზღვრა CΦ-46 სპექტროფოტომეტრის დახმარებით ДСТУ 4112.41:2003 –ის შესაბამისად. მთრიმლავი ნივთიერებების ჯამურმა რაოდენობამ, წარმოდგენილი ნიმუშების მასალაში, შეადგინა დაახლოებით 6,0% აბსოლუტურად მშრალ მასასთან მიმართებაში

2.5.4. ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები

ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები სხვადასხვა პარამეტრების მუხის ხის საექსტრაქციო ნიმუშებისათვის წარმოდგენილია ცხრილში 5

ცხრილი 5

ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები

ნიმუ- შის №	მასა, გ	მოცუ- ლობა, დმ ³	$F_{\text{ტორ.}} / G_{\text{ნიმ.}}$ სმ ² /გ	ჭრილ- ის ზომა, მმ	კვირათა რაოდენობა			
					1	2	3	4
					მთრიმლავი ნივთიერებები, გ/დმ ³			
1	65,1	0,080	0,22	0	0,200	0,396	0,560	0,740
2	62,4	0,077	2,50	1,0	1,130	1,900	2,420	2,760
3	51,7	0,064	10,4	0,6	1,800	2,490	2,756	2,850
4	50,3	0,062	3,10	3,2	1,360	2,070	2,430	2,630

2.1. პარაგრაფში ნახვენები იყო, რომ მუხის მერქნიდან მთრიმლავი ნივთიერებების ექსტრაქციის პროცესს აქვს ექსპონენციალური ხასიათი და იგი ექვემდებარება შემდეგ განტოლებას

$$C_{\text{თ.ფ.}} = \frac{G_{\text{მ.ფ.}} \cdot c_{\text{მ.ნ.}}}{V_{\text{თ.ფ.}} + V_{\text{მ.ფ.}}} (1 - e^{-k\tau}) \text{ გ/დმ}^3, \quad (17)$$

სადაც $C_{\text{თ.ფ.}}$ - თხევადი ფაზის მიმდინარე კონცენტრაციაა, გ/დმ³;

$G_{\text{მ.ფ.}}$ - მყარი ფაზის (ნიმუშის) მასაა, გ;

$c_{\text{მ.ნ.}}$ - მყარ ფაზაში მიზნობრივი ნივთიერების შემცველობაა, %
ნიმუშის მასის მიმართ;

$V_{\text{თ.ფ.}}$ - თხევადი ფაზის (სპირტის) მოცულობაა, დმ³;

$V_{\text{მ.ფ.}}$ - მყარი ფაზის (ნიმუშის) მოცულობაა, დმ³;

k - ექსტრაქციის პროცესის კონსტანტაა, 1/კვირა;

τ - პროცესის ხანგრძლივობაა, კვირა.

ცხრილი 5-ის მონაცემების მიხედვით, ექსპონენციალური განტოლებიდან (17) განისაზღვრა ნიმუშების კონსტანტების მნიშვნელობები (ცხრილი 6) ფორმულით

$$k = \frac{1}{\tau} \ln \left(\frac{G_{\text{მ.ფ.}} \cdot c_{\text{მ.ნ.}}}{G_{\text{მ.ფ.}} - C_{\text{თ.ფ.}} (V_{\text{თ.ფ.}} + V_{\text{მ.ფ.}})} \right) \quad (18)$$

ცხრილი 6

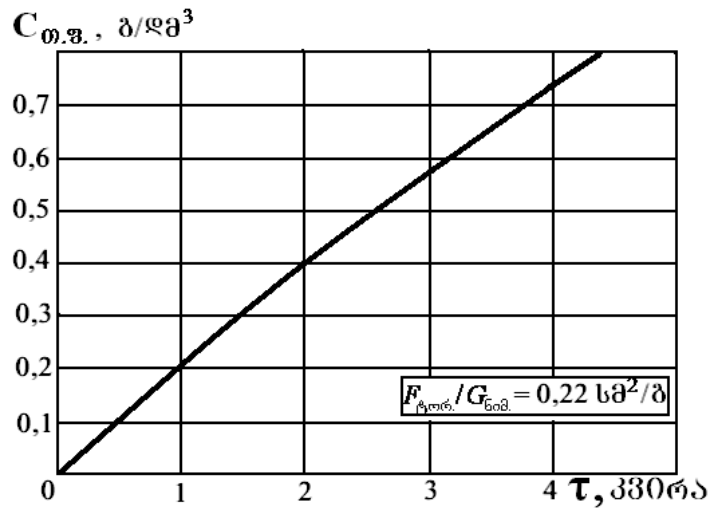
ნიმუშების კონსტანტების მნიშვნელობები

ნიმუშის №	1	2	3	4
კონსტანტა k , 1/კვირა	0,057	0,395	0,960	0,650

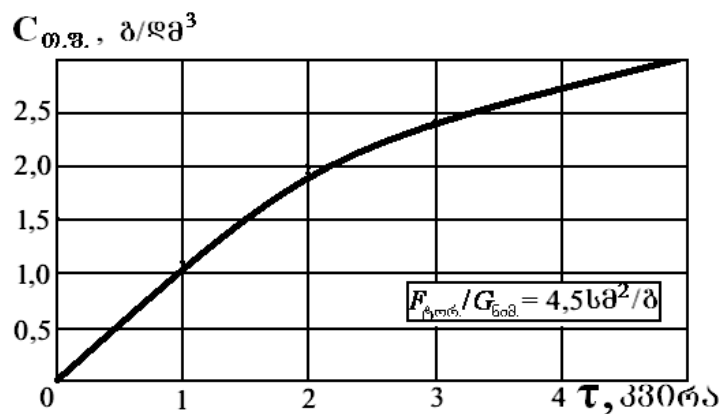
ცხრილის 5,6 მონაცემებით და (17) ფორმულით სხვადასხვა ნიმუშისათვის აიგო ექსპონენციალური გრაფიკები (ნახ. 27...ნახ. 30) შემდეგი მონაცემებისათვის:

- მყარი ფაზების (ნიმუშების) მასები ($G_{\text{მ.ფ.}}$): 65,1; 62,4; 51,7; 50,3 გ;
- მყარ ფაზაში მიზნობრივი ნივთიერების მასური წილი $-c_{\text{მ.ნ.}}=6,0\%$;

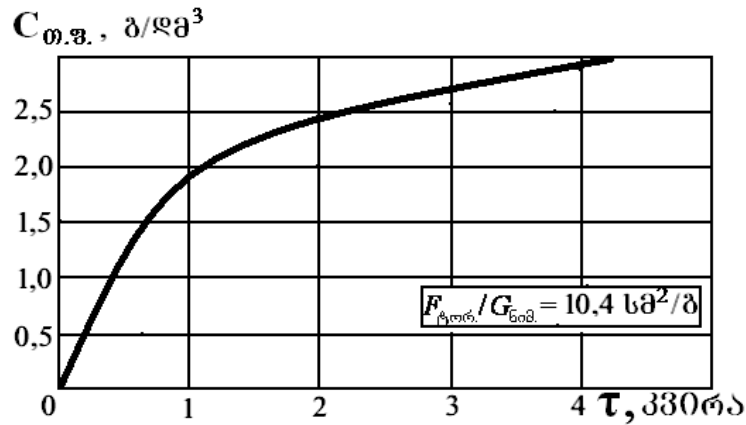
- თხევადი ფაზის მოცულობა $V_{\text{თ.ფ.}} = 1,0 \text{ დმ}^3$;
- მყარი ფაზის (ნიმუშების) მოცულობები ჭრილებით დაკავებული მოცულობების გამოკლებით ($V_{\text{მ.ფ.}}$): 0,08; 0,077; 0,064; 0,062 დმ³;
- ექსტრაქციის ხანგრძლივობა $\tau = 1...4$ კვირა.



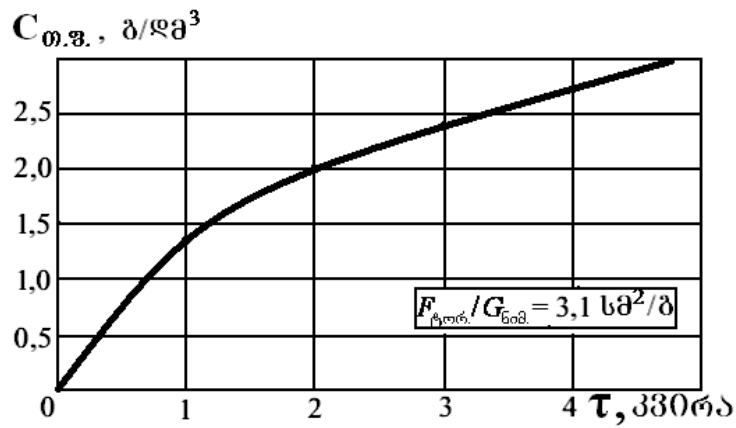
ნახ. 27. მთლიანი ნიმუშის ექსტრაქციის ექსპონენციალური გრაფიკი



ნახ. 28. 1 მმ ჭრილებიანი ნიმუშის ექსტრაქციის ექსპონენციალური გრაფიკი



ნახ. 29. ლაზერით დამუშავებული 0,6 მმ ჭრილებიანი ნიმუშის ექსტრაქციის ექსპონენციალური გრაფიკი



ნახ. 30. 3,2 მმ ჭრილებიანი ნიმუშის ექსტრაქციის ექსპონენციალური გრაფიკი

მთლიანი ნიმუშის შემთხვევაში (ნახ. 27) მყარ და თხევად ფაზებს შორის წონასწორული კონცენტრაცია შეადგენს

$$C_{წონ.} = \frac{G_{აგ.} \cdot c_{ან}}{V_{თ.ფ.} + V_{აგ.}} = \frac{65,1 \cdot 0,06}{1 + 0,08} = 3,6 \text{ გ/დმ}^3.$$

ცხრილის 5 მონაცემებით, მოცემული ნიმუშიდან ოთხი კვირის განმავლობაში გამოიყო მხოლოდ 0,74 გ მთრიმლავი ნივთიერება, მაშინ როდესაც საწყის ნიმუშში აღნიშნული ნივთიერება შეადგენს 3,9 გ. ეს კარგად ჩანს გრაფიკიდანაც, სადაც მრუდი მოცემული დროის განმავლობაში არ გადადის ასიმპტოტურ უბანზე. ეს აიხსნება იმით, რომ მთლიან ნიმუშში მცირეა სპირტის შეღწევადობა და შესაბამისად დაბალია ექსტრაქციის მაჩვენებელი. გარდა ამისა, ამ ნიმუშისათვის

ძალზე დაბალია ტორსული ზედაპირის ფართობის შეფარდება ნიმუშის მასასთან, რომელიც შეადგენს 0,22-ს.

1,0 მმ ჭრილებიანი ნიმუშის შემთხვევაში (ნახ.28) მყარ და თხევად ფაზებს შორის წონასწორული კონცენტრაცია შეადგენს

$$C_{წონ.} = \frac{G_{მყ.} \cdot c_{მნ}}{V_{თ.ფ.} + V_{მყ.}} = \frac{62,4 \cdot 0,06}{1 + 0,077} = 3,5 \text{ გ/დმ}^3.$$

ცხრილის 5 მონაცემებით, მოცემული ნიმუშიდან ოთხი კვირის განმავლობაში გამოიყო მხოლოდ 2,76 გ მთრიმლავი ნივთიერება, მაშინ როდესაც საწყის ნიმუშში აღნიშნული ნივთიერება შეადგენს 3,74 გ. ე.ი. ნიმუშში დარჩა 0,98 გ. გრაფიკიდან (ნახ. 28) ჩანს, რომ მრუდს პირველი ნიმუშისაგან განსხვავებით აქვს გამოსატული გადახრა ასიმპტოტური უბნისაკენ. მიუხედავად იმისა, რომ მოცემულ ნიმუშში საგრძნობლად არის გაზრდილი ტორსული ზედაპირის ფართობის შეფარდება ნიმუშის მასასთან (4,5), 4 კვირიანი ექსტრაქცია არ არის საკმარისი მთრიმლავი ნივთიერებების სრულად გამოსაყოფად.

დაახლოებით ანალოგიური სურათი იკვეთება მეოთხე ნიმუშის შემთხვევაში 3,2 მმ-იანი ჭრილებით. ამ ნიმუშისათვის კონცენტრაციული წონასწორობა შეადგენს

$$C_{წონ.} = \frac{G_{მყ.} \cdot c_{მნ}}{V_{თ.ფ.} + V_{მყ.}} = \frac{50,3 \cdot 0,06}{1 + 0,062} = 2,85 \text{ გ/დმ}^3.$$

ცხრილის 5 მონაცემებით, მოცემული ნიმუშიდან ოთხი კვირის განმავლობაში გამოიყო მხოლოდ 2,63 გ მთრიმლავი ნივთიერება, მაშინ როდესაც საწყის ნიმუშში აღნიშნული ნივთიერება შეადგენს 3,0 გ. ე.ი. ნიმუშში დარჩა 0,37 გ. გრაფიკიდან (ნახ. 30) ჩანს, რომ მრუდს აქვს გამოსატული გადახრა ასიმპტოტური უბნისაკენ. მიუხედავად იმისა, რომ მოცემულ ნიმუშში პირველ ნიმუშთან შედარებით გაზრდილია ტორსული ზედაპირის ფართობის შეფარდება ნიმუშის მასასთან (3,1), 4 კვირიანი ექსტრაქცია არ არის საკმარისი მთრიმლავი ნივთიერებების სრულად გამოსაყოფად. ამ შემთხვევაში აღსანიშნავია ის, რომ ჭრილების სიგანის 1,0-დან 3,2 მმ-დე გაზრდით, ერთიდაიგივე ზომების ნიმუშისათვის, მისი მასა დაახლოებით 23%-ით მცირდება, შესაბამისად მცირდება მიზნობრივი ნივთიერების რაოდენობაც, რაც

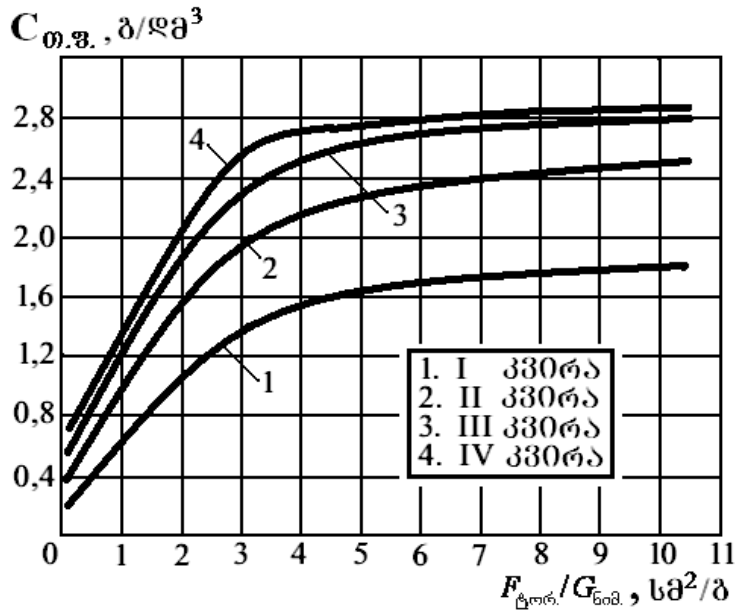
მეორე ნიმუშთან შედარებით აისახება ექსტრაქციით გამოყოფილი ნივთიერების რაოდენობაზე.

ცხრილიდან 5 და ნახ. 29-დან ჩანს, რომ ყველაზე კარგი შედეგი მივიღეთ მესამე ნიმუშის შემთხვევაში, რომლის ჭრილები შესრულებულია ლაზერული ჭრით 0,6 მმ სიგანით. კონცენტრაციული წონასწორობა ამ შემთხვევაში შეადგენს

$$C_{\text{წონ.}} = \frac{G_{\text{აფ.}} \cdot C_{\text{ან}}}{V_{\text{თ.ფ.}} + V_{\text{აფ.}}} = \frac{51,7,0,06}{1+0,064} = 2,92 \text{ გ/დმ}^3.$$

ცხრილის 5 მონაცემებით, მოცემული ნიმუშიდან ოთხი კვირის განმავლობაში გამოიყო ყველაზე მეტი 2,85 გ მთრიმლავი ნივთიერება, მაშინ როდესაც საწყის ნიმუშში აღნიშნული ნივთიერება შეადგენს 3,1 გ. ე.ი. ნიმუშში დარჩა ყველაზე მცირე 0,25 გ. გრაფიკიდან (ნახ. 29) ჩანს, რომ მრუდს აქვს მკვეთრად გამოხატული გადახრა ასიმპტოტური უბნისაკენ. მცირე ზომის ჭრილების გამო მოცემულ ნიმუშში (0,6 მმ) სხვა ნიმუშებთან შედარებით მკვეთრად არის გაზრდილი ტორსული ზედაპირის ფართობის შეფარდება ნიმუშის მასასთან (10,4), მაგრამ თანაბარი სიგრძის ნიმუშების შემთხვევაში ჭრილების ზომის შემცირება 0,6 მმ-მდე თანაბარი ბიჯის დროს იწვევს მათი რაოდენობის საგრძნობლად გაზრდას და ნიმუშის მასის შემცირებას დაახლოებით 20%-ით. მიუხედავად ამისა, მოცემული ნიმუშის 4 კვირიანი ექსტრაქცია იძლევა დამაკმაყოფილებელ შედეგს, თუმცა როგორც გრაფიკიდან ჩანს 1-2 კვირით პროცესის გახანგრძლივებით შედეგი უმნიშვნელოდ კიდევ გაუმჯობესდება. მთრიმლავი ნივთიერებების სრული ექსტრაქცია ბუნებრივია ვერ მოხდება, რადგან მყარ და თხევად ფაზებს შორის დამყარდება კონცენტრაციული წონასწორობა და პროცესი შეწყდება.

მერქნის ფიზიკიდან ცნობილია, რომ სითხის მოძრაობის სიჩქარე ბოჭკოების გასწვრივ 50-150-ჯერ უფრო დიდია, ვიდრე განივი მიმართულებით. აქედან გამომდინარე ექსტრაქციული ნივთიერებების გამოყოფა გაცილებით ინტენსიურია ტორსული ზედაპირებიდან. აღსანიშნავია, რომ მუხის კასრების ტკეხებს არ გააჩნიათ სითხესთან საკონტაქტო ტორსული ზედაპირები, აქ ექსტრაქცია ხდება მხოლოდ გვერდითი ზედაპირებიდან. ეს გარემოებაც ადასტურებს კასრებში მუხის ნამზადების შეტანის ეფექტურობას.



ნახ. 31. $F_{\text{ტორ.}}/G_{\text{წიბ.}}$ სმ²/გ სიდიდის გავლენა ექსტრაქციული პროცესის ინტენსივობაზე

მუხის ნამზადებში ტორსული ზედაპირების გაზრდა შესაძლებელია მხოლოდ განივი ჭრილების შესრულებით. მაგრამ განივი ჭრილების გაზრდა ერთდროულად იწვევს ნამზადის მასის და მასში არსებული სასარგებლო ნივთიერებების დანაკარგს, ამიტომ ძალზე მნიშვნელოვანია ამ ორი ფაქტორის ოპტიმიზაცია.

ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ $F_{\text{ტორ.}}/G_{\text{წიბ.}}$ სიდიდე 4 სმ²/გ დონეზე პრაქტიკულად აღწევს მაქსიმუმს (ნახ. 31, მრუდი 4).

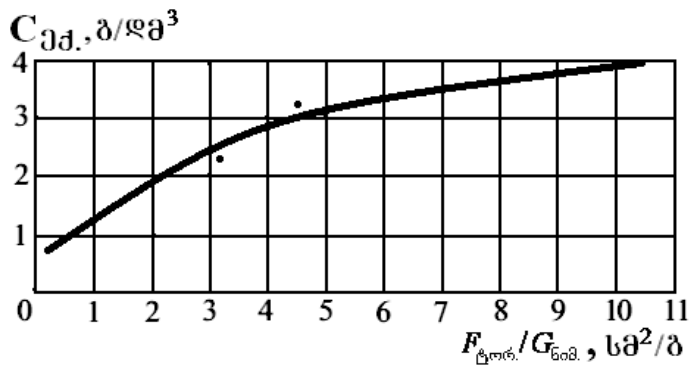
ნიმუშების ოთხკვირიანი ექსტრაქციის ბოლოს, მთრიმლავ ნაერთებთან ერთად განისაზღვრა სპირტში საერთო ექსტრაქტის დონე. შედეგები მოყვანილია ცხრილში 7.

ცხრილი 7

საერთო ექსტრაქტის გამოსავალი ნიმუშების მიხედვით

$F_{\text{ტორ.}}/G_{\text{წიბ.}}, \text{ სმ}^2/\text{გ}$	0,22	3,10	4,50	10,4
საერთო ექსტრაქტი	0,80	2,30	3,20	3,96
$C_{\text{ექ.}}, \text{ გ/დმ}^3$				

ნახ. 32-ზე წარმოდგენილია ცხრილი 7-ის გრაფიკული გამოსახულება.



ნახ. 32. საერთო ექსტრაქტის გამოსავლის დამოკიდებულება ნიმუშების $F_{\text{ტორ.}}/G_{\text{ნიმ.}}$ მაჩვენებელზე ოთხკვირიანი ექსტრაქციის დროს

მიღებული მონაცემები გვიჩვენებს, რომ საერთო ჯამური ექსტრაქტის გამოსავალი უმნიშვნელოდ აღემატება მთრიმლავი ნივთიერებების გამოსავალს. ეს აიხსნება იმით, რომ მუხის შემცველი სხვა ნივთიერებების გამოყოფისათვის ოთხკვირიანი ექსტრაქცია მცირე დროა, თუმცა დინამიკა მთრიმლავი ნივთიერებების ანალოგიურია.

ჩატარებულმა კვლევებმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა მუხის კასრებში საკონიაკე სპირტის დაძველების დროს მიმდინარე ექსტრაქციულ პროცესში სპირტის მერქანში შეღწევადობის სიდიდე, რაც მნიშვნელოვან როლს თამაშობს როგორც კასრების, ასევე მუხის ნამზადების ტექნოლოგიური რესურსის მაქსიმალურ გამოყენებაში.

ექსპერიმენტების დაწყებამდე და დამთავრების შემდეგ (4 კვირა) ხდებოდა ნიმუშების აწონვა. წონათა სხვაობა გვაძლევს ნიმუშების მიერ შთანთქმული თხევადი ფაზის მასას, რომელიც სითხის სიმკვრივის გათვალისწინებით გადაგვყავს მოცულობაში $W_{\text{თ.ფ.}}$. შედეგები მოყვანილია ცხრილში 8.

მერქნის სიღრმეში სპირტის შეღწევის სიდიდეს (x) ვსაზღვრავთ ფორმულით

$$[a^2 - (a - 2x)^2]h = W_{\text{თ.ფ.}},$$

სადაც a - ნიმუშის კვადრატული კვეთის გვერდის სიგრძეა;

h - ნიმუშის სიმაღლე.

მიღებული შედეგები (ცხრილი 9) შექმნის მივიღოთ საშუალო მიშენელობებად, რამდენადაც სითხის შეწოვა ნიმუშებში ხდება როგორც ტორსული, ასევე გვერდითი ზედაპირებიდან.

ცხრილი 8

ნიმუშების მასები ექსპერიმენტის დაწყებამდე და შემდეგ

საცდელი ნიმუშები	ნიმუშების მასა ექსპერიმენტის დაწყებამდე G_0 , გ	ნიმუშების მასა ექსპერიმენტის დამთავრების შემდეგ G_1 , გ	თხევადი ფაზის მასა $\Delta G = G_0 - G_1$, გ
მუხის საცდელი ნიმუში № 1	65,155	69,166	4,00
მუხის საცდელი ნიმუში № 2	62,402	92,965	30,57
მუხის საცდელი ნიმუში № 3	51,692	98,846	47,15
მუხის საცდელი ნიმუში № 4	50,333	84,824	34,50

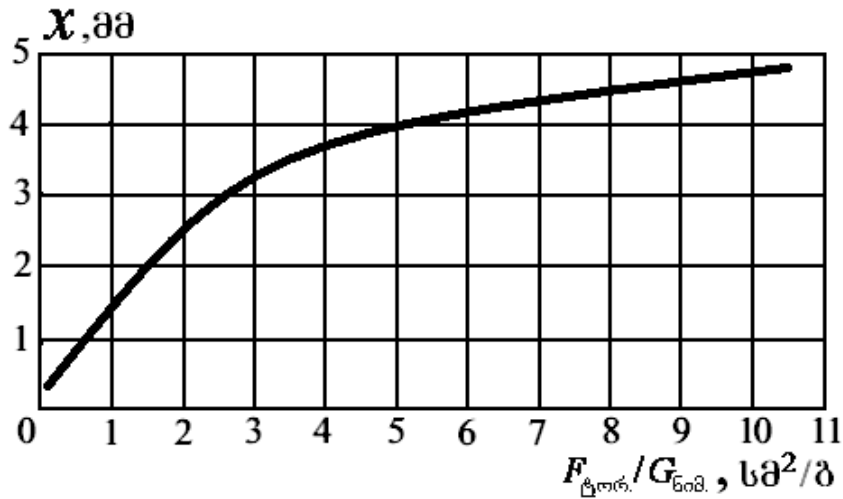
ცხრილი 9

მუხის ნიმუშებში სპირტის შეღწევის სიდიდე

ნიმუშის №	1	2	3	4
სპირტის შეღწევის სიდიდე x , მმ	0,34	2,9	4,8	3,3

აღსანიშნავია პირველ ნიმუშში სპირტის შეღწევის დაბალი დონე, რაც განპირობებულია იმით, რომ ამ ნიმუშში გვერდითი ზედაპირის ფართობი გაცილებით დიდია ტორსული ზედაპირების ფართობზე, მაშინ როდესაც სხვა ნიმუშებში გვაქვს საწინააღმდეგო სურათი.

ნახ. 33-ზე წარმოდგენილია $F_{\text{ტორ.}}/G_{\text{ნიმ.}}$ სმ²/გ სიდიდის გავლენის გრაფიკი მუხის ნიმუშებში სპირტის შეღწევის სიდიდეზე ოთხკვირიანი დაყოვნების შემდეგ. როგორც გრაფიკიდან ჩანს სპირტის შეღწევა მუხის მერქნის ნიმუშებში ინტენსიურია $F_{\text{ტორ.}}/G_{\text{ნიმ.}} = 5$ სმ²/გ სიდიდემდე. ამ სიდიდის შემდგომი ზრდა არსებითად არ ცვლის სპირტის შეღწევადობის სიდიდეს.



ნახ. 33. $F_{\text{სორ.}}/G_{\text{ნიმ.}}$ $\text{სმ}^2/\text{გ}$ სიდიდის გავლენა მუხის ნიმუშებში სპირტის შეღწევის სიდიდეზე ოთხკვირიანი დაყოვნების შემდეგ

2.6. მუხის საექსტრაქციო დეტალების სანედლეულო ბაზის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება

აღკოპოლური პროდუქციის თანამედროვე მსოფლიო ბაზარი, მათ შორის საქართველოც, ხასიათდება მუხის ხის ჭურჭელში დაძველებულ ღვინოსა და კონიაკზე სტაბილურად მაღალი მოთხოვნილებით. ასეთი ღვინის და კონიაკის პროდუქციის ხარისხის ფორმირების ძირითად ფაქტორს წარმოადგენს მათი გამდიდრება მუხის მერქანში არსებული სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერებების (ტანინები, ლიგნინი და სხვა) მეშვეობით მისი ხანგრძლივი შენახვის მთელ პერიოდში.

აღნიშნული მაღალხარისხიანი და ძვირადღირებული პროდუქციის წარმოებათვის ყურძნის ხარისხთან და მისი გადამუშავების ტექნოლოგიასთან ერთად, გადამწყვეტი ადგილი უკავია მუხის სათანადო ნედლეულის მოპოვებას და შემდგომ მუხის კასრების დამზადებას, რომლებსაც გარკვეული რესურსი გააჩნიათ და ექსპლოატაციის პერიოდში ხდება მათი გამოფიტვა. საკითხი უფრო მძიმდება, თუ გავითვალისწინებთ, რომ ზოგადად გამოსადეგი მუხის კორომები და მათი მარაგები ტერიტორიულად შეზღუდულია, რისი თვალნათელი მაგალითია საქართველო, სადაც მუხის კორომების ფართობი შეადგენს მთლიანი ფართობების 10,3% და მარაგი 5,5%, ხოლო მუხის ათეული სახეობიდან, კასრების დასამზადებლად მხოლოდ რამდენიმე შეიძლება იქნას გამოყენებული [13].

ბოლო წლებში გლობალურ სამომხმარებლო ბაზარზე მნიშვნელოვნად გაიზარდა მოთხოვნა ღვინის პროდუქციაზე, რომლებსაც ახასიათებთ მკვეთრად გამოხატული მუხის ხის მკაფიო ტონი, გემო და არომატი. ისეთ ქვეყნებში სადაც კარგად არის განვითარებული მეღვინეობა, როგორცაა საფრანგეთი, იტალია, ესპანეთი, ამერიკის შეერთებული შტატები და სხვ., წარმოებული ღვინის 40% მუხის კასრებშია დავარგებული. მსოფლიოში კი მხოლოდ ღვინის 5% ხვდება მუხის კასრებში. გასათვალისწინებელია, რომ მუხის კასრები ღვინის ინდუსტრიაში არ არის მხოლოდ ჭურჭელი ღვინის პროდუქციის შესანახად, არამედ იგი წარმოადგენს ექსტრაქციული ნივთიერების მნიშვნელოვან წყაროს, რომლებიც დადებითად მოქმედებენ ღვინოზე და კონიაკზე და ფაქტიურად განაპირობებენ პროდუქციის ხარისხს.

მიზეზები იმისა, რომ საქართველოში მუხის კასრებში არ ხდება ღვინის დავარგება, პირველ რიგში ეკონომიკური არაეფექტურობითაა გამოწვეული. ერთ-ერთი მიზეზია დავარგების პროცესის დიდი ხანგრძლივობა. ასევე აღსანიშნავია მუხის ხის კასრების ძალიან მცირე რაოდენობა და მოძველებული პარკი.

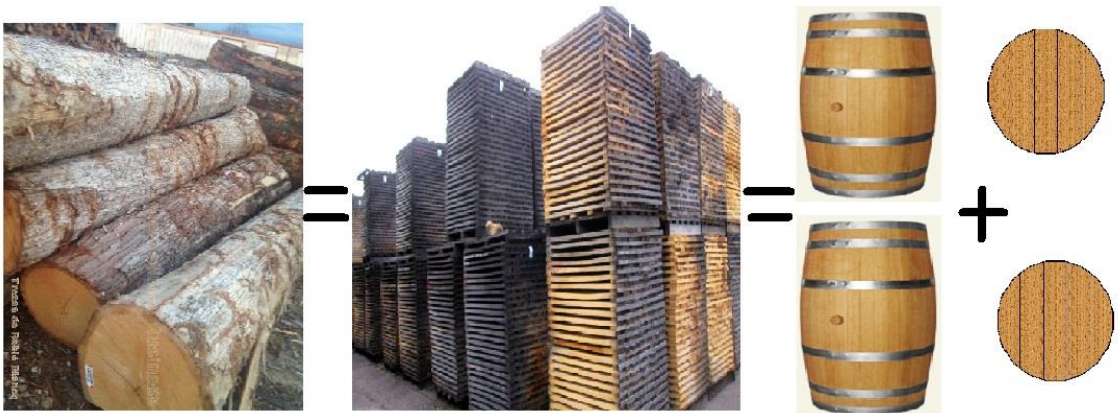
ამ მხრივ აქტუალური ხდება ახალი ტექნოლოგიების დამუშავება, რომელიც მოახდენს დაძველების და დავარგების პროცესების ინტენსიფიკაციას, ეფექტური მეთოდების გამოყენებით. ეს უზრუნველყოფს ღვინოპროდუქტებისა და კონიაკის ხარისხის გაზრდას და მათ კონკურენტუნარიანობას.

მსოფლიოში იზრდება მოთხოვნილება ღვინოზე და კონიაკზე. შესაბამისად იზრდება მოთხოვნილება მწარმოებლებში მუხის კასრებზე. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ მუხის კასრების დასამზადებლად გამოიყენება მუხის სამი ჯიში, ესენია: ორი ფრანგული სახეობის მუხა (*Quercus petraea*, *Quercus robur*) და ერთი ამერიკული მუხა (*Quercus alba*). სითხის ტევადობის და ხარისხის მიხედვით ფრანგული კასრების ფასები მერყეობს 850-3600 დოლარის ფარგლებში, ხოლო ალიერის და ტრონსკანის მიდამოებში დამზადებული მუხის კასრების ფასმა შეიძლება 4000 დოლარს გადააჭარბოს. ამერიკული მუხისგან დამზადებული კასრების ფასი აშშ-ში 300-500 დოლარამდე მერყეობს.

აღმოსავლეთ ევროპაში (უნგრეთი) დამზადებული მუხის კასრების ფასები მერყეობს 560-700 დოლარის ფარგლებში.

შექმნილი ვითარებიდან გამომდინარე მსოფლიოს თითქმის ყველა ალკოჰოლური პროდუქციის მწარმოებელ ქვეყანაში აქტიურად განიხილება 4 პრობლემა:

1. არსებული მუხნარი კორომების პროდუქტიულობის ამაღლების და მათი დაცვის ღონისძიებები;
2. მუხის სპეციალური სამრეწველო დანიშნულების პლანტაციების შექმნა, რაც თავის მხრივ დაკავშირებულია დროის ხანგრძლივ პერიოდთან (საშუალოდ 70 წელი);
3. მუხის ხის დამზადების და გადამუშავების შედეგად მიღებული მერქნის რაციონალური და ეფექტიანი გამოყენება, მუხის ხის კასრების დამზადების პროცესში;
4. ნარჩენებიდან საექსტრაქციო დეტალების წარმოების და გამოყენების გზით, მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის გახანგრძლივება.



ნახ. 34. მუხის მერქნიდან კასრების გამოსავლიანობის ილუსტრაცია:

1 მუხის მორისაგან გამოსავლიანობა შეადგენს 0,2 მ ტექნის საიდანაც შეიძლება დამზადდეს 225 ლიტრიანი 2 კასრი და კასრის ორი თავსახური (კასრის დამზადების ფრანგული მეთოდის შემთხვევაში).

ამჟამად მსოფლიოს წამყვან ქვეყნებში აქტიურად განიხილება და პრაქტიკულად ხორციელდება მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის გახანგრძლივებაში მუხის დეტალების გამოყენება, რომლის დამზადებაში შეიძლება გამოყენებული იქნას, როგორც ძირითადი მერქანი, ასევე მუხის კასრის ტექნების წარმოების პროცესში

წარმოქმნილი მუხის გადამუშავების ნარჩენები. მუხის ხის გადამუშავების ნარჩენების ტექნიკური ვარგისიანობის და საექსპლოატაციო თვისებების შესწავლას ჯერ-ჯერობით სათანადო ადგილი არ უკავია, ყოველ შემთხვევაში ამ მიმართულებით პუბლიკაციები ნაკლებად მოიპოვება. თუმცა მუხის დეტალების საექსპლოატაციო მოხმარების მასშტაბები ეროვნულ მეურნეობის დონეზე დაკავშირებულია შემდეგ ასპექტებთან:

- მუხნარი ტყის რესურსების ეკონომია, რომელიც მიიღწევა მუხის მერქნის დამზადების მოცულობების შემცირებით;

- მუხის და შესაბამისად მუხის გადამუშავების ნარჩენების გადასამუშავებელი საწარმოების გეოგრაფიული გადაადგილების გაფართოვება;

- დამზადებული მუხის მერქნის გამოყენების რენტაბელობის გაზრდა.

აღნიშნული ასპექტები დღის წესრიგში აყენებს მრავალ საკითხს, რომლებიც დაკავშირებულია მუხის ნარჩენების ნედლეულის სამრეწველო გამოყენების ეკონომიკურ მიზანშეწონილობაზე და შედეგობრივ შეფასებაზე, რომელიც მოითხოვს ორი რთული პრობლემის გადაწყვეტას:

1. მუხის ნარჩენების დეტალების გადამუშავების ოპტიმალური ტექნიკური პარამეტრების დადგენა, რაც ჩვენს შემთხვევაში თეორიულად განსაზღვრული და ცდების სახით პრაქტიკულად დამტკიცებულია.

2. მუხის გადამუშავების ნარჩენების დეტალების სამრეწველო გამოყენების მიმართულებების ეკონომიკური შეფასების მექანიზმის დამუშავება, რომელიც ამ კვლევის ძირითადი საკითხია და წარმოადგენს ხუთი კერძო პრობლემის ერთობლიობას:

- მუხის გადამუშავების ნარჩენების დეტალების სამრეწველო გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის კრიტერიუმების დადგენა;

- მუხის გადამუშავების ნარჩენების დეტალების შეგროვების, ტრანსპორტირების და მუხის საექსპლოატაციო დეტალების გადამუშავების ეკონომიკური შეფასება;

- საბოლოო პროდუქტების შეფასება;

- მუხის გადამუშავების ნარჩენების დეტალების როგორც სამრეწველო გადამუშავების ნედლეულის შეფასება;

- მუხის გადამუშავების ნარჩენების დეტალების გადამუშავების რაციონალური მიმართულების შერჩევა.

ანალიტიკურ ფორმაში ამა თუ იმ პროდუქციის წარმოების ეკონომიკური ეფექტიანობის კრიტერიუმები განისაზღვრება შემდეგი უტოლობით:

$$C_1 \leq C_2 \quad (19)$$

სადაც, C_1 - პროდუქტის წარმოებასთან დაკავშირებული სრული სამუშაოების კომპლექსზე ფაქტიურად დახარჯული შრომაა; C_2 - პროდუქციის წარმოებისათვის აუცილებელი დანახარჯებია.

უტოლობა (19) წარმოვადგინოთ შემდეგნაირად:

$$S + P \leq Z \quad (20)$$

სადაც, S - ერთეულ საბოლოო პროდუქტის წარმოებაზე ფაქტიური საშუალო დარგობრივი დანახარჯია, სამუშაოთა სრულ პროცესზე;

P - დამატებითი პროდუქტის რაოდენობაა, რომელიც იქმნება სამუშაოთა სრულ პროცესზე დაკავშირებული საბოლოო პროდუქტის წარმოებაზე;

Z - საბოლოო პროდუქტის ფასია.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ რიგ შემთხვევებში საბოლოო პროდუქტის შექმნის დროს წინსწრებით რამოდენიმე სამუშაო პროცესია, რის შედეგად იქმნება შუალედური პროდუქტები, ფორმულა (20) შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით:

$$N(nb + q + p + t) + Q + Pk \leq Z \quad (21)$$

სადაც N - ერთეულ საბოლოო პროდუქტის წარმოებაზე, დახარჯული შუალედური პროდუქტია;

b - ერთეული საწყისი ნედლეულის გადამუშავების ნარჩენების დეტალების ღირებულებაა;

n - საწყისი ნედლეულის დანახარჯია;

q, Q, P, k - შესაბამისად შუალედურ და საბოლოო პროდუქტის წარმოებაზე მოსული დანახარჯია;

p, Pk -შუალედურ და საბოლოო პროდუქტის წარმოებასა და

სამუშაოთა კომპლექსის დროს მიღებული მოგებაა;

t - სატრანსპორტო დანახარჯებია, შუალედური პროდუქტის

გადამუშავების პუნქტზე მიწოდებისათვის.

ფორმულით (21) აისახა ის შემთხვევა, როდესაც საბოლოო პროდუქტის წარმოებას წინ უძღოდა მხოლოდ ერთი შუალედური წარმოება, მაგრამ იმ შემთხვევაში თუ ორი ან მეტი შუალედური პროდუქტია მაშინ ფორმულა (21) რთულდება, თუმცა მისი ეკონომიკური არსი უცვლელი რჩება.

დავადგინოთ ფორმულა (21)-ის პარამეტრების მოძიების გზები და ამით შევაფასოთ ცალკეული საკითხების გადაწყვეტის სირთულე და ხასიათი, რომლებიც დაკავშირებული არიან მოცემული პროდუქტის წარმოების ეკონომიკური ეფექტიანობის შეფასებასთან. q და Q სიდიდეები წარმოადგენენ დანახარჯებს, დაკავშირებულს შესაბამისად შუალედური და საბოლოო პროდუქტის წარმოებასთან, იმის გათვალისწინებით, რომ პირველ შემთხვევაში გამოკლებულია ნედლეულის, ხოლო მეორე შემთხვევაში – შუალედური პროდუქტის ღირებულება.

ამა თუ იმ პროდუქტის წარმოების დანახარჯების სიდიდე, შეიძლება დადგინდეს თვითღირებულების კალკულაციით, დარგობრივი მეთოდების საფუძველზე. ამა თუ იმ საწარმოს ეფექტიანობის შეფასების საკითხის გადაწყვეტისათვის აუცილებელია დადგინდეს იქნას საწარმოთა დანახარჯების დამოკიდებულება სხვადასხვა ფაქტორთან, კერძოდ როგორცაა: წარმოების მასშტაბები, ტექნოლოგიური პროცესის სახეობა და ა.შ. ამგვარი დამოკიდებულებების დადგენა, დასაბუთებულია იმით, რომ ამა თუ იმ მიმართულების წარმოების ეფექტიანობის საკითხი შეუძლებელია გადაწყდეს ცალმხრივად, ყველა შემთხვევაში უნდა განისაზღვროს, მისი უზრუნველყოფელი ფაქტორები.

ანალოგიურად დგინდება სატრანსპორტო დანახარჯების სიდიდე t. კონკრეტული ამოცანების გადაწყვეტისას გამოყენებული უნდა იქნას გადაზიდვების ფაქტიური მანიძლები. t სიდიდის ვარირებამ შესაძლებელია, განაპირობოს აგრეთვე საბოლოო პროდუქტების

წარმოების ეფექტიანობის ცვლილება წარმოების გადაადგილებასთან დაკავშირებით (მიწოდებლები და მომხმარებლები). ხ სიდიდე, წარმოადგენს ნედლეულის საწყის ღირებულებას, რომელიც შეიძლება მიღებულ იქნას ანგარიშისათვის არსებულ შეფასებაში (პრეისკურანტის ფასებით) ან პრეისკურანტის ფასების არ არსებობის შემთხვევაში რიგი მოცემული მნიშვნელობიდან, რასაც საბოლოო ჯამში მრავალმნიშვნელოვანი ხასიათი აქვს, მოცემული პროდუქციის წარმოებისას, ნედლეულის გამოყენებისას. ე.ი საბოლოოდ განსაზღვრავს ნედლეულის ეკონომიკურ ხელმისაწვდომობის ზღვრებს.

პარამეტრები p და P_k წარმოადგენს საწარმოს მიერ შუალედური და საბოლოო პროდუქტების სამუშაოთა შესრულების მოგების შესაძლო სიდიდეებს.

სიდიდეები n და N არის ტექნიკურად დასაბუთებული ნედლეულის ხარჯვის ნორმები ან შუალედური პროდუქტი, რომლის დადგენა ხდება ტექნოლოგიური პროცესის ფაქტიური მდგომარეობიდან ან ექსპერიმენტულ მონაცემთა ბაზიდან.

როგორც სჩანს, არსებობს დასაბუთებული მეთოდები უტოლობის (21) მარცხენა ნაწილის პარამეტრების ციფრობრივი მაჩვენებლების დასადგენად. მთავარ კითხვად რჩება ამ ჯამური სიდიდეების ზღვრების დადგენა, ან ხარისხის განსაზღვრა, თუ რომელი საწარმოო დანახარჯებია აუცილებელი. პრაქტიკული პასუხი აღნიშნულ კითხვაზე შეიძლება მიღებულ იქნას საბოლოო პროდუქტზე ეკონომიკურად დასაბუთებული ფასების არსებობის (მოქმედების, ამოქმედების) შემთხვევაში. ამგვარი ფასი შეუძლებელია განისაზღვროს მხოლოდ წარმოებული პროდუქტის საშუალო დარგობრივი თვითღირებულებით (დანახარჯებით), მისი სარგებლიანობის და მასზე მოთხოვნის გარეშე, რაც სასაქონლო წარმოების პირობებში გამოვლინდება მოთხოვნა - მიწოდებაში.

პრაქტიკა დასაბუთებულად ამტკიცებს, რომ მერქნის პროდუქტების ფასები, გაანგარიშებული ემპირიული გზით მხოლოდ მიმდინარე დანახარჯებით, საფუძველშივე მცდარია, რამდენადაც ასეთი მეთოდით ფასწარმოქმნა იწვევს:

- ერთგვაროვან და ურთიერთშემცვლელ პროდუქციაზე ფასების უთანაბრობას;

- მომხმარებლებს აყენებს არათანაბარ მდგომარეობაში, მიჰყავს დანახარჯების გაუმართლებელ პარამეტრებამდე;

- ვერ უზრუნველყოფს სხვადასხვა პროდუქციის წარმოებას ისეთ პროპორციებამდე, რომელიც თანხვედრია მოთხოვნილების მაქსიმალური დაკმაყოფილების;

- არ იძლევა პასუხს წარმოების ამა თუ იმ ვარიანტის თაობაზე, რომლის ორგანიზაცია ეკონომიკურად მიზანშეწონილია;

- არ უზრუნველყოფს მერქნული რესურსების (ჩვენ შემთხვევაში მუხნარების) ყველაზე რაციონალური და კომპლექსური გამოყენების მიმართულებებს.

თანამედროვე ფასები მერქნულ პროდუქტებზე ნაკლებად ითვალისწინებენ მოთხოვნისა და მიწოდების არსებულ შეფარდებას, ანუ არ ითვალისწინებენ დეფიციტურობას და ხელს არ უწყობენ მის გადალახვას. მერქნიდან მიღებული პროდუქციის ფასებს, შედარებითი ეკონომიკური ეფექტიანობის გარეშე, არ ძალუძს ზემოქმედება მოახდინოს მოთხოვნა-მიწოდებაზე, წარმოების სტრუქტურის რაციონალიზაციაზე და მერქნული პროდუქციის მოხმარებაზე; ვერ უზრუნველყოფს მერქნული რესურსების კომპლექსური გამოყენების ამოცანის გადაწყვეტას. ჩვენი აზრით, ფასები საბოლოო პროდუქტზე, რომელშიც მონაწილეობს მერქანი, აუცილებელი შრომის დანახარჯების მიხედვით დადგენილი უნდა იქნას შემდეგი ფაქტორების გათვალისწინებით:

- პროდუქტის სარგებლიანობა;
- წარმოების დანახარჯები;
- მოთხოვნილება პროდუქტზე;
- პროდუქციის ურთიერთშემცვლადობა.

ფორმულა (21) არ შემოიფარგლება მხოლოდ საბოლოო პროდუქტის ეფექტიანობის დადგენის შესაძლებლობით. როგორც უკვე აღინიშნა, საბოლოო პროდუქტის წარმოებას წინ უძღვის რამოდენიმე საწარმოო სტადია (სამუშაოთა კომპლექსი), დამამთავრებელი შუალედური პროდუქციის წარმოებაში. ამიტომ, ეროვნული ეკონომიკის

ინტერესებიდან გამომდინარე აუცილებელია განისაზღვროს ამგვარი წარმოებების ორგანიზების ეკონომიკური მიზანშეწონილობის პირობები.

ამ პირობების დადგენა მიიღწევა მოყვანილი ფორმულა (21)-სთვის შემდეგი სახის მიცემით:

$$bh + q + p + t \leq (Z - Q - Pk) / N \quad (22)$$

უტოლობის მარჯვენა ნაწილი აღნიშნოთ a სიმბოლოთი, მაშინ მივიღებთ:

$$bh + q + p + t \leq a \quad (23)$$

გამოსახულება $(Z - Q - Pk) / N$ თავის მხრივ წარმოადგენს ზღვრულ ფასს შუალედურ პროდუქტზე (მაგალითად მუხის გადამუშავების ნარჩენები დეტალებად), რომელიც მთლიანობაში წარმოადგენს წარმოების ეფექტიანობის კრიტერიუმს. ფორმულა (23)-ის შემდგომი გარდაქმნით მივიღებთ საწყისი ნედლეულის (მაგალითად მუხის გადამუშავების ნარჩენები) ღირებულებით შეფასებას, გამომდინარე ეკონომიკური ეფექტიდან, რომელიც მიიღება მისი გამოყენების შედეგად:

$$b' = (a - q - p - t)n, \quad (24)$$

სადაც b' –ერთეული გადამუშავებული ნედლეულის (მაგალითად მუხის გადამუშავების ნარჩენების) ფულადი შეფასებაა (ზღვრული ფასი). აღნიშნული ზღვრული ფასი ხსნის პირობებს, რომლის შემთხვევაში უზრუნველყოფილი იქნება ნედლეულის გამოყენების ეფექტიანობა მოცემული საბოლოო პროდუქციის წარმოებაში.

რეკომენდებული მუხის დამზადებისა და მერქნის გადამუშავების ნარჩენების სამრეწველო გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის კრიტერიუმი საშუალებას იძლევა განვიხილოთ შემდეგი დებულებები:

1. დაბალი ხარისხის მუხის ნედლეულის და მუხის გადამუშავების ნარჩენების რესურსების ეკონომიკური ხელმისაწვდომობა. აღნიშნული სახის რესურსების სამრეწველო გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა მიიღწევა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა მათი წარმოების და ტრანსპორტირების ღირებულება ტოლი იქნება ან ნაკლები მის ზღვრულ ფასზე ($bh + q + p + t \leq a$). ნათელია თუ მათი (ან სხვა სახის

ნახევარფაბრიკატების) ზღვრული ფასი ტოლია ან მაღალია მის წარმოებაზე მოსალოდნელ ღირებულებაზე ($bh + q + p + t \leq a$) და აუცილებლობის შემთხვევაში გადამუშავების პუნქტამდე ტრანსპორტირების დანახარჯებზე (t), მაშინ აღნიშნული რესურსები, რომლებიც უნდა დაექვემდებაროს გადამუშავებას შეიძლება ჩაითვალოს ეკონომიკურად ხელსაყრელად, ხოლო თუ ზღვრული ფასი იქნება ნაკლები ამ მაჩვენებელზე, მაშინ ეს რესურსი ჩაითვლება ეკონომიკურად არახელსაყრელად.

2. კონკურენტულ პირობებში ან სხვადასხვა მიმართულებით დაბალი ხარისხის მუხის ნედლეულის და მუხის გადამუშავების ნარჩენების სამრეწველო გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა განისაზღვრება შემდეგი მექანიზმით. ყველა საბოლოო პროდუქტის წარმოებას (კონიაკი, ღვინო, და ა.შ.) ახასიათებს თავისი ზღვრული დასაშვები შეფასების სიდიდეები ერთეულ გადამუშავებულ ნედლეულზე. სხვადასხვა საბოლოო პროდუქტისათვის ზღვრულად დასაშვები შეფასება ერთი და იმავე ნედლეულიდან (მუხის ნარჩენებიდან) იქნება არაერთნაირი: მაღალი - ზოგიერთი წარმოებისათვის, დაბალი - მეორესათვის. ნედლეულის (მუხის ნარჩენების) გამოყენების მიმართულებით რომლებიც ხასიათდებიან მათი ზღვრული შეფასების მაღალი სიდიდეებით, შეიძლება ჩაითვალოს ყველაზე ხელსაყრელად ეკონომიკური თვალსაზრისით, რამდენადაც ამ შემთხვევაში ნედლეულის გადამუშავება საბოლოო პროდუქტის წარმოებისათვის უზრუნველყოფს მაღალ ეფექტს. პრაქტიკულად, ამ მიზნებისათვის აუცილებელია:

- დადგენილ იქნას მუხის მერქნის გადამუშავების და ნარჩენების გადამუშავების ტექნიკურად შესაძლებელი მიმართულებები;

- გადამუშავების ყოველი მიმართულებისათვის განისაზღვროს სამუშაოთა შესაძლებელი ზღვრები, რომელიც მთავრდება შუალედური პროდუქტის წარმოებით;

- მიეცეს ეკონომიკური შეფასება საბოლოო პროდუქტს იმ ფაქტორების გათვალისწინებით, როგორცაა მოხმარებითი ღირებულება, წარმოების დანახარჯები, მოთხოვნილება პროდუქტზე,

ურთიერშეცვლადობა და დაგენილ უნდა იქნას საბოლოო პროდუქტის ფასი;

- განისაზღვროს შრომის აუცილებელი დანახარჯები სამუშაოთა ზღვრების მიხედვით და გაანგარიშებულ იქნას შუალედური პროდუქტების ზღვრული ფასები;

- დადგენილ იქნას ზღვრული შეფასებები მუხის ხის გადამუშავების ნარჩენების და მათი სხვადასხვა მიმართულებით გამოყენების მიხედვით;

- მუხის ხის გადამუშავების და ნარჩენების ზღვრული შეფასების საშუალებით, ხარისხის გათვალისწინებით, გამოვლინდეს ეკონომიკური თვალსაზრისით მათი საბოლოო პროდუქტად გადამუშავებისას ყველაზე მიზანშეწონილი ხერხები.

ფორმულებში (22 და 23) გამოსახულებები ხსნიან საწარმოთა ეფექტიანობის და შუალედური პროდუქტის მოხმარების მომგებიანობის პირობებს, მაგრამ ისინი არ ითვალისწინებენ კაპიტალური დაბანდების ეკონომიით მისაღებ ეფექტს, რომელიც მიიღება მუხის ხის გადამუშავების და ნარჩენების ბაზაზე მერქნის დამზადებისას. აღნიშნული ეფექტის არსი განხილული იქნა წინამდებარე ტექსტში. ამჟამად საჭიროა ეფექტის მნიშვნელობა ასახულ იქნას მუხის ხის გადამუშავების და ნარჩენების გამოყენების ეფექტიანობის პირობების მათემატიკურ მოდელში.

დავუშვათ, რომ მივიღოთ 1000 მ^2 მუხის ზედაპირი, უნდა გადამუშავდეს $m \text{ მ}^3$ მუხის ნარჩენები. ამავე დროს მოხმარებაში 1000 მ^2 მუხის საექსტრაქციო დეტალები ცვლიან $x \text{ მ}^3$ დახერხილ ან $y \text{ მ}^3$ მრგვალ ხე-ტყეს. განვსაზღვროთ მოთხოვნილება კაპიტალურ დაბანდებაზე ორ ვარიანტად პროდუქციის ექვივალენტური რაოდენობის მიხედვით:

1. მუხის გადამუშავების და დამუშავების ნარჩენების გამოყენება საექსტრაქციო დეტალების წარმოებაში;

2. მუხის დახერხილი მასალის წარმოება.

კაპიტალურ დაბანდებაზე მოთხოვნილება პირველი ვარიანტის შემთხვევაში შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$K' = K_{\text{ბგ}} m + K_{\text{ბ}},$$

სადაც $K_{\text{ბგ}}$ და $K_{\text{ბ}}$ - შესაბამისად ხვედრითი კაპიტალური დაბანდებებია საექსტრაქციო დახერხილი ხე-ტყის წარმოებაში, სპირტიანი სასმელების წარმოებაში დაბანდების გათვალისწინებით.

მეორე ვარიანტისათვის კაპიტალური დაბანდებები იქნება:

$$K'' = K_{\text{ბ,დ.ა.მ}} y + K_{\text{დ.ა.მ}} x,$$

სადაც $K_{\text{ბ,დ.ა.მ}} y$ და $K_{\text{დ.ა.მ}} x$, შესაბამისად კაპიტალური დაბანდებებია მრგვალი მუხის დამზადებაში და დახერხილი ხე-ტყის წარმოებაში. ექვივალენტური რაოდენობის პროდუქციაზე კაპიტალური დაბანდებისას ეკონომია, გადაანგარიშებული 1 მ³ გამოყენებული მუხის დამზადების და გადამუშავების ნარჩენები შეადგენს

$$\Delta K_{\text{ბ,დ.ა.მ}} = (K'' - K') / m.$$

თუ კაპიტალურ დაბანდებისას სხვაობას $\Delta K_{\text{ბ,დ.ა.მ}}$ მოვიყვანოთ როგორც ეფექტიანობის ნორმატიულ კოეფიციენტს ექსპლუატაციური დანახარჯების მიმართ, მაშინ მივიღებთ ზღვრული ფასისათვის კორექტირებულ შესწორებას $E_{\text{ბ,დ.ა.მ}} \Delta K_{\text{ბ,დ.ა.მ}}$, სადაც $E_{\text{ბ,დ.ა.მ}}$ -სატყეო მრეწველობაში კაპიტალური დაბანდებისას ნორმატიული კოეფიციენტია. ზემოთ აღნიშნული ნიშნავს, რომ კაპიტალური დაბანდებისას ეკონომიით მიღებული ეფექტი ექვივალენტურია 1 მ³ მუხის გადამუშავების დეტალების ნარჩენების ზღვრული ფასის გაზრდის $E_{\text{ბ,დ.ა.მ}} \Delta K_{\text{ბ,დ.ა.მ}}$ სიდიდეზე, ან შეფასება $m E_{\text{ბ,დ.ა.მ}} \Delta K_{\text{ბ,დ.ა.მ}}$ სიდიდეზე - საბოლოო პროდუქტის (სპირტიანი სასმელები) ფასის გაზრდის.

მსჯელობის გათვალისწინებით, მუხის დამზადების და გადამუშავების ნარჩენების სამრეწველო გამოყენების ეფექტიანობის პირობებს ექნება შემდეგი სახე:

$$bn + q + p = t \leq a + E_{\text{ბ,დ.ა.მ}} \Delta K_{\text{ბ,დ.ა.მ}} \quad (25)$$

თუ მივიღებთ $bn + q + p + t = c$, მაშინ

$$c \leq a + E_{\text{ბ,დ.ა.მ}} \Delta K_{\text{ბ,დ.ა.მ}},$$

სადაც c - არის შუალედური პროდუქტის (მუხის საექსტრაქციო დეტალები) წარმოების და ტრანსპორტირების ღირებულება.

აღნიშნული ფორმულა მართებულია მუხის დამზადების და გადამუშავების ნარჩენების სამრეწველო გამოყენების შეფასებისას, იმ შემთხვევაში, როცა ეს რესურსები თავისუფალია, ანუ სხვა დარგში სამრეწველო მასშტაბით არ გამოიყენება. პრაქტიკულად, ამჟამად თავისუფალ რესურსებს შეიძლება მიეკუთვნოს მუხის დამზადების (არა საქართველოში) და დახერხის ნარჩენები, თუ ის გამოიტანება საყარ ტერიტორიაზე და არ ექვემდებარება ენერგეტიკულ საწვავად გამოყენებას და საშეშე მერქანი, რომელიც გამოზიდულია საბოლოო საწყობებამდე და ვერ ნახულობს გასაღებას, აგრეთვე ტყეში მოუჭრელად დატოვებული საშეშე ხეები. სხვა დიდი ნაწილი უმეტესად საშეშედ დამზადებული მუხის მერქანი, აგრეთვე მუხის ხერხვის და გადამუშავების ნარჩენები ამჟამად მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში გამოიყენება საწვავის სახით, რომლის რეალიზაცია ძირითადად ხდება მოსახლეობაზე ან თვით საწარმოები იყენებს მერქნის საშრობებში. მუხით მდიდარ და დამზადებას დაქვემდებარებულ ქვეყნებში მუხის დამზადების და გადამუშავების ნარჩენები გამოიყენება, როგორც თბური ენერჯის ნედლეული და რიგ შემთხვევებში მოსახლეობისათვის ამ სახის საწვავი მაღალი ეფექტიანობით ხასიათდება.

2.6.1. მუხის ნარჩენებიდან საექსტრაქციო დეტალების გამოყენების შედარებითი ეფექტიანობა

მუხის გადამუშავების და დამზადების ნარჩენების სხვადასხვა მიმართულებით ეფექტიანი გამოყენების შერჩევისა და დასაბუთებისათვის უნდა მოხდეს მუხის საექსტრაქციო დეტალების შესაძლებელი ღირებულების შედარება ზღვრულ ფასთან, რომელიც განსაზღვრულია მისი ეფექტიანი მოხმარების პირობებში. მუხის ნარჩენების სამრეწველო გამოყენების ის მიმართულებები ჩაითვლება ეფექტიანად, რომლებიც უზრუნველყოფენ დადებით სხვაობას მუხის საექსტრაქციო დეტალების ზღვრულ ფასსა და აბსოლუტურ სიდიდეს შორის. იმ შემთხვევაში, თუ სხვაობა ზღვრულ ფასსა და მისი წარმოების ღირებულებას შორის უარყოფითია, ამ რესურსის ათვისება ეკონომიკურად არამიზანშეწონილია: დადებითი სხვაობა მუხის ნარჩენების ზღვრულ ფასსა და წარმოებისათვის შესაძლო

ღირებულებას შორის, განსაზღვრავს ეფექტიანობის სიდიდეს, რომელიც უნდა იყოს მიმართული სატრანსპორტო დანახარჯების დასაფარავად, თუ არის მისი გადაზიდვის აუცილებლობა მუხის ნარჩენების მწარმოებელთა და მომხმარებელთა რენტაბელობის უზრუნველსაყოფად, რაც საბაზრო ურთიერთობების პირობებში მიიღწევა ნარჩენების დასაბუთებული ფასების არსებობით.

მათემატიკურად აღნიშნული გამოიხატება შემდეგნაირად:

$$a - c = e = C_{\delta} + \Delta\Pi_1 + \Delta\Pi_2, \quad (26)$$

სადაც, e - შესაძლო ეფექტის სიდიდეა;

C_{δ} - არის სატრანსპორტო ხარჯები, განსაზღვრება მუხის ნარჩენების გადატანის მანძილით;

$\Delta\Pi$ - მწარმოებლების მიერ მუხის ნარჩენების რეალიზებით მიღებული დამატებითი მოგება;

$\Delta\Pi_2$ - დამატებითი მოგება, რომელიც მიიღება სხვაობით მუხის ნარჩენების ზღვრულ ფასსა და ნარჩენების გადაზიდვის სატრანსპორტო ხარჯებით და განისაზღვრება ფორმულით:

$$\frac{a - c}{t} = 1,$$

სადაც t - არის 1 მკვირვი მ³ მუხის ნარჩენების ტრანსპორტირების ღირებულება 1კმ მანძილზე.

მუხის ნარჩენების ზღვრულად დასაშვებ მანძილზე გადაზიდვის სიდიდე განიხილება, როგორც მაჩვენებელი მისი ტრანსპორტაბელობის შესაფასებლად, ამავე დროს ეს მაჩვენებელი იქნება არაერთნაირი სხვადასხვა ხარისხის და მიმართულების მუხის გადამუშავების და დამზადების ნარჩენების გამოყენების შემთხვევაში.

ჩვენი საორიენტაციო ვარაუდით, მუხის საექსტრაქციო დეტალების დასამზადებლად კონიაკის წარმოებისათვის ყველაზე ეფექტიანი იქნება მუხის კასრების (ტკეჩის) დამზადების ნარჩენების და ტექნოლოგიური შეშის გამოყენება.

მუხის დამზადების პროცესში წარმოქმნილი ნარჩენების გამოყენება მუხის საექსტრაქციო დეტალების დასამზადებლად შეზღუდულია, როგორც ტექნოლოგიური, ასევე ეკონომიკური თვალსაზრისით, უპირველესად მათ შეგროვებაზე, პაკეტირებაზე და

გადასამუშავებლად გადაზიდვაზე მაღალი დანახარჯების გამო. ეს ნარჩენები შეიძლება მიჩნეული იქნას მიზანშეწონილად, იმ შემთხვევაში, როცა არ არის უფრო ხარისხიანი ნედლეულის თავისუფალი რესურსები.

2.6.2. მუხის კასრების ალტერნატივების გამოყენებისას მიღებული ეკონომიკური ეფექტი

ავსტრალიური საკონსულტაციო კომპანიის “Wine Network”-ის მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგად მიღებულ ცხრილში 10 მოცემულია 225 ლიტრიანი ამერიკული და ფრანგული კასრების შედარებითი ფასები ფრანგული და ამერიკული მუხისგან დამზადებული ალტერნატივებთან (ჩიფსებთან, ტკეჩებთან და მუხის კუბიკებთან).

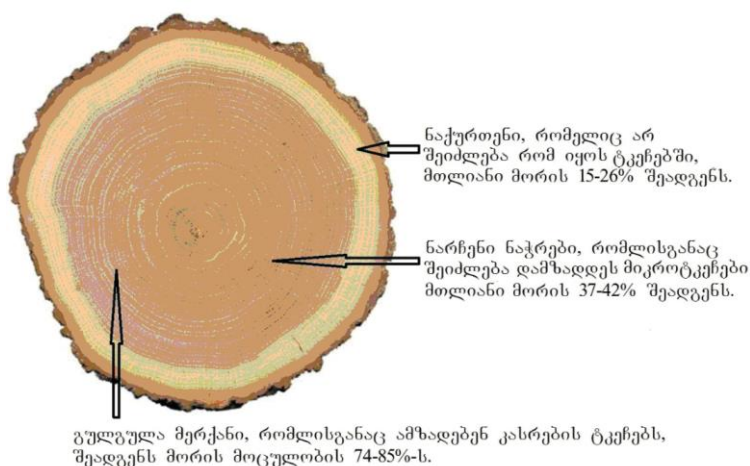
ცხრილი 10
კასრების და მუხისგან დამზადებული ალტერნატივების შედარებითი ფასები

დასახელება	ზედაპირის ფართობი, სმ ²	ერთეული პროდუქტის ფასი, \$	ფასი \$/სმ ²	ფასი \$/მუხის კასრის ექვივალენტი
კასრი (225ლ)				
ამერიკული	25000	750	\$0,03	\$750
ფრანგული	25000	1100	\$0,046	\$1100
ალტერნატივები				
მუხის ჩიფსები ამერიკული	-	8 (1 კგ)	-	\$8
მუხის ჩიფსები ფრანგული	-	14 (1 კგ)	-	\$14
მუხის ტკეჩები ამერიკული	1150	\$4	\$0,0035	\$88
მუხის ტკეჩები ფრანგული	1150	\$6	\$0,0052	\$130
მუხის ხის კუბიკები	6	\$0,06	\$0,01	\$250

ცხრილში 10 მოცემულია ამერიკული და ფრანგული 225 ლიტრიანი კასრის შიდა ზედაპირების ფართობი და იგი შეადგენს 25000 სმ² –ს. შესაბამისად 1 სმ² –ის ფასი შეადგენს \$0.03 (ამერიკულისათვის) და \$0.046 (ფრანგულისათვის). იმისათვის, რომ ჩიფსების ფართობი იყოს შესაბამისი (2500 სმ²), დაახლოებით საჭიროა ამერიკული მუხის

შემთხვევაში 8 კგ, ხოლო ფრანგულის შემთხვევაში - 14 კგ ჩიფსები. საბოლოოდ 225 ლიტრ პროდუქტზე დანახარჯი ამერიკული მუხის ჩიფსების შემთხვევაში \$8-ია, ხოლო ფრანგულის შემთხვევაში კი \$14. ცხრილში 10 ასევე მოცემულია მუხის ტკეჩების (ლარტყების) და კუბიკების ფასების შედარება კასრების ფასებთან. ამ ცხრილში ნათლად ჩანს რომ მუხის ხის ჩიფსები გაცილებით იაფია, სხვა დანარჩენ ალტერნატივებთან შედარებით.

დადგენილია, რომ ტკეჩის გამოსავლიანობა მორიდან, რომელიც საერთაშორისო ბაზარს შეესაბამება, შეადგენს 17-25%-ს, ხოლო მორალურად მოძველებული მთლიანი მორის 22-32%-ს შეადგენს, რაც ზრდის ნედლეულის ხარჯს კასრზე საშუალოდ 5%-ით.



ნახ. 35. მუხის ხის მორის გამოსავლიანობა კასრების დამზადებისას

ნახ. 35-ზე კარგად ჩანს თუ რა დაბალია გამოსავლიანობა მუხის მორებიდან კასრების დამზადებისას. სწორედ ეს ნათელი მაგალითი აჩვენებს თუ რა რაოდენობის მუხის ხის მერქნის გამოყენება შეიძლება ალტერნატივების დასამზადებლად. დღეს საერთაშორისო ბაზარზე ფრანგული მუხის 1 მ³ ტკეჩების ფასი 1000 \$-დან 4000 \$-მდეა. გამოსავლიანობა 1 მ³ მუხის მორისაგან შეადგენს 0,2 მ³ ტკეჩს, საიდანაც შეიძლება დამზადდეს 225 ლიტრიანი 2 კასრი და კასრის ორი თავსახური (კასრის დამზადების ფრანგული მეთოდის შემთხვევაში). გამოდის, რომ 1 მ³ მუხის ხის მორისაგან სავარაუდოდ რჩება 0,5-0,8 მ³ მუხის კასრების დამზადებისას წარმოშობილი ნარჩენი, რომლის ფასი სავარაუდოდ გაცილებით ნაკლებია ვიდრე ტკეჩებისა.

თუ ჩვენ ავიღებთ საგარაუდოდ ნარჩენის ფასს 300 \$, მაშინ იმისათვის, რომ მივიღოთ საგარაუდოდ 25000 სმ² ფართობი ლაზერული ტექნოლოგიით დამზადებული დეტალების შესაბამისი ფართობი, მაშინ საჭირო იქნება 225 ლიტრი პროდუქტისათვის 6 ცალი ძელაკის გამოყენება; 1 ცალი ძელაკის ტორსული ზედაპირების ფართობი იქნება 0,108 მ² ხოლო 6 ცალი ძელაკის კი 0,108 მ² X 6 ცალი=0,648 მ². ექვსი ცალი ძელაკის მოცულობა კი იქნება 0,00096 მ³. თუ მას გავამრავლებთ 300 \$-ზე, მივიღებთ რომ ექვსი ძელაკის ფასი იქნება 0,288 \$. 1 მ³ მუხის კასრების დამზადებისას წარმოშობილი ნარჩენებისაგან შეიძლება მივიღოთ დაახლოებით 1000 ცალი ძელაკი ზომებით 27X27X220 მმ. ამ ძელაკების ლაზერით მანქანური დამუშავების ფასი იქნება საშუალოდ 0,5 \$. ნამეტი (დამატებითი) ღირებულების გათვალისწინებით ერთი ცალი ლაზერით დამუშავებული ძელაკის ფასი იქნება 1,4 \$. შესაბამისად 6 ცალისა კი იქნება: 1,4 \$X6=8,4 \$.

ლაზერული ტექნოლოგიით დამზადებული საექსტრაქციო ნამზადების გამოყენებით 1 ლ პროდუქტზე მოსული დანახარჯები შეადგენს 8,4\$: 225ლ =0,03 \$/ლ. თუ მიღებულ შედეგებს შევადარებთ ცხრილში 10 მოყვანილ მონაცემებს, ვნახავთ, რომ ჩვენ მიერ თეორიულად გაანგარიშებული და შემდგომში პრაქტიკულად მიღებული შედეგების გაანალიზება გვაძლევს იმის თქმის საშუალებას, რომ ეგრეთწოდებული “ლაზერული დინამიური მუხის ძელაკები” (Laser Dynamic extraction oak) [პირობითი კომერციული სახელწოდება] თავისი ფასით უტოლდება ყველაზე იაფფასიან ალტერნატივებს - ჩიფსებს, მაგრამ სახეზე გვაქვს ახალი კომერციული პროდუქტი, რომელიც წინასწარი გათვლებით ბაზარზე იქნება კონკურენტუნარიანი. მარტო ერთი უპირატესობის მოყვანა შეიძლება მხოლოდ, რომ ამ შემთხვევაში ამოვარდნილია ძალიან ძვირადღირებული ტექნოლოგიური პროცესი – ფილტრაცია. როგორც ჩატარებული ცდების შედეგების ბოლოს ვნახეთ საკონიაკე სპირტი ერთვიანი ექსტრაქციის შემდეგ დარჩა აბსოლუტურად კამკამა.

3. დასკვნები

1. ლიტერატურული წყაროებიდან გამოიკვეთა მსოფლიოში მუხის ხის კასრების მაღალი ღირებულება და მერქნული რესურსების დეფიციტი, რაც გვეკარნახობს კასრების ტექნოლოგიური რესურსის ამაღლების ახალი ეფექტური მეთოდების ძიებას.
2. სხვადასხვა ეფექტური გეომეტრიული ფორმის მქონე მუხის ხის ახალი “ულუფის” შეტანით შესაძლებელია დამატებითი საექსტრაქციო ზედაპირების გაჩენა მუხის კასრების შიგა სივრცეში. თეორიული გათვლებით შესაძლებელია მუხის ხის კასრების “სიცოცხლის” მნიშვნელოვანი გახანგრძლივება, რაც უზრუნველყოფს მაღალ ეკონომიკურ ეფექტს.
3. გამოფიტული მუხის ხის კასრების ცნობილი ალტერნატიული საშუალებების კვლევამ გამოავლინა მათი უარყოფითი თვისებები, რაც აისახება მზა პროდუქტის ორგანოლეპტიკურ თვისებებსა და ხარისხზე.
4. გამოფიტული მუხის ხის კასრების ცნობილი ალტერნატიული მეთოდები გამოირჩევა როგორც დამზადების, ასევე საექსპლუატაციო სირთულეებით, რაც ზღუდავს მათ გამოყენებას.
5. შესწავლილი იქნა მუხის ხის კასრში მიმდინარე ექსტრაქციული პროცესის კინეტიკა და მიღებულია ექსპონენციალური განტოლება. თეორიული კვლევებით მიღებული მიზნობრივი ნივთიერების (მთრიმლავი ნივთიერებები) კონცენტრაციული წონასწორობა მყარ და თხევად ფაზებს შორის მყარდება დაახლოებით 80 დეკადის შემდეგ. სპირტის დაძველების ხანგრძლივობის შემდგომი გაზრდით მთრიმლავი ნივთიერებების ექსტრაქცია გრძელდება, მაგრამ გაცილებით ნაკლები ინტენსივობით.
6. საკონიაკე სპირტის დასაძველებელი მუხის კასრების ტექნოლოგიური რესურსის გაზრდის მიზნით შემუშავებულია მუხის ხის ნამზადების გეომეტრიული კონფიგურაციის ვარიანტები და მათი კასრში განთავსების ოპტიმალური სქემები.
7. დადგენილია საექსტრაქციო მუხის ხის დეტალების გეომეტრიული პარამეტრების ოპტიმალური მნიშვნელობები, რაც გულისხმობს

დეტალების მასისა და საკონტაქტო ზედაპირების ფართობების მაქსიმალური მნიშვნელობების მიღებას.

8. ჩატარებულია საექსტრაქციო სპირალური ზედაპირების ოპტიმიზაცია გეომეტრიული მოდელირების საფუძველზე. კომპიუტერული პროგრამა AutoCAD-ის გამოყენებით აგებული, გაანალიზებული და ოპტიმიზებულია სპირალური ბრუნვის ზედაპირი - ტურბოსომა, რომლის ნამზადს ფიქსირებული პარამეტრები გააჩნია და მიღებულია სითხეებთან საკონტაქტო ეფექტური ზედაპირი, ტექნოლოგიური შეზღუდვების გათვალისწინებით.

9. დამუშავებული და განალიზებულია მუხის მერქანში კაპილარული ძალებით სითხის მოძრაობის ფიზიკური მოდელი, რითაც თეორიულად განისაზღვრა კასრში ვერტიკალურად განთავსებულ მუხის ხის ნამზადებში სითხის ასვლის მაქსიმალური სიმაღლე და დადგინდა ნამზადების საფეხურების ოპტიმალური ზომები.

10. ექსპერიმენტული კვლევებით განისაზღვრა ნამზადებში სპირტის შეღწევის დამოკიდებულება ნიმუშების პარამეტრებზე. კერძოდ ოთხკვირიანი დაყოვნების შემდეგ მაქსიმალური ეფექტი აღინიშნა 0,6 მმ-იანი ჭრილების სიგანის ლაზერული ტექნოლოგიით დამუშავებული ნიმუშისთვის, რომლისთვისაც ტორსული ზედაპირის ფარდობა მასასთან შეადგენს $10,4 \text{ სმ}^2/\text{გ}$.

11. ექსპერიმენტული კვლევებისათვის დამზადდა და ლაბორატორიულ პირობებში გამოიცადა ნამზადების რამოდენიმე ვარიანტი, რომელთაგან საუკეთესო შედეგი იქნა მიღებული ლაზერული ტექნოლოგიით დამუშავებული 0,6 მმ-იანი ჭრილების ნიმუშით.

12. ექსპერიმენტული კვლევებით განისაზღვრა ნამზადების სპირტით ექსტრაქციის პროცესის ექსპონენციალური კონსტანტები, რომლებსაც დიდი მნიშვნელობა აქვს თეორიული კვლევებისათვის.

13. მაქსიმალური ეფექტი მიღებული იქნა 0,6 მმ-იანი ჭრილების სიგანის ლაზერული ტექნოლოგიით დამუშავებული ნიმუშით, რომლითაც მიზნობრივი ნივთიერების გამოსავალმა ოთხკვირიან პერიოდში შეადგინა 92%.

14. ექსპერიმენტული კვლევებით განისაზღვრა მუხის ნიმუშების ტორსული ზედაპირების და მასის ფარდობის ოპტიმალური

მნიშვნელობა, რომელმაც შეადგინა $5 \text{ სმ}^2/\text{გ}$. ამ სიდიდეს შეესაბამება სპირტის მერქანში შეღწევის მაქსიმალური სიღრმე.

15. დადგინდა მუხის საექსტრაქციო ნიმუშების პრაქტიკული გამოყენებისათვის საჭირო ხვედრითი დანახარჯები, რომლებმაც 1 ლ საკონიაკე სპირტის დასაძველებლად შეადგინა 0,03 აშშ დოლარი.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. გ. ბერძენიშვილი, მ. ხოშტარია. ავეჯის მოპირკეთების და გამოყვანის მეთოდოლოგია. თბილისი, 2013 - 146 გვ.
2. ა. ლაშვი, კონიაკის წარმოება. თბილისი: “განათლება”, 1967. - 506 გვ.
3. ა. სირბილაძე კონიაკის ტექნოლოგია. თბილისი: “საბჭოთა საქართველო”, 1974. - 209 გვ.
4. ვ.ხვედელიძე, ბ.ბუცხრიკიძე. მცენარეული ექსტრაქტების ტექნოლოგია. ქუთაისი: წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. 2011.- 155 გვ.
5. ვ.ხვედელიძე. ქიმიურ-ფარმაცევტული წარმოების პროცესები, ტექნოლოგია და აპარატები. – ქუთაისი: მეცნიერება, 2009. -110 გვ.
6. ზ.ჯაფარიძე, ნ.თომაძე. მცენარეული ნედლეულის ექსტრაქციის ჰიდროდინამიკური პროცესის ანალიზური კვლევა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. შრომათა კრებული. 2011, №3(481), 76-79 გვ.
7. ზ.ჯაფარიძე, ნ.თომაძე. მცენარეული ნედლეულის ექსტრაქციის კინეტიკური პროცესის კვლევა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. შრომათა კრებული. 2012, №2(484), 86-88 გვ.
8. ზ.ჯაფარიძე, ვ.ხვედელიძე, ნ.თომაძე. მცენარეული ნედლეულის ექსტრაქციის ბიო-ფიზიკური მექანიზმი. “გამოყენებითი ქიმიის პრობლემები” შრომათა კრებული. თბილისი, 2012, 211-214 გვ.
9. Аксельруд Г.А., Лысянский В.М. Экстрагирование (система твердое тело – жидкость). – Л.: Химия, 1974. – 256 с.
10. Джанполадян Л.М., Минджоян Е.Л.// Сб. Новые методы выдержки и непрерывная перегонка коньячных спиртов, 1961.-С.38.
11. Дружинский И.А., Сложные поверхности: Математическое обеспечение:Справочник.: Машиностроение, 1985. – 263 с.
12. Кавецкий Г.Д. , Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии.-2-ое изд.,перераб. и доп. – М.: Колос, 2000.-551 с.
13. Канделаки Е.Э. Проблемы промышленного освоения местных ресурсов-заменителей древесного сырья. Тбилиси: «Сабчота Сакарთველო», 1985, 291с.
14. Кикнадзе З., Лагидзе В. «Имитационное моделирование архитектурно-бионических форм на ЭВМ». Труды ТБИЛЗНИИЭП, 1984.

15. Кислухина О.В., Кюдулас И. Биотехнологические основы переработки растительного сырья. - Киев: Технология, 1997, -183 с.
16. Корниенко Т. С. Расчет процесса извлечения веществ из щепы дуба в колонном экстракторе с неподвижным слоем и рециркуляцией экстрагента. Воронезская государственная технологическая академия // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2005. - № 12. - С. 12 – 13.
17. Лебедев Ю.С., Архитектурная Бионика, Стройиздат, Москва, 1990.–269 с.
18. Луканин А.С., Байлук С.И., Сидоренко А.Н., Зражва С.Г. Истощение дубовой бочки с коньячным спиртом. -2011 с.10.
19. Мартиненко Я.Э. Технология коньяка. Симферополь. «Таврида», 2003. -320 с.
20. Нилов В.И., Скурихин И.М. Авторское свидетельство СССР №118026, 1958.
21. Нилов В.И., Скурихин И.М. Технология выдержки коньячных спиртов в эмалированных цистернах. – Изд. «Крым», 1964.
22. Оганесянц Л.А. Дуб и виноделие. Пищепромиздат, М., 1998, с. 182-197.
23. Оноприйко А.В., Оноприйко В.А. Коньячный спирт: получение, выдержка и использование в производстве бренди. Ставрополь: СевКавГТУ, 2002. -31с.
24. Петров А.П. Экономика промышленного использования низкосортной древесины и отходов. Москва: «Лесная промышленность», 1981, 72с.
25. Платонов И.Б. // Виноделие и виноградарство СССР. – 1964.-№1.-С.9.
26. Потапов А.Н., Коршиков Ю.А., Еремьев К.В., Горлов М.Д. Математическое описание процесса экстрагирования при различных топологиях движения материальных потоков. // Известия вузов. Пищевая технология. - 2005. - № 1. - С. 74 – 78.
27. Рыжова Н.В., Шутов В.В. Физика древесины. Кострома: изд-во КГТУ. 2009.-
28. Романков П. Г., Курочкина М. И. Экстрагирование из твердых материалов. - Ленинград: Химия, 1983. -211 с.
29. Скурихин И. М. Химия коньяка и бренди. - М: ДеЛи принт, 2005. - 296 с.
30. Скурихин И.М., Ефимов Б.Н.// Труды ВНИИВиВ «Магарач», Т.ХІІІ, 1964.- С.123.
31. Технологические инструкции по производству и контролю качества коньяков. Госкомитет по пищевой промышленности при Госплане СССР. 1965.
32. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. М.:

Лесная промышленность, 1986.- 365 с.

33. Шахназарян Ф.А., Саакян А.С., Геворкян А.С. и др. Многократное использование древесины дуба в производстве коньяка // Садоводство и виноградарство Молдавии.- 1986, #4. – с.34-35.4.

75с.

34. http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/molek/uchpos/text/m6_08.htm

35. Laser cutting & engraving wood. <http://www.troteclaser.com/enUS/Materials/Pages/Wood.aspx>

36. Antioxidant Capacity as Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content Maturity, and Variety of Vaccinium Species /R.L.Prior. Food Chemistry.-1998.- Vol.46, №47.- P.2686-2693.

37. Expression of Genes Involved in Anthocyanin Biosynthesis in Relation to Anthocyanin, Proanthocyanidin and Flavonol Level During Bilberry Fruit Development /L.Jaakola. Plant Physiology - 2002.- Vol.130, №2. –P.729-739.

38. Hakkinen S.N. Content of Flavonols and Selected Phenolic Acids in Strawberries and Vaccinium Species: Influence of Cultivar, Cultivation Site and Technique / Food Res.Intern.-2000.-Vol.33, №6. –P.517-524.

39. <http://nadalie.com/>

40. <http://100wines.net/alternativyi-dubovoy-bochki-v-vinodelii/>

დანართი

(ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები)



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელქტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

ჩვენი №: Our ref.:	102-043	თარიღი: Date:	27.04.2016
თქვენი №: Your ref.:		თარიღი: Date:	
შესახებ:	პასუხი განცხადებაზე		

მოქალაქე მამუკა ხოშტარის

ა.წ. 14 აპრილის განცხადების პასუხად გაცნობებთ, რომ თქვენს მიერ წარმოდგენილი საკონიაკე სპირტების 16 ნიმუშში მთრიმლავი ნივთიერებების მასური წილის განსაზღვრისას მიღებულია შემდეგი შედეგები:

#	საანალიზე ნიმუში	მთრიმლავი ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	გამოცდის მეთოდი
1.	სპირტი საკონიაკე #01	0.44	MBH MH 26672007
2.	სპირტი საკონიაკე #02	1.8	MBH MH 26672007
3.	სპირტი საკონიაკე #03	1.8	MBH MH 26672007
4.	სპირტი საკონიაკე #04	1.36	MBH MH 26672007
5.	სპირტი საკონიაკე #05	0.49	MBH MH 26672007
6.	სპირტი საკონიაკე #06	0.82	MBH MH 26672007
7.	სპირტი საკონიაკე #07	0.80	MBH MH 26672007
8.	სპირტი საკონიაკე #08	0.76	MBH MH 26672007
9.	სპირტი საკონიაკე #09	0.56	MBH MH 26672007
10.	სპირტი საკონიაკე #10	1.14	MBH MH 26672007
11.	სპირტი საკონიაკე #11	1.21	MBH MH 26672007
12.	სპირტი საკონიაკე #12	1.02	MBH MH 26672007
13.	სპირტი საკონიაკე #13	0.73	MBH MH 26672007
14.	სპირტი საკონიაკე #14	2.76	MBH MH 26672007
15.	სპირტი საკონიაკე #15	2.92	MBH MH 26672007
16.	სპირტი საკონიაკე #16	2.1	MBH MH 26672007

პატივისცემით,
ლაბორატორიის ხელმძღვანელი

 ზოიძე



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელქტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
 10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

გამოცდის ოქმი №304-07-010

11.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №1;
 ნიმუშის მიღების თარიღი – 04.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
 დამკვეთი, მისამართი – კ/ვ “მამუკა ზოშტარია” ქ. თბილისი;
 გამოცდის მიზანი –ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მარკენებლების დასახელება	მარკენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიშლავი ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	0,44	MBH MH 26672007

ლ.ბ. ხელმძღვანელი
 ბ.ა.



დ. ზოიძე
 გ. ზოიძე



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელქტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
 10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

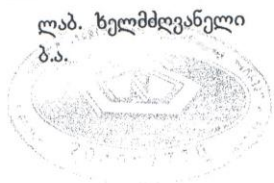
გამოცდის ოქმი №304-07-011

11.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №2;
 ნიმუშის მიღების თარიღი – 04.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
 დამკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ზოშტარია” ქ. თბილისი;
 გამოცდის მიზანი –ფიზიკო-ქიმიური მასსისათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მარკენებლების დასახელება	მარკენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიმლავე ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	1.8	MBH MH 26672007



დ.ზოიძე



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელქტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

გამოცდის ოქმი №304-07-012

11.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №3;
ნიმუშის მიღების თარიღი – 04.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
დამკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ზოშტარია” ქ. თბილისი;
გამოცდის მიზანი –ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მარკენებლების დასახელება	მარკენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიმლავე ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	1.8	MBH MH 26672007

ლაბ. ხელმძღვანელი
ბ.ა.



დ.ზოიძე



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელქტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

გამოცდის ოქმი №304-07-013

11.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №4;
ნიმუშის მიღების თარიღი – 04.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
დაკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ზოშტარია” ქ. თბილისი;
გამოცდის მიზანი –ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მარკენებლების დასახელება	მარკენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიმლავე ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	1.36	MBH MH 26672007

ლ.ა. ხელმძღვანელი
ბ.ა.



დ.ზოიძე
დ.ზოიძე



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელექტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

გამოცდის ოქმი №304-19-077

18.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №5;
ნიმუშის მიღების თარიღი – 11.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
დამკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ზოსტარია” ქ. თბილისი;
გამოცდის მიზანი –ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მარკენებლების დასახელება	მარკენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიმლავი ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	0.49	MBH MH 26672007

ლაბ. ხელმძღვანელი

ბ.ა.



დ.ზოიძე

დ.ზოიძე



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელქტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

გამოცდის ოქმი №304-19-078

18.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №6;
ნიმუშის მიღების თარიღი – 11.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
დამკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ზოშტარია” ქ. თბილისი;
გამოცდის მიზანი –ფიზიკო-ქიმიური მასსიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მაჩვენებლების დასახელება	მაჩვენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიმლავი ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	0.82	MBH MH 26672007

ლაბ. ხელმძღვანელი
ბ.ა.



დ. ზოიძე



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელქტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
 10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

გამოცდის ოქმი №304-19-079

18.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №7;
 ნიმუშის მიღების თარიღი – 11.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
 დამკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ზოშტარია” ქ. თბილისი;
 გამოცდის მიზანი –ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მაჩვენებლების დასახელება	მაჩვენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის შედეგები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიმლავე ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	0.80	MBH MH 26672007

ლ.ბ. ხელმძღვანელი
 ბ.ა.



დ.ზოიძე
(Handwritten signature)



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელქტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

გამოცდის ოქმი №304-19-080

18.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №8;
ნიმუშის მიღების თარიღი – 11.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
დამკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ზოშტარია” ქ. თბილისი;
გამოცდის მიზანი – ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მარკენებლების დასახელება	მარკენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიმლავე ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	0.76	MBH MH 26672007

ლაბ. ხელმძღვანელი
ბ.ა.



დ.ზოიძე

დ.ზოიძე



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელექტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
 10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

გამოცდის ოქმი №304-64-237

25.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №9;
 ნიმუშის მიღების თარიღი – 18.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
 დამკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ზოშტარია” ქ. თბილისი;
 გამოცდის მიზანი – ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მარკენებლების დასახელება	მარკენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიმლავი ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	0.56	MBH MH 26672007

ლ.ბ. ხელმძღვანელი



დ.ზოიძე

გამოცდის ოქმი №304-64-238

25.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №10;
 ნიმუშის მიღების თარიღი – 18.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
 დამკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ზოშტარია” ქ. თბილისი;
 გამოცდის მიზანი –ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მარკენებლების დასახელება	მარკენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტობრივი	
1. მთრიმლავი ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	1.14	MBH MH 26672007



დ.ზოდუ
დ.ზოდუ



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელექტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
 10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

გამოცდის ოქმი №304-64-239

25.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №11;
 ნიმუშის მიღების თარიღი – 18.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
 დამკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ზოშტარია” ქ. თბილისი;
 გამოცდის მიზანი –ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მარკენებლების დასახელება	მარკენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიმლაკი ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	1.21	MBH MH.26672007



დ.ზოიძე



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელქტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
 10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

გამოცდის ოქმი №304-64-240

25.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №12;
 ნიმუშის მიღების თარიღი – 18.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
 დამკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ხოშტარია” ქ. თბილისი;
 გამოცდის მიზანი –ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მარკენებლების დასახელება	მარკენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიმლავი ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	1.02	MBH MH 26672007

ლაბ. ხელმძღვანელი
 ბ.ა.



დ.ზოიძე
(Handwritten signature)



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელქტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
 10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

გამოცდის ოქმი №304-72-259

27.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №13;
 ნიმუშის მიღების თარიღი – 25.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
 დამკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ხოშტარია” ქ. თბილისი;
 გამოცდის მიზანი –ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მარევენბლების დასახელება	მარევენბლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიმლავე ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	0.73	MBH MH 26672007
2. ექატრაქტის მასური წილი, გ/დმ ³		0.80	გოსტ 14251-75

ლაბ. ხელმძღვანელი
 ბ.ა.

დ.ზოიძე





0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელექტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
 10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

გამოცდის ოქმი №304-72-260

27.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №14;
 ნიმუშის მიღების თარიღი – 25.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
 დამკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ზოშტარია” ქ. თბილისი;
 გამოცდის მიზანი –ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მაჩვენებლების დასახელება	მაჩვენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიმლავე ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	2.76	MBH MH.26672007
2. ექსტრაქტის მასური წილი, გ/დმ ³		3.2	გოსტ 14251-75

ლ.ბ. ხელმძღვანელი
 ბ.ა.



დ.ზოიძე
დ.ზოიძე



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელქტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

გამოცდის ოქმი №304-72-261

27.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №15;
ნიმუშის მიღების თარიღი – 25.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
დამკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ზოშტარია” ქ. თბილისი;
გამოცდის მიზანი –ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მარკენებლების დასახელება	მარკენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიმლავი ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	2.92	MBH MH 26672007
2. ექსტრაქტის მასური წილი, გ/დმ ³		3.96	გოსტ 14251-75



დ.ზოიძე
პ.ზოიძე



0179 თბილისი, ი. აბაშიძის ქ.10, ტელ.: 2667257, ელქტრონული ფოსტა: 97norma@gmail.com
10 I. Abashidze Str., 0179, Tbilisi, Georgia, Tel (995 32) 2667257, Email: 97norma@gmail.com

გამოცდის ოქმი №304-72-262

27.04.2016წ

ნიმუშის დასახელება – სპირტი საკონიაკე №15;
ნიმუშის მიღების თარიღი – 25.04.2016; წარმოდგენილი ნიმუში;
დამკვეთი, მისამართი – კ/პ “მამუკა ხოშტარია” ქ. თბილისი;
გამოცდის მიზანი –ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების განსაზღვრა;

გამოცდის შედეგები

გამოსაცდელი მარკენებლების დასახელება	მარკენებლების მნიშვნელობა		გამოცდის მეთოდები
	ნ.დ.-თი	ფაქტიური	
1. მთრიმლავე ნივთიერებების მასური წილი, გ/დმ ³	-	2.1	MBH MH 26672007
2. ექსტრაქტის მასური წილი, გ/დმ ³		2.3	გოსტ 14251-75



დ.ზოიძე