

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ლაშა მიროტაძე

არასამრეწველო დანიშნულების მერქნის მოდიფიცირებისა და
შრობის ტექნოლოგიის შემუშავება

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა - მანქანათმცოდნეობა, მანქანათმშენებლობა და
საწარმოო ტექნოლოგიური პროცესები. შიფრი 0408

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, 0175, საქართველო
ივლისი, 2015 წელი

საავტორო უფლება © 2015 წელი, მიროტაძე ლაშა
თბილისი
2015 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში
სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი
სატყეო-ტექნიკური დეპარტამენტი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

სატყეო ტექნიკური დეპარტამენტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც მიერ შესრულებულ სადოქტორო ნაშრომს დასახელებით: „არასამრეწველო დანიშნულების მერქნის მოდიფიცირებისა და შრობის ტექნოლოგიის შემუშავება“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის საგამოცდო კომისიაში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

ივლისი 2015 წელი

ხელმძღვანელი: ტ.მ.კ. ასოცირებული პროფესორი
მარინა ტეფნაძე

რეცენზენტები: ტ.მ.დ. სრული პროფესორი
ბორის ბოქლიშვილი
ტ.მ.კ. ნუგზარ მახარაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
2015 წელი

ავტორი: მიროტაძე ლაშა
დასახელება: „არასამრეწველო დანიშნულების მერქნის
მოდულიზაციისა და შრობის ტექნოლოგიის შემუშავება“
ფაკულტეტი: სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი
სატყეო ტექნიკური დეპარტამენტი
ხარისხი: დოქტორი
სხდომა ჩატარდა: ივლისი 2015 წ.

ინდივიდუალური პიროვნებებიან ინსტიტუტების მიერ
ზემოთმოყვანილი დასახელების ნაშრომის 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 გამოყენებული საავტორო
უფლებებით დაცული მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა
ის მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ
მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია
სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს
პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

საქართველოს ტერიტორიის 38.9% ტყითაა დაფარული და ქვეყნის რელიეფური სირთულიდან გამომდინარე მათი ფართობის 95%-ზე მეტი დაცვითი ფუნქციის მატარებელია. ქვეყანაში მერქანზე არსებული მაღალი მოთხოვნის გამო საგრძნობლად შემცირდა მერქნის არაერთი ისეთი ძვირფასი სსახეობა, როგორცაა წიფლის, წაბლის, მუხის, ნეკერჩხლის, რცხილასა და სხვა მაღალხარისხოვანი სამასალე ღირსების მქონე ტყეები.

სხვა სასარგებლო სიმდიდრეებისაგან განსხვავებით მერქანი მიეკუთვნება განახლებად ბუნებრივ რესურსს. მერქნული ნედლეულის ეს უდავო უპირატესობა სხვა წიაღისეული სიმდიდრეების მიმართ, განსაზღვრავს მის ფართო გამოყენებას მომავალშიც.

კოსტრუქციული მასალების ხარისხობრივი მაჩვენებლის დადგენის მიზნით ჩატარებულმა წინასწარმა კვლევებმა გვაჩვენა, რომ დღეს არსებული შესაძლებლობების სრული გამოყენებით შეიძლება მივაღწიოთ იაფფასიანი მერქნის სახეობების გამოყენების მაღალეფექტურობას.

იაფფასიანი მერქნის რაციონალური გამოყენების ამოცანის გადაწყვეტის ერთ-ერთ მიმართულებას წარმოადგენს მისი მოდიფიცირების (გაჟღენთვის) გზით ხარისხობრივი მაჩვენებლების გაუმჯობესება. შედეგად მიიღება ახალი კომპოზიციური მასალა, რომელშიც მერქნის ფოროვანი მასალის ბოჭკოები არმატურის ფუნქციას ასრულებენ, ხოლო გამჟღენთი ნივთიერებით შევსებული ფოროვანი სტრუქტურა იძენს სათანადო ღირსებებს: სიმაგრეს, სიმტკიცეს, სიმკვრივეს, ფორმამედევობას, ბიოლოგიურ და ქიმიურ მედეგობას. მას აღარ ახასიათებს ნატურალური მერქნის უარყოფითი თვისებები: შეშრობა და გაჯირჯვება, ფორმა-ზომა ცვალებადობა. ის აღარ იბრიცება, არ ღპება, რადგან მისი ზედაპირი უკუაგდება წყალს, ამის გამო შესაძლებელია ტენიანი და მაღალი ტემპერატურის გარემოში მათი ექსპლუატაცია.

ეს არის ეკოლოგიურად სუფთა, ნაკლებად აალებადი, კარგი თბოსაიზოლაციო და დიელექტრიკული თვისებების მქონე პროდუქტი, რომელიც ისევე, როგორც ხე, ექვემდებარება მჭრელი იარაღებით მექანიკურ დამუშავებას. გახეხვის შედეგად კი მისი ზედაპირი ხდება იდეალურად გლუვი, რომელზედაც შენარჩუნებულია ბუნებრივი მერქნის სილამაზე (ტექსტურა).

მისი გამოყენების მიმართულებებს მიეკუთვნება სააგარაკე და საბაღე ავეჯი, ქუჩის კიბეები, მოედნები, მაღალი ხარისხის პარკეტი, სამშენებლო კონსტრუქციის ელემენტები, გემისა და იახტების აღჭურვა და სხვა.

ეკონომიის მიღების მიზნით, დაბალხარისხოვანი მერქანი გაჟღენთვის შემდეგ ისევე გამოდგება ექსპლუატაციისათვის, როგორც გაუჟღენთავი მასალის საუკეთესო სახეობები. ვინაიდან მერქნის ცილა უფრო კარგად იჟღინთება, ვიდრე გული, გაჟღენთვისათვის გამოყენებული უნდა იქნეს მერქნის ცილოვანი სახეობები. რაც დაბალი ბუნებრივი მდგრადობის მქონე მერქნის სახეობების სამრეწველო გამოყენების კიდევ

ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია. ისეთი სახეობები, როგორცაა ცაცხვი, ვერხვი, ნეკერჩხალი, თხმელა, ტირიფი, ჭადარი, სოჭი და სხვა.

წინასწარ ჰიგროსკოპული ხსნარებით დამუშავებული მერქნის მდგომარეობამ მოითხოვა სპეციალური თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება, რაც განხორციელებულია შრობის ტექნოლოგიის შემოთავაზებული საწარმოო კვლევებით.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ფოთლოვანი სახეობის წინასწარ ქიმიური ხსნარებით დამუშავებული მერქნის სტრუქტურა; ჰიგროსკოპული ხსნარებით დამუშავებული მერქნის ტექნოლოგია; კონვექციური შრობის ტექნოლოგია და ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები.

კვლევის მეთოდები. თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარებისას გამოყენებული იყო შემდეგი მეთოდები: მერქნის სტრუქტურული ანალიზი, ექსპერიმენტის დაგეგვა, მოდელირება, მათემატიკური ანალიზი და პროცესების ოპტიმიზაცია.

ექსპერიმენტალური კვლევების საფუძველში დევს აქტიური ექსპერიმენტი, შესრულებული ლაბორატორიულ და საწარმოო პირობებში.

კვლევასა და სამეცნიერო პრაქტიკული ამოცანების ამოხსნას თან ახლდა საკვლევი ობიექტის პარამეტრების, სითბოსა და მასის ცვლის პროცესების რიცხვითი შეფასებები კონვექციური შრობის დროს.

სამეცნიერო სიახლე: დადგინდა მერქნის ანატომიური ელემენტების ტენგამტარობის უნარის გააქტიურება, მეცნიერულად დასაბუთდა მერქნის შრობის პროცესის ინტენსიფიცირების კონცეფცია; შემოთავაზებულია მერქნის ქიმიური დამუშავების ტექნოლოგია, რომელიც ააქტიურებს მერქნის ტენ- და და- წყალ გამტარობის უნარს. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის წყალგამტარობის მათემატიკური მოდელი; ექსპერიმენტალურად დადგინდა: სითბოგამტარობის კოეფიციენტის კუთრი სითბოტევადობა. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის თერმული წინააღმდეგობა, რომელიც განსხვავდება დაუმუშავებელი მერქნის წინააღმდეგობისგან. შემოთავაზებულია ტემპერატურული ველების თეორია არასტაციონარული სითბოცვლის დროს და ქიმიურად დამუშავებული მერქნის კონვექციური შრობის ხანგრძლივობის გაანგარიშების მეთოდიკა.

წარმოდგენილია წინასწარ ქიმიურად დამუშავებული მერქნის კონვექციური შრობის ტექნოლოგია, რომელიც გამოირჩევა მცირე ენერგეტიკული დანახარჯებით და და შრობის პროცესის მნიშვნელოვანი ემცირებით .

მნიშვნელობა თეორიისათვის. დადგინდა ქიმიური დამუშავების გავლენა მერქნის წყალგამტარობის უნარზე და მერქნის თბურ-ფიზიკურ თვისებებზე; ფიზიკური მოვლენების კანონზომიერებები კონვექციური შრობის დროს, რამაც საშუალება მოგვცა მიგველო რიცხოვრივი გაანგარიშებების მათემატიკური აპარატი, ტემპერატურული ველების განაწილებისა, შრობის ხანგრძლივობისა და ენერგოტევადობის შემცირების სამეცნიერო-თეორიული საფუძვლები მერქნის კონვექციური შრობის დროს.

მნიშვნელობა პრაქტიკისათვის. გამოყენებულია ძირითადი ტექნოლოგიური პარამეტრები წინასწარ ქიმიური ხსნარებით დამუშავებული მერქნისათვის, რამაც საშუალება მოგვცა მივაღწიოთ ტენგამტარობის კოეფიციენტის მაქსიმალურ სიდიდეს, და შესაბამისად შევამციროთ შემდგომი კონვექციური შრობის ხანგრძლივობა 1,5-3,0-ჯერ.

შემუშავებულია წინასწარ ქიმიური ხსნარებით დამუშავებული მერქნის კონვექციური შრობის ტექნოლოგია, რომელიც საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ არსებული საშრობი კამერები, რაც შეამცირებს პროცესის ენერგოტევადობას მერქნის კონვექციურ შრობაზე 1,2-2,1-ჯერ.

გამოვრიცხოთ მერქნის კამერული შრობის ტექნოლოგიაში ყველაზე ენერგოტევადი ტექნოლოლო გიური პროცები, როგრიცაა მასალის საწყისი გახურება და საბოლოო თბოტენდამუშავება.

გავაუმჯობესოთ გამრმშრალი მერქნის ხარისხი შრობის ნარჩენი შიგა ძაბვების, დეფორმაციებისა და ფორმამდეგობის სიდიდის ხარჯზე.

შრობა ეწოდება აორთქლების გზით მერქნიდან ტენის გამოდევნის პროცესს. შრობის პროცესი ხანგრძლივი და ერთ-ერთი ყველაზე ენერგოტევადი და ხანგრძლივი პროცესია ხის დამუშავების მთელ ტექნოლოგიურ პროცესში. მერქანს უნდა ჰქონდეს მცირე სითბოგამტარობა, ელექტრო გამტარობა და სხვა დადებითი თვისებები. ყველა ამ თვისებას მერქანი იძენს მხოლოდ შრობის ტექნოლოგიური პროცესის გავლის შემდეგ. შრობის მიზანი და მოთხოვნები გამოსაშრობი მერქნის ცალკეული თვისებების მიმართ განისაზღვრება მისი გამოყენების პირობებით.

თუმცა ნებისმიერ შემთხვევაში მერქნის შრობის მიზანს წარმოადგენს მისი გარდაქმნა ბუნებრივი ნედლეულიდან სამრეწველო მასალად მისი ფიზიკო-ტექნიკური, ტექნოლოგიური და სამომხმარებლბლო თვისებების ძირეული გარდაქმნით. შრობის შედეგად უნდა მივიღოთ გაკეთიშობილებული მასალა, უფრო ხარისხიანი და ღირებული, რომელიც უპასუხებს მის მიმართ წაყენებულ მაღალ მოთხოვნებს საწარმოო და საყოფაცხოვრებო პირობებში.

მერქნის დაბალტემპერატურული შრობის პროცესის გამოყენებისას უმჯობესდება მისი ტექნოლოგიური თვისებები დაბალ ტემპერაზე მიმდინარეობისას უმჯობესდება მისი ტექნოლოგიური თვისებები – სუფთად დახერხვა, დანაწევრება, გაშალაშინება, გახეხვა, მოპირკეთების ხარისხი და სხვა. მერქანში ტენის შემცირებასთან ერთად მერქანში მსუბდება და ხდება ხდება უფრო სითბოგამტარი. კვლევებით დადგინდა, რომ მერქნის მექანიკური სიმკვრივე მნიშვნელოვნად იზრდება 30%-ტენიანობიდან, მთელი ტენის გამოდევნამდე. დახერხილი მასალის შრობის ხარისხს ძალიან მაღალი მოთხოვნები წაყენება. რაც დამოკიდებულია დახერხილი მასალის გამოყენების დანიშნულებაზე.

მერქნის შრობა მაღალი სიხშირის დენების გამოყენებით მიმდინარეობს (ТВЧ და СВЧ). სველი მერქანი პრაქტიკულად შეიძლება ჩაითვალოს არასრულყოფილ ფენოვან დიელექტრიკად. წარმოადგენს რა რთულ მოლეკულიარულ კომპლექსს.

Abstract

The 38.9% of the Georgian territory is covered by forests and from the complexity of the relief, 95% of this area is protective function. The high demand for timber in the country has greatly reduced the number of valuable timber species, such as beech, chestnut, oak, maple, hornbeam and other high-quality timber dignity of forests.

Unlike other useful resources, timber belongs to renewable natural resources. It is an indisputable advantage over other fossil resources of raw timber, defines its wide use in the future.

Degree in order to establish constructive materials with preliminary studies have shown that by full use of the existing capacities can achieve high efficiency of the use of inexpensive wood species.

One of the directions of solving the problem of rational use of cheap wood for its modification (injection) through the improvement of the quality indicators. As a result, adopted a new composite material, in which the porous material of wood fibers act as reinforcement and the substance to be impregnated porous structure of gaining proper dignity: fortress of strength, elasticity, form resistant, biological and chemical resistance. It no longer has the negative qualities of natural wood: drying and swelling, shape-size variability. It no longer inclined, does not rot because its surface rejects water. For this reason, it is possible humid and high temperature environment of their exploitation.

It is an environmentally clean, less flammable, good thermal insulation and dielectric properties product, which is just like a tree, cutting tools are subject to mechanical treatment. As a result of brushing, the surface becomes perfectly smooth in which the natural beauty of wood (texture) is retained.

Its application areas include land and garden furniture, street stairs, squares, high-quality parquet, building construction elements, ships and yachts and other equipment.

Getting the economy, low-quality timber can be used for injection of the operation as well as the best species impregnated material. Since the timber is being filled more than the hearts of protein, impregnation of wood species need to use a protein. It is another important factor with low natural sustainability of timber species for industrial use. For example, some species such as lime, poplar, maple, alder, willow, plane-tree, fir and other.

Pre-processed timber condition with hygroscopic solutions demanded special theoretical and experimental studies, which is proven with proposed industrial drying technology researches.

The object of research is the deciduous species of pre-treated timber structure of chemical substances; Hygroscopic processed timber technology solutions; Convection drying technology and chemically treated wood physical and mechanical properties.

Research methods: during the theoretical and experimental studies were used the following methods: timber structural analysis, test planning, modeling, mathematical analysis and process optimization.

Experimental studies are based on active experiments, performed in laboratory and industrial conditions.

During the convection drying time, scientific research and practical problem solving was accompanied by a number of metabolic processes of heat and mass of the object parameter estimates.

Science News: determining moisture resistance of wood anatomical elements ability to activate revealed, which growth depends on the vitality of its process; Scientifically substantiated concept of biennial timber drying process; The proposed timber chemical processing technology, which activates the timber moisture and water permeability. The proposed mathematical model of chemically treated wood permeability; Experimental revealed: a heat coefficient, specific heat capacity, thermal resistance chemically treated wood, which is different from unprocessed timber. It is proposed theory of non-stationary temperature fields during heat switches and chemically treated wood convective drying methods to calculate the duration.

It is represented chemically pre-treated timber convection drying, which is marked by a lack of energy costs, drying duration and lack of defects.

Importance for theory: It is founded - Chemical processing and pulp capacity to influence tailrace thermal-physical properties; Physical phenomena regularities of convective drying time, which permitted to obtain numerical calculations of the mathematical apparatus, distribution of temperature fields, drying and energy efficiency to reduce the duration of the scientific-theoretical foundations of wood convective drying time.

Importance for practice: It is grounded the chemical solution-treated wood proved a major technological options, which has enabled us to achieve a ratio of the maximum amount of determining moisture resistance and therefore, to reduce the duration of the convection drying 1.5 – 3.0 times.

There is designed pre-processed timber convection drying technology with chemical solutions which allows us to use the drying chambers. It will reduce the energy intensity of the convective drying of wood 1.2-2.1 times.

Exclude energy-intensive technological processes in the timber drying chamber technology, such as material from the heating, the timber having pre-heating and the moist-thermal processing of technological processes.

Improve the quality of dried wood drying residual internal stresses, deformations and form stability at the expense of size.

Drying is called through evaporation of moisture from woody withdrawal process. The drying process is long and one of the most energy-capacious woods processing in the technological process.

Timber should have small heat conductivity, electrical conductivity and more. All these qualities of the wood drying process are obtained only after a while.

The purpose and requirements of drying wood determines by the individual characteristics of its use conditions but in any case, timber's drying purpose is conversion from natural raw industrial materials it's physical and technical, technological and consumer properties of a radical restructuring.

After the drying we should get ennobled material, more quality and valuable that meets the high demands of the industrial and domestic conditions of the restrictions.

During the drying process at low tempera to improve its technological features - clean sawing, view, plane with its sharp, brushing and other quality finishes. Reduction in timber with moisture, it becomes lighter and more heat-conducting. Research has found that mechanical pulp density of 30% moisture to grow significantly before driving out all the moisture up. Drying of sawn material is very high demands placed, depending on the purpose of the use of sawn material.

Timber drying using high-frequency currents (ТВЧ and СВЧ): Wet wood may be practically considered imperfect dielectric layer. Because it is difficult to identify the molecular complex of the electromagnetic field is treated like a polar (de polar) environment and non-polar molecule.

შინაარსი

შესავალი.....	16
1. ლიტერატურის მიმოხილვა.....	21
1.1. კვლევის მიზანი და ამოცანები.....	21
1.2. კვლევის მეთოდის შესაბამისობა მიზანსა და ამოცანებთან.....	27
1.3. კვლევის მოსალოდნელი შედეგები და მათი მნიშვნელობა მეცნიერების, ეკონომიკის და/ან სოციალური სფეროსათვის.....	28
1.4. დაბალი სამასალე ღირებულების მქონე მერქნის რაციონალური გამოყენება მრეწველობასა და ყოფა-ცხოვრებაში.....	35
1.5. პრობლემის აქტუალობა და კვლევის სიახლე.....	38
1.6. მერქნის შრობის სამრეწველო დანიშნულების შეფასება.....	45
1.7. სამეცნიერო კვლევების მეთოდები.....	51
მიზანი და ამოცანები.....	51
1.8. მერქნის გაჟღენთვის მეთოდების მიმოხილვა.....	53
1.9. მერქანში ტენის გადაადგილების ფიზიკური კანონზომიერებები.....	59
1.9.1. მერქნის სტრუქტურა.....	61
1.9.2. ფოთლოვანი სახეობების მერქნის წყალგამტარი სისტემა.....	64
1.9.3. სხვადასხვა სახეობების მერქნის წყალგამტარი სისტემის შედარებითი ანალიზი.....	67
დასკვნები ლიტერატურის მიმოხილვაზე.....	71
2. შედეგები და მათი განსჯა.....	73
2.1. ჰიგროსკოპული ხსნარით გაჟღენთილი მერქნის შრობის თეორიული საფუძვლები.....	73
2.2. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის შრობის პროცესის ფიზიკური მოვლენები.....	77
2.3. ქიმიურად დამუშავებულ მერქანში შეგა ფენებიდან ზედაპირისაკენ ტენის გადაადგილების პროცესის კვლევა.....	82
2.4. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენგამტარობის პროცესის კვლევა.....	85
2.5. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის თბურ პროცესებზე გავლენის კვლევა.....	88
2.6. ტემპერატურული ველების კვლევა ქიმიურად დამუშავებულ მერქანში არასტაციონალური სითბოცვლის დროს.....	95
2.7. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის სითბოტენგამტარობის გავლენა კონვექციური შრობის დროს და მისი ხარისხის ექსპერიმენტული კვლევა.....	99
2.8. მერქნის ქიმიური დამუშავების პროცესების გავლენა გაჟღენთვის სიღრმეზე.....	102
2.9. წინასწარი კვლევები.....	105
2.10. თბური დამუშავების გავლენა მერქნის წყალგამტარი ანატომიური ელემენტების სტრუქტურაზე.....	107
2.11. კვლევის ობიექტი და მეთოდები.....	108

2.12. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენგამტარობის პროცესის კვლევა.....	108
2.13. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენგამტარობის მათემატიკური მოდელი.....	117
2.14. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენგამტარობის ველების კვლევა არასტაციონალური სითბოცვლის პირობებში.....	118
2.15. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტემპერატურის ველების კვლევა არასტაციონალური სითბოცვლის დროს.....	123
2.16. მერქნის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა შრობის პროცესში.....	126
2.17. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ჰიგროსკოპულობისა და გაჯირჯვების პროცესის კვლევა.....	134
2.18. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის მექანიკური მახასიათებლების კვლევა.....	136
2.19. ნატრიუმის ქლორიდით გაჟღენთილი მერქნის სიმკვრივის განსაზღვრა.....	139
2.20. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ენერგოტევადობის პრაქტიკული მნიშვნელობა კონვექციური შრობის დროს	141
2.21. კონვექციური შრობის ხანგრძლივობის გაანგარიშება.....	148
2.22. ენერგოდანაკარგების და ეკონომიკური ეფექტურობის ბალანსი.....	146
2.23 ქიმიურად დამუშავებული მერქნის კონვექციური შრობის საფუძვლები.....	148
2.24. ქიმიური დამუშავება, როგორც მშრალი მერქნის ხარისხის გაუმჯობესების მეთოდი.....	151
3. დასკვნები განსჯაზე.....	153
ძირითადი დასკვნები.....	154
გამოყენებული ლიტერატურული წყაროები.....	157

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1.1. ზოგიერთი მერქნის სახეობების დაბრეცვისაკენ მიდრეკილება შრობის დროს.....	25
ცხრილი 1.2 მერქანში ჭურჭლების მოცულობა.....	58
ცხრილი 1.3. ტექნიკური მოდელი.....	58
ცხრილი 1.4. ზოგიერთი მერქნის ანატომიური ელემენტების შემადგენლობა.....	67
ცხრილი 1.5. ანატომიური ელემენტების შემადგენლობა ზოგიერთ ფოთლოვან სახეობაში.....	67
ცხრილი 2.1. ზოგიერთი ჰიგროსკოპიული ნივთიერებების ხსნარების ძირითადი მახასიათებლები.....	100
ცხრილი 2.2. NaCl ხსნადობა წყალში და გაჯერებული ხსნარის სიმკვრივე.....	101
ცხრილი 2.3. წინასწარი ცდების შედეგები.....	108
ცხრილი 2.4. ზოგიერთი სახეობის მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობები ქიმიურად დამუშავების ხანგრძლივობაზე და გარემოს ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით	113
ცხრილი 2.5. მუხის მერქნის გაჯირჯვებისა და კოეფიციენტის სიდიდის მნიშვნელობა.....	136
ცხრილი 2.6. ტემპერატურის ანგარიში.....	141
ცხრილი 2.7. მუხის მერქნის შრობის პროცესის ენერგოტევადობა.....	147

ნახაზების ნუსხა

ნახ. 1. ზზარების სახეები.....	24
ნახ. 2. შრობის ხარისხის განმსაზღვრელი ფაქტორები.....	26
ნახ. 3. ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრავენ შრობის ხარისხს.....	26
ნახ. 4. მერქნის თერმოგრადიენტული კოეფიციენტის დიაგრამა ბოჭკოების განივი მიმართულებით გ. ს. შუბინის მიხედვით.....	60
ნახ. 5. ფოთლოვანი სახეობის მერქნის მიკროსკოპული აღნაგობის სქემა.....	62
ნახ. 6. გასქელებული ფორი.....	63
ნახ. 7. ჭურჭლების სახეობები.....	64
ნახ. 8. ფოთლოვანი სახეობის მერქნის ფორების აღნაგობა.....	65
ნახ. 9. ჭურჭლები თილებით.....	66
ნახ. 10. დახერხილი მასალის განახერხის ხედი.....	70
ნახ. 11. მერქნის საშრობი კამერა.....	79
ნახ. 12. ორთქლის პარცეალური წნევის განაწილება ქიმიურად დამუშავებულ მერქანში.....	83
ნახ. 13. მერქნის ტენგამტარობის მრუდები რადიალური მიმართულებით ო. კრიშერის მიხედვით.....	87
ნახ. 14. მრუდების ხასიათის გამო ტემპერატურა თანმიმდევრობით ნაწილდება ბრტყელი სხეულის სითბოცვლის დროს ღრმა რეჟიმის პირობებში.....	90
ნახ. 15. მრუდების ხასიათი დახერხილი მასალების კონვექციური შრობის დროს.....	92
ნახ. 16. მერქნის ტემპერატურული მრუდების ხასიათი დახერხილი მასალების კონვექციური შრობის პირველ ეტაპზე.....	93
ნახ. 17. ტემპერატურული მრუდების ხასიათი დახერხილი ხე-ტყის კონვექციური შრობის მეორე ეტაპზე.....	93
ნახ. 18. წინასწარ ჰიგროსკოპული სითხით გაჟღენთილი მერქნის ზედაპირული ფენის საანგარიშო სქემა.....	96
ნახ. 19. ნიმუშების ზედაპირების დაბალი და მაღალი ტენშემცველობა ნატრიმქლორის ხსნარით გაჟღენთვის დროს.....	103
ნახ. 20. ტენგამტარობის საშუალო კოეფიციენტების საანგარიშო დიაგრამა ზოგიერთი მერქნის სახეობებისათვის ტანგენციალური მიმართულებით ქიმიური დამუშავების შემდეგ.....	112
ნახ. 21. ტენგამტარობის საშუალო კოეფიციენტების საანგარიშო დიაგრამა სხვადასხვა სახეობის მერქნის განივი მიმართულებით.....	113
ნახ. 22. ტენიანობის განაწილების ხასიათი ნიმუშების კვეთში გარემოს ტემპერატურაზე დამოკიდებულების მიხედვით.....	114
ნახ. 23. ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის ცვლილება 20°C.....	115
ნახ. 24. ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის ცვლილება 60°C.....	115
ნახ. 25. ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის ცვლილება 80°C.....	116

ნახ. 26. ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა სხვადასხვა ტემპერატურაზე.....	116
ნახ. 27. სექციების დანაწევრება ფენების ტენიანობის განსაზღვრისათვის.....	120
ნახ. 28. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენიანობის განაწილების მრუდები ნამზადების სისქეზე 50მმ კონვექციური შრობის პროცესში.....	122
ნახ. 29. ფიცრის დანაწევრების სქემა.....	123
ნახ. 30. თერმოწყვილების განლაგების სქემა.....	124
ნახ. 31. ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნის მრუდები შრობის აგენტის ბუნებრივი ცირკულაციით (სისქე 40 მმ).....	125
ნახ. 32. მერქნის ტენიანობის შეცვლის გრაფიკი ქიმიურად დაუმუშავებელი მერქნის კონვექციური შრობის პროცესში.....	128
ნახ. 33. მერქნის ტენიანობის შეცვლის გრაფიკი მერქნის ქიმიურად დამუშავების შემდეგ კონვექციური შრობის პროცესში.....	129
ნახ. 34. ტენიანობის ცვლილების გრაფიკი, ნარჩენი და სრული ძაბვები ქიმიურად დაუმუშავებელი მერქნის კონვექციური შრობის პროცესში (ზედაპირული ზონა).....	130
ნახ. 35. ტენიანობის ცვლილების გრაფიკი, ნარჩენი და სრული ძაბვები მერქნის ქიმიურად დამუშავების შემდეგ კონვექციური შრობის პროცესში (ზედაპირული ზონა).....	131
ნახ. 36. მუხის მერქანში ნარჩენი დეფორმაციების ეპიურა წინასწარ ქიმიურად დამუშავებული მერქნის კამერული შრობის შემდეგ.....	132
ნახ. 37. მუხის მერქნის ფიცრის ნარჩენი ძაბვების ეპიურა კამერული შრობის შემდეგ (ტენიანობა 6%).....	133
ნახ. 38. ნატრიუმ ქლორიდით გაჟღენთილი მერქნის ხვედრითი სითბოტევადობა.....	137
ნახ. 39. წიფლის მერქნის თერმული წინააღმდეგობა განივი მიმართულებით $t = 20^{\circ}\text{C}$	139
ნახ. 40. მერქნის ტემპერატურული მრუდები 0,5 მმ სიღრმეზე.....	142
ნახ. 41. $C\tau$ კოეფიციენტის დიაგრამა.....	144
ნახ. 42. წონასწორული ტენიანობის დიაგრამა.....	145
ნახ. 43. შრობის მრუდები.....	145
ნახ. 44. მერქნის კონვექციური შრობის მრუდების ხასიათი.....	149

მადლიერება

მადლობას ვუხდით ჩემს პედაგოგს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ასოცირებულ პროფესორს, ქალბატონ მარინა ტეფნაძეს, იმ დიდი ღვაწლისათვის და თანადგომისათვის, რაც მან სამეცნიერო ხელმძღვანელის რანგში გასწია წინამდებარე ნაშრომის მომზადებისათვის.

მადლობას ვუხდით ასევე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის სატყეო ტექნიკური დეპარტამენტის პროფესორ - მასწავლებლებს, ჩემი, როგორც სპეციალისტის ჩამოყალიბებისათვის.

შესავალი

პრობლემის აქტუალობა. მერქანი ფართო გამყენებას პოულობს მრეწველობის მრავალ დარგში. ამჟამად დიდი მოთხოვნილებაა მაღალხარისხიან მშრალ მერქანზე, განსაკუთრებით მაგარმერქნიან ძვირფას სახეობებზე.

კონკურენტუნარიანი მერქნის დამზადება შეუძლებელია ხარისხიანი შრომის პროცესის გარეშე. შრომის მიზანი და მოთხოვნები მისი ცალკეული თვისებების მიმართ განისაზღვრება მშრალი მერქნის გამოყენების პირობებით. თუმცა ნებისმიერ შემთხვევაში მერქნის შრომის მიზანს წარმოადგენს მისი გარდაქმნა ბუნებრივი ნედლეულიდან სამრეწველო მასალად მისი ფიზიკო-ტექნიკური, ტექნოლოგიური და სამომხმარებლურებლო თვისებების ძირეული გარდაქმნით. შრომის შედეგად უნდა მივიღოთ გაკეთილშობილებული მასალა, უფრო ხარისხიანი და ღირებული, რომელიც უპასუხებს მის მიმართ წაყენებულ მაღალ მოთხოვნებს საწარმოო და საყოფაცხოვრებო პირობებში.

საქართველოს ტერიტორიის 38.9% ტყითაა დაფარული და ქვეყნის რელიეფური სირთულიდან გამომდინარე მათი ფართობის 95%-ზე მეტი დაცვითი ფუნქციის მატარებელია.

არსებული დღევანდელი მაღალი მოთხოვნის გამო საგრძნობლად შემცირდა ისეთი ძვირფასი სახეობების ტყეები, როგორცაა: წიფელი, წაბლი, მუხა, ნეკერჩხალი, რცხილა და სხვა მაღალი სამასალე ღირსების მქონე სახეობები.

მერქანი, როგორც კონსტრუქციული მასალა, ყოველთვის იმსახურებდა განსაკუთრებულ ყურადღებას. ცოცხალი ბუნების ამ პროდუქტის მრავალმხრივი გამოყენება აიხსნება მასში მრავალი ძვირფასი თვისების იშვიათი შერწყმით. ის წარმოადგენს მტკიცე და ამავდროულად მსუბუქ მასალას. აქვს კარგი თბოსაიზოლაციო თვისებები, უძლებს დარტყმით დატვირთვებს, ახშობს ვიბრაციას.

სხვა სასარგებლო სიმდიდრეებისაგან განსხვავებით მერქანი მიეკუთვნება განახლებად ბუნებრივ რესურსს. მერქნული ნედლეულის ეს უდავო უპირატესობა სხვა წიაღისეულ სიმდიდრეებთან შედარებით განსაზღვრავს მის ფართო გამოყენებას მომავალში.

გარდა ამისა, პრაქტიკამ აჩვენა, რომ მშენებლობაში მერქნის გამოყენება უფრო ხელსაყრელი და ეკონომიურია, ვიდრე ფოლადის, ბეტონის, აგურის, ქვისა და სხვა მასალებისა.

მერქანში ანტისეპტიკების და ანტიპირენების შეყვანა, ასევე მისი პლასტიფიცირება და დაწნევა, საშუალებას იძლევა გაუმჯობესდეს ნატურალური მერქნის თვისებები და მივიღოთ მაღალი სიმტკიცის, ცვეთამდედგობისა და ფორმამდედგობის ბიო-და ცეცხლგამძლე მასალები, ანტიფრიქციული და სხვა აუცილებელი ტექნოლოგიური და საექსპლოატაციო თვისებებით, რაც მერქნის რაციონალური გამოყენების საშუალებას იძლევა.

მერქნის ანტისეპტირებული დაცვის ძირითადი მიზანია მასალის გამოყენების ვადის გახანგრძლივება, რის შედეგადაც მცირდება პროდუქციის საბოლოო ღირებულება და ნაგებობის რემონტის სიხშირე. გაჟღენთილი მერქანი განიხილება როგორც ერთ-ერთი ყველაზე მდგრადი კონსტრუქციული მასალა, რომელიც გაუჟღენთავი მერქნის 2-წლიან საექსპლოატაციო ვადასთან შედარებით მუშაობს 20 წელზე მეტხანს.

მერქნის ძვირფასი სახეობების დაზოგვისა და ეკონომიის მიზნით მიზანშეწონილია შედარებით დაბალხარისხოვანი მერქნის გამოყენება, რომელიც გაჟღენთვის შემდეგ ისევე გამოდგება ექსპლოატაციისათვის, როგორც გაუჟღენთავი მაგარი სახეობის მერქანი. ეს კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია დაბალი ბუნებრივი მდგრადობის მქონე მერქნის ისეთი სახეობების სამრეწველო გამოყენებისა, როგორცაა ცაცხვი, ვერხვი, თხმელა, ტირიფი, არყის ხე, სოჭი და სხვა.

ასეთი სახეობის ანტისეპტიკური გაჟღენთვა არა მარტო ზრდის კონსტრუქციული მიზნებისათვის გამოყენებადი მერქნის მოცულობას,

არამედ გაჟღენთვის წყალობით შესაძლებელი ხდება იაფფასიანი მერქნის გასაღების ბაზრის პოვნაც. ასეთი მიდგომით შეიძლება ასევე ტყეში ზოგიერთი იაფფასიანი სახეობების თანდათანობით გამოხშირვა, რაც უზრუნველყოფს ტყეში ძვირფასმერქნიანი სახეობების ზრდისათვის ხელსაყრელი პირობების გააუმჯობესებას.

გამორიცხული არ არის ტყის გამოხშირვითი ჭრების შედეგად მიღებული მცირე დიამეტრიანი ხე-ტყის რეალიზაციაც, რითაც მომხმარებელს მერქნის გამოყენების უფრო ფართო არჩევანის საშუალება მიეცემა.

სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით, დამზადებული მერქნის 20% დამპალი მერქნის გამოცვლაზე იხარჯება.

მერქნის ექსპლუატაციისას ლპობით გამოწვეული ფულადი დანაკარგი განისაზღვრება არა მარტო მასალის ღირებულებით, არამედ მის გამოცვლასთან დაკავშირებული შრომის ანაზღაურებაზე გაღებული ხარჯებით და სხვა დანახარჯებით, რომელიც დიდ ფარგლებში მერყეობს და ხშირად თვით მერქნის ღირებულებაზე მაღალია.

მერქნის გაჟღენთვით მოდიფიცირება საშუალებას გვაძლევს ამაღლდეს არა მარტო მისი ფიზიკო-მექანიკური თვისებები, არამედ უზრუნველყოს მერქნის საიმედო დაცვა ლპობისაგან, დახეთქვისაგან, გაჯირჯვებისა და ქიმიურად აგრესიული საშუალებებისაგან.

სოფლის მეურნეობაში მნიშვნელოვანი ეკონომია მიიღწევა მაშინ, როდესაც მეცხოველეობისა და მეფრინველეობის ფერმერულ მეურნეობებში და სხვა ობიექტებზე იატაკების, ჭერის, ფანჯრის რაფების, საკვებურების, კოჭების, ხის ღობეების და მათი ბოძების, ვენახის საყრდენი სარებისა და ჭიგოების, ბოსტნეულისა და ხეხილის გადასატანი ყუთების (ტარა) დამზადება მოდიფიცირებული მერქნისაგან მოხდება. ასევე სოფლის მეურნეობის ინვენტარის - თოხის, ბარის, ფოცხის და სხვა მსგავსი ინვენტარის ტარის დასამზადებლად იაფფასიანი მერქნის შოლტებიდან ჩამოჭრილი ტოტები იქნება გამოყენებული.

ცხოველთა დაავადებების წინააღმდეგ ზოოჰიგიენური პირობების დაცვა ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტია ვეტ-სანიტარული ღონისძიებების გატარების საქმეში. იგი მნიშვნელოვანია, როგორც ეპიდემიოლოგიური, ასევე ეპიზოოტოლოგიური თვალსაზრისით. ამიტომ ცხოველთა მოვლა-პატრონობასა და მათ შესაბამის ჰიგიენურ პირობებში შენახვას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება. ასევე მნიშვნელოვანია ცხოველთა სადგომებში ზოოჰიგიენური პირობების გაუმჯობესებისათვის მეცხოველეობის ფერმერულ მეურნეობებში ხანგამძლე მასალისგან იატაკების მოწყობა.

ისტორიულად ასეთ ფერმებში იატაკებს იმ ძვირფასმერქნიანი სახეობებისგან აგებდნენ, რომელთათვისაც დამახასიათებელია დაბალი თბოგამტარობა და აგრესიულ გარემოში საკმაოდ მაღალი მედეგობა. აღნიშნული ხის სახეობის მწვავე დეფიციტის გამო, მეცხოველეობის ფერმერულ მეურნეობებში ხის იატაკებს პრაქტიკულად აღარ იყენებენ, არამედ მათ აგებენ ბეტონის, აგურისა და სხვა კერამიკული მასალისაგან, რომლებიც ცივი, მკვრივი და უხეშია. ასეთ იატაკებს აქვთ მაღალი თბოგამტარობა და საჭიროებს ზემოდან საფენის სახით ნამჯის ან ნახერხის დაფენას, რაც მოითხოვს საფენების ფარდულის ქვეშ შენახვას, ხოლო იატაკზე დაფენის შემდეგ მის ყოველდღიურ შეცვლას, რადგან ის ბინძურდება ცხოველების გამონაყოფით. ეს კი უარყოფით გავლენას ახდენს ცხოველთა ჯანმრთელობის საერთო მდგომარეობაზე, მცირდება პროდუქტიულობა (წველადობა და ნამატის წონა), იზრდება გაწეული შრომის ხარჯები, შესაბამისად, პროდუქციის თვითღირებულებაც.

მეცხოველეობის ფერმებში იატაკების ალტერნატიულ მასალად ანტისეპტიკებით გაჟღენთილი იაფასიანი მერქნის გამოყენება მნიშვნელოვნად ამცირებს მომსახურე პერსონალის ზედმეტ შრომას, ამაღლებს საერთო ყოფით ჰიგიენურ პირობებს, გააუმჯობესებს ცხოველთა მოვლა-პატრონობისა და შენახვის პირობებს, ამცირებს დაავადების შემთხვევებს და ხანგრძლივი დროით გამორიცხავს იატაკების ცვეთას, მათ

ჩამომტვრევას და დაფშვნას, რაც დამახასიათებელია ბეტონის, აგურისა და კერამიკული მასალებისათვის, როდესაც ისინი განიცდიან წყალნაკელის მუდმივ ზემოქმედებას.

ბიოლოგიური მრღვევი აგენტებისაგან მერქნის ქიმიური დაცვის საშუალებებს არ უნდა გააჩნდეთ მათ მიმართ სპეციფიკური მომწამლავი თვისებები. ამასთან, ისინი უნდა იყვნენ უვნებელი ადამიანებისა და ცხოველებისათვის; ჰქონდეთ (მერქანთან შედარებით) დაბალი ფასი და არ უნდა იყვნენ დეფიციტური; ადვილად შედიოდნენ მერქანში და ძნელად გამოირეცხებოდნენ მერქნიდან; იყვნენ ქიმიურად ინერტული და ჰქონდეთ სუსტი აქროლადობა; არ შეამცირონ მერქნის სიმტკიცე;

ამჟამად წარმოდგენილი ანტიესპტიკების დიდი რაოდენობიდან, თავისი სიიფისა და ცხოველებისა და მცენარეებისათვის ეკოლოგიურად უსაფრთხოობის გამო, პერსპექტიულად მიიჩნევა მერქნის გაჟღენთვისათვის გოგირდის გამოყენება. იგი ხელმისაწვდომი და იაფფასიანი მასალაა, ადამიანისა და ცხოველებისათვის არ არის ტოქსიკური და პრაქტიკულად არ იხსნება წყალში. მისი მარაგი, როგორც ნახშირბადოვანი ნედლეულის გადამუშავების ნარჩენისა, მუდმივად იზრდება ყოველწლიურად და უფრო და უფრო აქტუალური ხდება მისი უტილიზაციის გზების განსაზღვრის საკითხიც. გოგირდით მერქნის გაჟღენთვის პროცესი შედარებით მარტივია და წარმოების მოწყობისათვის არ საჭიროებს რთული დანადგარების გამოყენებას, რაც აიაფებს გაჟღენთვის საწარმოო პროცესის თვითღირებულებას, აადვილებს გაჟღენთვის ტექნოლოგიური პროცესის დანერგვასა და გამართვას არასპეციალიზირებული საწარმოებისათვის.

1. ლიტერატურის მიმოხილვა

1.1 კვლევის მიზანი და ამოცანები

მერქანი, როგორც კონსტრუქციული მასალა, ყოველთვის იმსახურებდა განსაკუთრებულ ყურადღებას. იგი გამოიყენებოდა და გამოიყენება მრეწველობისა და მეურნეობის თითქმის ყველა დარგში. მისი მრავალმხრივი გამოყენება განპირობებულია მასში მრავალი ძვირფასი თვისების იშვიათი შერწყმით: გარდა შესანიშნავი დეკორატიული თვისებებისა, მას ახასიათებს კარგი თბოსაიზოლიაციო თვისებები, უძლებს დარტყმით დატვირთვებს, ახშობს ვიბრაციას. ადვილად მუშავდება მჭრელი იარაღებით, წებდება და მოპირკეთდება, იჭერს ლითონისა და სხვა სახის სამაგრებს. მერქნის ეს ბუნებრივი თავისებურებები საშუალებას გვაძლევს ის გამოყენებული იქნეს საავიჯო წარმოებაში, სამშენებლო დეტალებისა და კონსტრუქციების, ტარასა და სხვა ინვენტარის დასამზადებლად.

სამშენებლო ინდუსტრიაში ტექნიკური პროგრესის განვითარებამ გამოიწვია მერქნის კონკურენტი ისეთი მასალების გამოყენება, როგორცაა ფოლადი, ბეტონი, აგური, კერამიკული ფილები, ქვა და სხვა. თუმცა, კონკურენტი მასალებისაგან განსხვავებით მერქანი განახლებად ნედლეულს მიეკუთვნება. მერქნისაგან დამზადებული მცირე ზომის მრავალი ნაკეთობა შეიძლება მიღებული იქნეს მერქნის სწრაფადმზარდი სახეობებისაგან, რომლებიც იზრდებიან მათი ექსპლუატაციის ადგილის სიახლოვეს განსაკუთრებით ხელსაყრელ პირობებში.

ძვირფასი სახეობების ხარისხიან, მაღალი სიმტკიცისა და მდგრადობის მერქანზე მოთხოვნილების ზრდამ გამოიწვია დეფიციტი, რასაც მოჰყვა მათი რესურსების ამოწურვა და შესაბამისად, ფასის ზრდა. ამიტომ, ამჟამად აუცილებელი გახდა მეტი ყურადღება დაეთმოს მერქნის რაციონალური გამოყენების გზების ძიებას.

ბოლო დროს, სატყეო მასალების ოპტიმალური გამოყენების მიზნით დაისახა მრავალი ღონისძიება არა მარტო მაღალი მოთხოვნილების მერქნის ეფექტურად გამოყენებისა, არამედ ისეთი იაფასიანი მერქნის სახეობების სამრეწველო პროცესში ჩართვისა, რომლებსაც უკანასკნელ დრომდე სამრეწველო დანიშნულება არ გააჩნდათ.

კონსტრუქციული მასალების ხარისხობრივი მაჩვენებლების დადგენის მიზნით ჩატარებულმა კვლევებმა და მიღწეულმა პროგრესმა გვაჩვენა, რომ დღეს არსებული შესაძლებლობების სრული გამოყენებით შეიძლება მივაღწიოთ იაფფასიანი მერქნის სახეობების მრეწველობაში გამოყენების მაღალეფექტურობას.

საექსპლუატაციო ვადის გახანგრძლივების ერთ-ერთ პრაქტიკულ ღონისძიებას წარმოადგენს მერქნის ქიმიური დამუშავება – ანტისეპტირება, რაც იცავს მას სოკოების, მწერების და სხვა მავნე აგენტების ზემოქმედებით გამოწვეული ადრეული დაშლისაგან. მერქნის, ისეთი იაფფასიანი სახეობების გამოყენება, როგორცაა ცაცხვი, ვერხვი, ალვის ხე, თხმელა, ტირიფი, ჭადარი, არყის ხე, სოჭი და სხვა, გასაღების ბაზრის პოვნა და მათი სამრეწველო დანიშნულებით გამოყენება, მნიშვნელოვანი ეკონომიის საფუძველს წარმოადგენს. მათი თანდათანობითი გამოხშირვა კი უზრუნველყოფს ტყის ნარგავებში ძვირფასი სახეობების ზრდისათვის ხელსაყრელი პირობების შექმნას.

ამჟამად წარმოდგენილი ანტისეპტიკების დიდი რაოდენობიდან თავისი სიიაფისა და ცხოველებისა და მცენარეებისათვის ეკოლოგიურად უსაფრთხოების გამო, მერქნის გაჟღენთვისათვის პერსპექტიულად მიიჩნევა გოგირდის გამოყენება. წინასწარ, ვერხვისა და წიფლის მერქნის რამდენიმე ლაბორატორიულ ნიმუშზე ქიმიურ-ბიოლოგიური ფაქტორების ზემოქმედების პირობებში ჩატარებულმა გოგირდით გაჟღენთვის ექსპერიმენტმა საშუალება მოგვცა მიგველო მაღალი სიმტკიცისა და მედეგობის მასალა. გამჟღენტ ნივთიერებად გამოვიყენეთ ტექნიკური ბუნებრივი გოგირდი, რომელიც წარმოადგენს ნავთობის გადამამუშავებელ

და გაზის მრეწველობის თანაპროდუქტს, არის ხელმისაწვდომი და 15-20-ჯერ იაფია ტრადიციულ გამჟღენთ მასალებზე.

საქართველოს აგრარულ უნივერსიტეტში პროფესორების ბატონ გივი ჩიმაკაძისა და ქალბატონ მარინა ტეფნაძის მიერ ჩატარებულმა საცდელმა ექსპერიმენტმა გვაჩვენა, რომ მერქნის ფორებისა და კაპილარების კრისტალური გოგირდით შევსებამ აამაღლა მისი სიმკვრივე და საფუძველი მოგვცა გვევარაუდა, რომ მეცხოველეობის ფერმებში იატაკებად მისი გამოყენებისას ის აღარ გაიჟღენთება ცხოველთა გამონაყოფებით.

სამუშაოს მიზანია იაფასიანი მერქნის სახეობების სამრეწველო გამოყენების შესაძლებლობის დადგენა, მათი მოდიფიცირების ტექნოლოგიის დამუშავება, დანერგვა და გამოყენება მრეწველობასა და ყოფა-ცხოვრებაში.

სამუშაოს მიზანი მიიღწევა შემდეგი ამოცანების გადაჭრით:

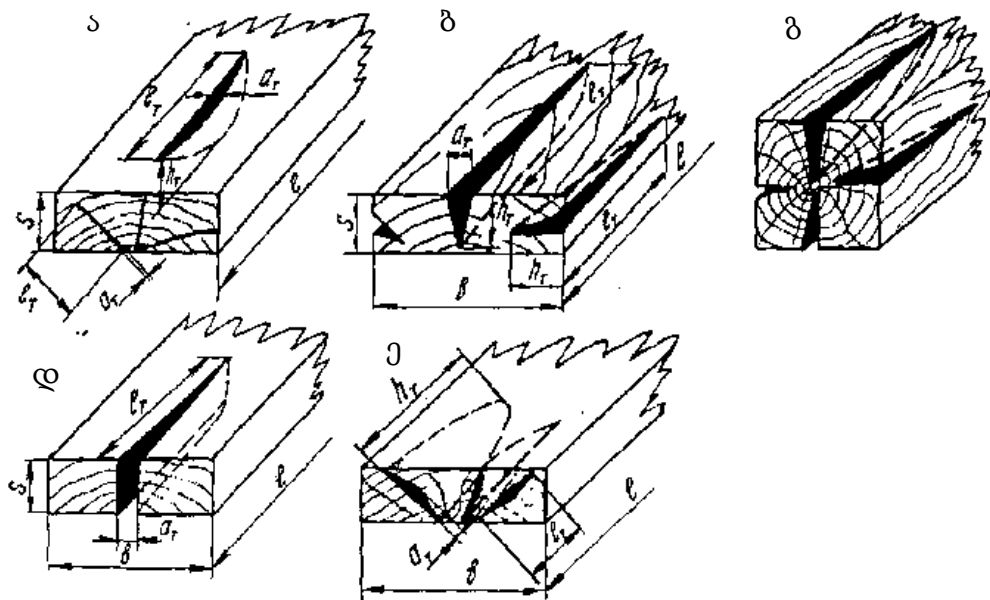
- მსოფლიო ლიტერატურაში არსებული თეორიული მონაცემებისა და პრაქტიკული შედეგების გაანალიზება და დამუშავება;
 - იაფასიანი მერქნის სახეობების მიკროსტრუქტურისა და ფიზიკო-მექანიკური თვისებების შესწავლა;
 - გამჟღენთი ნივთიერების თვისებებისა და ტექნიკური პარამეტრების შესწავლა და გამოყენების შესაძლებლობების დადგენა;
 - გაჟღენთვის მეთოდებისა და გამჟღენთი მოწყობილობების შერჩევა;
 - თეორიული და პრაქტიკული მონაცემების საფუძველზე მერქნის გაჟღენთვის მოდელის შედგენა;
 - გაჟღენთვის ტექნოლოგიის დამუშავება და დანერგვა;
 - მერქნის სახეობების შერჩევისა და გაჟღენთვის ტექნოლოგიური პროცესის ჩატარების, გაჟღენთვის ხარისხის ამაღლებისა და მერქნის ძვირფასი სახეობების დაზოგვის რეკომენდაციების შემუშავება;
- გაჟღენთვის სამუშაოების განხორციელებით მიღებული შედეგების რეალიზაცია ქვეყნის მეცხოველეობის და მეფრინველეობის ფერმერულ

მეურნეობებში საერთო ჰიგიენური და სანიტარული პირობების გაუმჯობესების მიზნით.

შრობის თვალხილული დეფექტები - ეს არის ბზარები (გვერდებზე, ზედაპირზე) და მათი დაბრეცვა. ბზარების გაჩენის ძირითადი მიზეზი არის შრობის ძალიან ხისტი რეჟიმების გამოყენება, რომლებსაც მივყევართ მერქანში ჰიგროსკოპული ტენის არათანაბარ განაწილებასთან. ბზარების წარმოქმნის მიზეზი ასევე არის სხვადასხვა ზომის შემრობა სამი სტრუქტურული მიმართულებით და ასევე გულგულის სხივების გავლენა.

რადიალური ბზარები - ეს არის დეფექტი, რომელიც პრაქტიკულად ვერ აღმოიფხვება შრობის ვერცერთი მეთოდით. ისინი აღიძვრება სატყეო მასალების გულიანი მერქნის შრობისას. მათი წარმოქმნის მიზეზია სხვადასხვა სახის შემრობა რადიალური და ტანგენციალური მიმართულებით.

შრობის პროცესში დახერხილი მასალების დაბრეცვა მერქნის რადიალური და ტანგენციალური მიმართულებით ხდება.



ნახ. 1. ბზარების სახეები

ა-ტორსული მცირე, ფენობის (გარე); ბ-ტორსული გამჭოლი; გ-ტორსულ-ფენობიანი და ტორსულ-წიბოვანი; დ-შიგა; ე-რადიალური; a_r , h_r , l_r -დახერხილი მასალის სისქე, სიგანე და სიგრძე; s , b , l -ბზარების სისქე, სიგანე და სიგრძე

მერქნის შემრობის სხვაობა ბოჭკოების გრძივი და განივი მიმართულებით იწვევს გრძივ დაბრეცვას. ამის თავიდან ასაცილებლად მერქანი უნდა გაშრეს მყარად დაფიქსირებულ მდგომარეობაში. თუ ხდება შრობის ძალიან ხისტი რეჟიმების გამოყენება, განსაკუთრებით ფოთლოვანი სახეობის მერქნის გაშრობის დროს, ასევე ადგილი ექნება დაბრეცვას.

ცხრილში 1.1. წარმოდგენილია ფოთლოვანი მერქნის ზოგიერთი სახეობები, რომელიც პირობითად 3 კატეგორიად იყოფა დაზარდვისადმი მიდრეკილების მიხედვით შრობის დროს.

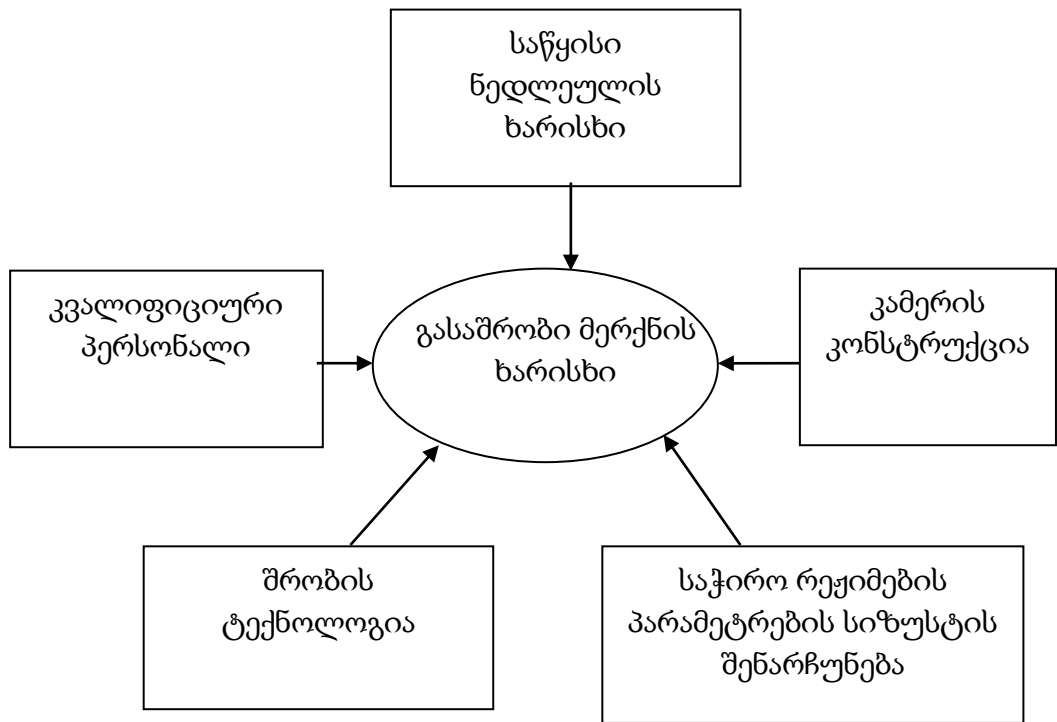
ფიცრების განივი დაბრეცვა - ეს არის შედეგი იმისა, რომ ტანგენციალური შემრობა მეტია რადიალურზე. ყველაზე ძლიერ ეს ეფექტი მჟღავნდება გულიანი მერქნის ნამზადებში.

ცხრილი 1.1. ზოგიერთი მერქნის სახეობების დაბრეცვისაკენ მიდრეკილება შრობის დროს

მერქნის დაბრეცვისადმი მიდრეკილება		
დაბალი	საშუალო	მაღალი
წიწვოვანი სახეობები		
კედარი	კიპარისი	---
ფიჭვი	ლარიქსი	---
ნაძვი	---	---
ფოთლოვანი სახეობები		
თხმელა	ივანი	წიფელი
ვერხვი	ცაცხვი	ალვის ხე
არყის ხე	თელა	ჭადარი
ალუბალი	ნეკერჩხალი	---
კაკალი	მუხა	---

მოთხოვნები სითბურ დანადგარზე:

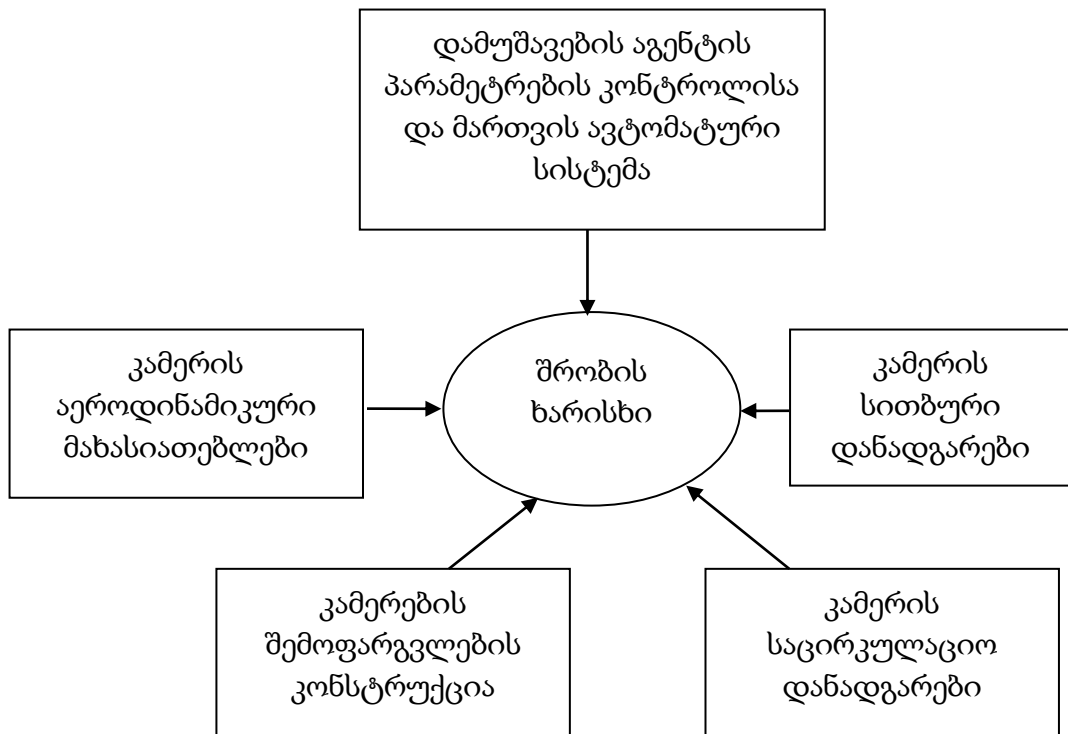
- საშრობ კამერას უნდა ჰქონდეს მნიშვნელოვანი თბური სიმძლავრე, რომელიც უზრუნველყოფს ტემპერატურის აწევასა და შენარჩუნებას მოცემულ დონეზე;
- კალორიფერები დამზადებული უნდა იყოს უჟანგავი მასალისაგან.



ნახ. 2. შრობის ხარისხის განმსაზღვრელი ფაქტორები

შრობის პროცესის სისტემის კონტროლი და რეგულირება:

- კამერები აღჭურვილი უნდა იყოს ფსიქრომეტრული კონტროლის სისტემით. შრობის აგენტის
- შრობის პროცესის რეგულირება ხდება ავტომატურ რეჟიმში.



ნახ. 3. ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრავენ შრობის ხარისხს

ამგვარად, მერქნის ხარისხი – ეს არის კომპლექსური მაჩვენებელი, რომელიც დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, უმეტესად განისაზღვრება გასაშრობი დახერხილი მასალების სახეობების მახასიათებლებით.

1.2. კვლევის მეთოდის შესაბამისობა დისერტაციის მიზანსა და ამოცანებთან

ბოლო დროს სატყეო მასალების ოპტიმალური გამოყენების მიზნით დაისახა მრავალი ღონისძიება არა მარტო მაღალი მოთხოვნილებების მერქნის სახეობის ეფექტურად გამოყენებისა, არამედ ისეთი იაფფასიანი მერქნის სახეობების სამრეწველო პროცესში ჩართვისა, რომლებსაც უკანასკნელ დრომდე სამრეწველო დანიშნულება არ გააჩნდა.

კოსტრუქციული მასალების ხარისხობრივი მაჩვენებლის დადგენის მიზნით ჩატარებულმა წინასწარმა კვლევებმა გვაჩვენა, რომ დღეს არსებული შესაძლებლობების სრული გამოყენებით შეიძლება მივაღწიოთ იაფფასიანი მერქნის სახეობების გამოყენების მაღალეფექტურობას.

საექსპლოატაციო ვადის გახანგრძლივების ერთ-ერთ პრაქტიკულ ღონისძიებას წარმოადგენს მერქნის ქიმიური დამუშავება, ანტისეპტირება, რაც იცავს მას სოკოების, მწერების და სხვა მავნე აგენტების ზემოქმედებით გამოწვეულ ადრეული დაშლისაგან. ისეთი იაფფასიანი სახეობებისათვის, როგორცაა ცაცხვი, ვერხვი, ალვის ხე, თხმელა, ტირიფი, ჭადარი, არყის ხე და სხვა, გასაღების ბაზრის პოვნა და მათი სამრეწველო დანიშნულებით გამოყენება მნიშვნელოვან ეკონომიკურ საფუძველს წარმოადგენს. თავისი სიიაფის, ცხოველებისა და მცენარეებისათვის ეკოლოგიურად უსაფრთხოების გამო, როგორც ანტისეპტიკური საშუალება მერქნის გაჟღენთვისათვის პრაქტიკულად მივიჩნიეთ გოგირდის გამოყენება. წინასწარ ვერხვის და წიფლის რამდენიმე ლაბორატორიულ ნიმუშზე, ქიმიურ-ბიოლოგიური ფაქტორების ზემოქმედების პირობებში

ჩატარებულმა გოგირდის გაჟღენთვის ექსპერიმენტმა საშუალება მოგვცა მიგველო მაღალი სიმტკიცისა და მედეგობის მასალა.

სამუშაოს მიზანია იაფფასიანი მერქნის სახეობების სამრეწველო გამოყენების შესაძლებლობების დადგენა, მათი მოდიფიცირების ტექნოლოგიის დამუშავება და გამოყენება.

მიზნის მისაღწევად გამოყენებულია: გამჟღენთი ნივთიერების თვისებების და ტექნიკური პარამეტრების შესწავლა; გამოყენების შესაძლებლობების დადგენა.

- გაჟღენთვის მეთოდებისა და გამჟღენთი მოწყობილობების შერჩევა
- გაჟღენთვის ტექნოლოგიის დამუშავება
- ტრივიალური მეთოდებით შესწავლილი იქნება ცხოველთა სადგომში გოგირდით გაჟღენთილი იატაკების გავლენა პირუტყვის ორგანიზმზე, რაც მეტად მნიშვნელოვანია ცხოველთა შენახვის ზოოჰიგიენური პირობების გაუმჯობესებისათვის და აქედან გამომდინარე პირუტყვთა შორის დაავადებების გაჩენის რისკის შემცირება.
- დაბალხარისხიანი მერქნის სახეობების შერჩევისა და გაჟღენთვის ტექნოლოგიური პროცესის ჩატარების, გაჟღენთვის ხარისხის ამაღლებისა და მერქნის ძვირფასი სახეობების დაზოგვის რეკომენდაციების შემუშავება.

1.3. კვლევის მოსალოდნელი შედეგები და მათი მნიშვნელობა მეცნიერების, ეკონომიკის და/ან სოციალური სფეროსათვის

ამჟამად მერქნისაგან დამზადებულ ბევრ ნაკეთობას წაეყენება მაღალი მოთხოვნები მდგრადობაზე. ამასთან დაკავშირებით იზრდება მოთხოვნები მერქნის ზოგიერთ სახეობებზე და მის ხარისხზე. მთელი რიგი საწარმოები ძირითადად ითხოვენ მაღალი სიმტკიცისა და მდგრადობის მერქანს, ამიტომ მერქნის ის სახეობები, რომლებიც ამ

თვისებებით გამოირჩევიან, დიდი ხანია დეფიციტური გახდა. მერქნის ამ მცირე ჯგუფზე შედარებით მაღალმა მოთხოვნამ გამოიწვია მათი რესურსების ამოწურვა და მათზე ფასის ზრდა. ამიტომ, ამჟამად დიდი ყურადღება ეთმობა მერქნის რაციონალური გამოყენების ამღლების საკითხს.

ქვეყნის მეურნეობის მრავალი დარგისა და მათ შორის სოფლის მეურნეობის მუშაკებს განსაკუთრებით აღელვებთ მერქნიდან დამზადებული ხანგამძლე მასალების მოპოვების საკითხი. აქედან გამომდინარე, ისეთი რბილ მერქნიანი და დაბალხარისხოვანი სახეობები, როგორცაა ალვის ხე, კანადური ვერხვი, ტირიფების სახეობები და ა. შ. სათანადო ანტისეპტიკებით დამუშავების შემდეგ შესაძლებელია მივიღოთ მტკიცე, ხანგამძლე, მაღალი მედეგობის ხის მასალები. რომელთა ექსპლუატაციის ვადა დაუმუშავებულ ანალოგიურ სახეობებისგან განსხვავებით, 15-20-ჯერ იზრდება, რაც საშუალებას გვაძლევს თავისუფლად გამოვიყენოთ მეცხოველეობის ფერმერულ მეურნეობების პირუტყვთა სადგომებში ჭერისა და იატაკის მოსაწყობად, ფანჯრის რაფების, კარების, საგობურების, და სხვა საჭირო ხის ინვენტარის დასამზადებლად.

გოგირდით გაჟღენთილი დაბალი ხარისხის მერქნისგან დამზადებული იატაკებისათვის დამახასიათებელი იქნება დაბალი თბოგამტარობა და მაღალი მედეგობა აგრესიულ გარემოში (ცხოველთა გამონაყოფები) შეამცირებს მომსახურე პერსონალის ზედმეტ შრომას, აამაღლებს საერთო სანიტარულ მდგომარეობას, გააუმჯობესებს ცხოველთა მოვლა-პატრონობისა და შენახვის პირობებს, შეამცირებს დაავადებების შემთხვევებს პირუტყვთა შორის და ხანგრძლივი დროით გამორიცხავს იატაკების ცვეთას. ასეთი სახეობების ხეების ანტისეპტიკებით გაჟღენთვა არა მარტო ზრდის კონსტრუქციული მიზნებისათვის გამოყენებული მერქნის რაოდენობას, არამედ დიდი სარგებლობაც მოაქვს ქიმიური ნივთიერებებით გაჟღენთვის წყალობით. დაბალხარისხიანი

მერქნის ქიმიური დამუშავება არა მხოლოდ მისი საექსპლუატაციო ვადის გახანგრძლივების პრაქტიკულ ღონისძიებას წარმოადგენს, ის აგრეთვე იცავს მას სოკოების, მწერებისა და სხვა მავნე აგენტების ზემოქმედებით გამოწვეული ადრეული დაშლისგან.

დაბალხარისხოვანი მერქნის გასაღების ბაზრის პოვნა და მათი სამრეწველო დანიშნულებით გამოყენება კიდევ ერთ მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ფაქტორს წარმოადგენს. მათი თანდათანობითი გამოხშირვა უზრუნველყოფს ტყის ნარგავებში ძვირფასი სახეობის მერქნის ზრდისათვის ხელსაყრელი პირობების შექმნას.

მერქნის წიწვოვანი და მაგარი ფოთლოვანი სახეობების დეფიციტის ზრდასთან დაკავშირებით აუცილებელი ხდება ხის დამამუშავებელ და სამშენებლო მრეწველობაში, სატყეო და სოფლის მეურნეობაში რბილმერქნიანი სახეობების ჩართვა. ეს განპირობებულია, უპირველეს ყოვლისა, რბილმერქნიანი სახეობების გამოყენების დაბალი დონით, სატყეო რესურსების ათვისებისადმი არაკომპლექსური მიდგომით, მაგარმერქნიან სახეობასთან შედარებით ნაკლები ფიზიკო-მექანიკური მაჩვენებლებით, მათი გადამუშავების სპეციალური ტექნოლოგიური პროცესების, მეცნიერულად დასაბუთებული რეჟიმებისა და ტექნიკური საშუალებების არ არსებობით.

მოცულობისა და ეკონომიური მაჩვენებლების მიხედვით რბილმერქნიანი სახეობების ყველაზე სრულყოფილი გამოყენება მიიღწევა მათი ნამზადებად დახერხვის შედეგად, ხოლო ნარჩენებისა – ტექნოლოგიურ ნაფოტად კომპლექსური გადამუშავების შედეგად. სხვადასხვა დარგში ჩატარებულმა მრავალრიცხოვანმა კვლევებმა აჩვენა, რომ მოდიფიცირებული (გაჟღენთილი) მერქანი მნიშვნელოვან კონკურენციას უწევს ისეთ ძვირადღირებულ მასალებს, როგორცაა შავი და ფერადი ლითონები. ფოლადის, ბეტონისა და ხელოვნური მასალების წარმოებაში მიღწეული წარმატებების მიუხედავად, მერქნის გამოყენების მაჩვენებელი მრავალი დარგისათვის ყოველწლიურად იზრდება.

იაფფასიანი მერქნის რაციონალური გამოყენების ამოცანის გადაწყვეტის ერთერთ მიმართულებას წარმოადგენს მოდიფიცირების (გაჟღერების) გზით მისი ხარისხობრივი მაჩვენებლების გაუმჯობესება. შედეგად მიიღება ახალი კომპოზიციური მასალა, რომელშიც ფოროვანი მასალის ბოჭკოები არმატურის ფუნქციას ასრულებენ, ხოლო გამჟღერებით ნივთიერებით შევსებული ფოროვანი სტრუქტურა იძენს სათანადო ღირებულებას: სიმკვრივეს, სიმტკიცეს, სიმკვრივეს, ფორმამდეგობას, დარტყმით სიბლანტეს, ბიოლოგიურ და ქიმიურ მედეგობას. მას აღარ ახასიათებს ნატურალური მერქნის უარყოფითი თვისებები: შეშრობა და გაჯირჯვება, ფორმა-ზომა ცვალებადობა, მწერებითა და სოკოებით დაზიანება. ის აღარ იბრიცება, არ ლპება, რადგან მისი ზედაპირი უკუაგდებს წყალს, ამის გამო შესაძლებელია ტენიან და მაღალი ტემპერატურის გარემოში მათი ექსპლუატაცია.

ეს არის ეკოლოგიურად სუფთა, ნაკლებად აალებადი, კარგი თბოსაიზოლაციო და დიელექტრიკული თვისებების მქონე პროდუქტი, რომელიც ისევე, როგორც ხე, ექვემდებარება მჭრელი იარაღებით მექანიკურ დამუშავებას. გახეხვის შედეგად კი მისი ზედაპირი ხდება იდეალურად რომელზედაც შენარჩუნებულია ბუნებრივი მერქნის სილამაზე (ტექსტურა).

მისი გამოყენების მიმართულებებს მიეკუთვნება სააგარაკე და საბაღე ავეჯი, ქუჩის კიბეები, მოედნები, მაღალი ხარისხის პარკეტი, ფანჯრის ჩარჩოები, სადარბაზოს კარები, მოსაპირკეთებელი პანელები, სამშენებლო კონსტრუქციის ელემენტები, სპორტული დარბაზების მოწყობილობა, გემისა და იახტების აღჭურვა და სხვა.

სამრეწველო მასშტაბებით მოდიფიცირებული მერქნის მიღება წარმოადგენს საკმაოდ აქტუალურ თეორიულ და პრაქტიკულ ამოცანას, რომლის გადაჭრაც ხელს შეუწყობს ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენებას.

გოგირდის გამოყენების სფეროების გაფართოება წარმოადგენს გადაუდებელ ამოცანას ეკონომიური და ეკოლოგიური თვალსაზრისით. სამშენებლო ინდუსტრიის ტექნოლოგიაში გოგირდის, გოგირდმჟავისა და გოგირდშემცველი ნარჩენების გამოყენება - პერსპექტიული და ეკონომიკურად მიმზიდველი მიმართულებაა. მისი გამოყენების ახალი სფეროების ათვისების ინტენსიური სამუშაოები მიმდინარეობს კანადაში, აშშ-ში, გერმანიაში, დანიაში, საფრანგეთში, ავსტრიაში, იაპონიაში, რუსეთში და სხვა. სპეციალისტების დასკვნით გოგირდის მსოფლიო რესურსი პრაქტიკულად საკმარისია მასზე ყველა მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად.

უკანასკნელ ხანს ხდება დიდი რაოდენობით ტექნიკური გოგირდის წარმოება. იგი წარმოადგენს ნავთობის, ბუნებრივი გაზისა და საცეცხლე აირების გადამუშავებისა და გაწმენდის შედეგად მიღებულ პროდუქტს.

ტექნიკური გოგირდისა და გოგირდშემცველი ნარჩენების ფართო ბაზამ საკმარისია დააკმაყოფილოს მრეწველობის დიდი მოთხოვნა ხანგამძლე ქიმიურად მდგრად მასალაზე.

გოგირდის ხსნარებსა და ნადნობებში მერქნის დანიშნულების მიხედვით გაჟღენთვა მიმდინარეობს სხვადასხვა სიღრმეზე: ზედაპირული, ნაწილობრივი და სრული გაჟღენთვა. გაჟღენთვის სიჩქარე და სიღრმე დამოკიდებულია გაჟღენთვის რეჟიმზე (ნორმალური ატმოსფერული წნევა, ვაკუუმი, მაღალი წნევა ან მათი ერთობლიობა), გაჟღენთვის ხანგრძლივობაზე, გასაჟღენთი მასალის სტრუქტურასა და თვისებებზე.

ჩატარებულმა ლიტერატურულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ გოგირდის ნაერთები და მათი გამოყენების ტექნოლოგიები შეესაბამებიან თანამედროვე მოთხოვნების დონეს, ხოლო სპეციალისტთა უმეტესობა ამ ტექნოლოგიებს მიიჩნევს პერსპექტიულად და ეკონომიურად მიმზიდველად, ვინაიდან უზრუნველყოფენ მაღალ ეკონომიკურ ეფექტურობას და ჩადებული სახსრების სწრაფად ამოღებას.

მოდულიზირებული მერქნი, როგორც სამშენებლო მასალა, წარმატებით უწევს კონკურენციას ბეტონსა და ლითონს, რაც აიხსნება მისი ხელმისაწვდომობით, შედარებით დაბალი ფასით, მაღალი სამშენებლო მახასიათებლებით, აღდგენისა და განახლების უნარით. არანაკლები მნიშვნელობა აქვს მის ბიო და ცეცხლდაცვის უნარს.

ტრადიციულად მერქანი გამოიყენება შპალების, ელექტროგადაცემისა და კავშირგაბმულობის ბოძების სახით, რომელთა ექსპლუატაცია ხდება მიწის გრუნტში ბიოდაზიანებისათვის მძიმე პირობებში და რომელიც ექვემდებარება აუცილებელ გაჟღენთვას. მერქნის გამოყენების ძირითადი სფეროა სამშენებლო ინდუსტრია (საცხოვრებელი, სამრეწველო, სასოფლო-სამეურნეო და სხვა სახის მშენებლობები). გაჟღენთილი უნდა იქნეს ხის ყველა ის ელემენტი, რომელიც პერიოდულად ეხება დამტენიანებელ მასალებს ან, რომლებზეც კონდენსირდება ტენი (კოჭები, ნივნივები, ჭერის ლარტყები, ტიხრები გაუთბობელ სათავსებში, ღია ჰაერზე მომუშავე ყველა ნაგებობის ხის ელემენტები, საქონლის ფერმების სახურავები, იატაკები და კედლები, ღობეების ელემენტები და საგზაო ბოძები, ხიდები და ხიმინჯები, გრძელი სკამები ბაღებსა და პარკებში, ვენახის სამაგრები და ფანჯრის რაფები, რკინიგზის გადასასვლელები და ქარხნებისა და ფაბრიკების შენობებში ხის იატაკები, ხილბოსტნეულის ტარას ფიცრაკები, დიდი ზომის ტვირთების გადასატანი ხის ტარა, სანავსადგურო კონსტრუქციები და სხვა).

სამუშაოს მიზანი. იაფასიანი მერქნის სახეობების გამოყენების შესაძლებლობა, მათი მოდიფიცირების ტექნოლოგიის დამუშავება, დანერგვა და გამოყენება მრეწველობასა და ყოფაცხოვრებაში.

კვლევის ამოცანები. სამუშაოს მიზანი მიიღწევა შემდეგი ამოცანების გადაჭრით.

- მსოფლიო ლიტერატურაში არსებული მონაცემების გაანალიზება და დამუშავება;
- იაფასიანი მერქნის სახეობების მიკროსტრუქტურისა და ფიზიკო-მექანიკური თვისებების შესწავლა;

- გამჟღენთი ნივთიერებების შერჩევა, მათი თვისებებისა და ტექნიკური პარამეტრების შესწავლა და გამოყენების შესაძლებლობების დადგენა;
- გაჟღენთვის მეთოდებისა და გამჟღენთი მოწყობილობების შერჩევა;
- თეორიული და პრაქტიკული მონაცემების საფუძველზე მერქნის გაჟღენთვის მოდელის შედგენა;
- გაჟღენთვის ტექნოლოგიის დამუშავება და დანერგვა;
- მერქნის სახეობების შერჩევისა და გაჟღენთვის ტექნოლოგიური პროცესის ჩატარება, გაჟღენთვის ხარისხის ამაღლებისა და მერქნის ძვირფასი სახეობების დაზოგვის რეკომენდაციების შემუშავება.

კვლევის ობიექტი. ამჟამად ნაკლებად გამოყენებადი ფოთლოვანი მერქნის სახეობების მოდიფიცირება და მათი გამოყენება მრეწველობასა და ყოფა-ცხოვრებაში.

კვლევის მეთოდები. გაჟღენთვის ტექნოლოგიური მეთოდების მრავალფეროვნებიდან სამუშაოში გამოიყენება მერქნის კაპილარული გაჟღენთვის მეთოდი, დიფუზიური გაჟღენთვის მეთოდი და წნევის ქვეშე გაჟღენთვის მეთოდი; სითბოსა და ტენის გადაადგილების თეორიული მონაცემები; გასაჟღენთად მერქნის მომზადების მეთოდები; გაჟღენთვის ტექნოლოგიური პროცესის ჩატარება; მერქნის დაცვის პარამეტრების, უსაფრთხოების ტექნიკისა და გარემოს დაცვის მეთოდების გათვალისწინება.

სამეცნიერო სიახლე. გამოყენებულ თეორიული და პრაქტიკული კვლევის მეთოდებზე და მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით შეირჩა იაფასიანი მერქნის სახეობები, მოხდა მათი მიკროსტრუქტურისა და ფიზიკო-მექანიკური თვისებების შესწავლა გაჟღენთვამდე და გაჟღენთვის შემდეგ (ელექტროგამტარობა, თბოგამტარობა, ფერის შეცვლა, სპეციფიკური სუნი და სხვა მოვლენები); დამუშავდა მათი გაჟღენთვის ტექნოლოგია და განისაზღვრა გამოყენების სფეროები. შემუშავდა რეკომენდაციები მაღალხარისხოვანი პროდუქციის მისაღებად.

მიღებული შედეგების პრაქტიკული მნიშვნელობა. ჩატარებული თეორიული და პრაქტიკული კვლევის შედეგების რეალიზაცია; იაფასიანი

მერქნის სახეობების მეურნეობაში გამოყენების შესაძლებლობა; მათთვის გასაღების ბაზრის შექმნა; ზოგიერთი იაფასიანი სახეობების თანდათანობით გამოხშირვით ტყის ნარგავებში ძვირფასი სახეობების ზრდისათვის ხელსაყრელი პირობების გააუმჯობესება; ტყის გამოხშირვითი ჭრების შედეგად მიღებული მცირე დიამეტრიანი ხე-ტყის რეალიზაცია; მომხმარებლისათვის მერქნის სახეობებების ფართო არჩევანის საშუალება.

1.4. დაბალი სამასალე ღირებულების მქონე მერქნის რაციონალური გამოყენება მრეწველობასა და ყოფა-ცხოვრებაში

სტატისტიკის მონაცემების მიხედვით დამპალი, გამოყენებული მერქნის გამოსაცვლელად საერთო რაოდენობა შეადგენს დამზადებული მერქნის 20%-ზე მეტს. მერქნის ექსპლოატაციისას ლპობით გამოწვეული ფულადი დანაკარგი განისაზღვრება არა მარტო მასალის ღირებულებით არამედ მის გამოცვლასთან დაკავშირებული შრომის ანაზღაურებაზე გაღებული ხარჯებით. უნდა აღინიშნოს, რომ, სხვა კონკურენტი მასალისგან (ფოლადი, ბეტონი, აგური, ქვა) განსხვავებით მერქანი განახლებადია. ეს უდაო უპირატესობა სხვა წიაღისეული სიმდიდრეების მიმართ განსაზღვრავს მის ფართო გამოყენებას მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაში.

ცხოველთა დაავადებების წინააღმდეგ ზოოჰიგიენური პირობების დაცვა ერთერთი ძირითადი კომპონენტია ვეტ-სანიტარული ღონისძიებების გატარების საქმეში, რაც მეტად მნიშვნელოვანია, როგორც ეპიდემიოლოგიური ასევე ეპიზოტოლოგიური თვალსაზრისით. ამიტომ ცხოველთა მოვლა-პატრონობასა და შენახვას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება. დღეისათვის მეტად მნიშვნელოვანია მეცხოველეობის ფერმებში იატაკების მოწყობისათვის ხანგამძლე მასალის მოძიება, რომელიც დააკმაყოფილებდა შესაბამის მოთხოვნებს.

ისტორიულად ასეთ ფერმებში იატაკებს აგებდნენ ძვირფასმერქნიანი ხის სახეობებისგან, რომელთათვისაც დამახასიათებელია დაბალი თბოგამტარობა და საკმაოდ მაღალი მედეგობა აგრესიულ გარემოში. აღნიშნული ხის სახეობების მწვავე დეფიციტის გამო, მეცხოველეობის ფერმერულ მეურნეობებში ხის იატაკებს პრაქტიკულად აღარ იყენებენ, აქედან გამომდინარე იატაკებს, როგორც წესი აგებენ ბეტონისგან, აგურისგან და სხვა კერამიკული მასალისგან. ასეთ იატაკებს აქვს მაღალი თბოგამტარობა, ამიტომ მათზე ზემოდან საფენის სახით აფენენ ნამჯას ან ნახერხს, თუმცა ეს დაკავშირებულია გარკვეულ სიძნელეებთან. საფენები უნდა ინახებოდეს ფარდულის ქვეშ, ხოლო იატაკზე დაფენის შემდეგ ყოველდღე უნდა შეიცვალოს, რადგანაც ისინი ბინძურდება ცხოველთა გამონაყოფით. ყოველივე ზემო აღნიშნული დიდ გავლენას ახდენს ცხოველთა ჯანმრთელობის საერთო მდგომარეობაზე, მცირდება პროდუქტიულობა (წველადობა და წონამატი), იზრდება გაწეული შრომის მოცულობა და შესაბამისად პროდუქციის თვითღირებულებაც.

ბიოლოგიური მრღვევი აგენტებისაგან მერქნის ქიმიური დაცვის საშუალებებს უნდა გააჩნდეთ მათ მიმართ სპეციფიკური მომწამვლელი თვისებები, ცეცხლის მიმართ დამცავმა საშუალებებმა კი უნდა შეამცირონ მერქნის ანთებადობისა და გაღვივების უნარი. ამასთან, ისინი უნდა იყვნენ უვნებელი ადამიანებისა და ცხოველებისათვის უნდა ჰქონდეთ (მერქანთან შედარებით) დაბალი ფასი და არ უნდა იყოს დეფიციტური; ადვილად უნდა შედიოდნენ მერქანში და მნელად უნდა გამოირეცხებოდნენ მერქნიდან, არ უნდა იყვნენ ქიმიურად ინერტული და ჰქონდეთ სუსტი აქროლვადობა.

წინასწარი ლაბორატორიული კვლევებით საცდელი პარტიის გაშვებისას გამჟღენთ მასალად გამოვიყენეთ გოგირდი, რომელიც არის ხელმისაწვდომი და 15-20-ჯერ იაფი ტრადიციულ გამჟღენთ მასალებთან შედარებით, არის ინერტული ბევრი ელემენტის მიმართ, არ არის ტოქსიური და პრაქტიკულად არ იხსნება წყალში, მხოლოდ 15⁰-ზე გამდნარ მდგომარეობაში ხასიათდება დაბალი სიბლანტით, რომელიც უახლოვდება

წყლის სიბლანტეს. ჩვენს მიერ შემუშავებული კვლევების საფუძველზე მიღებული იქნა არა დეფიციტური და დაბალხარისხიანი მერქნის სახეობისაგან (ვერხვი) დამზადებული ნაკეთობების გოგირდით მოდიფიკაციის ტექნოლოგიური პროცესი, რომელმაც საშუალება მოგვცა მიგველო მაღალი სიმტკიცისა და მედეგობის მასალა. მნიშვნელოვანია ის ფაქტი, რომ ხის მაღალი სიმკვრივე, რომელიც მიიღწევა მისი ფორების და კაპილარების კრისტალური გოგირდის შევსების შედეგად, ხელს შეუწყობს ფერმებში საერთო ჰიგიენური პირობების ამაღლებას, რადგანაც იატაკის კონსტრუქცია ხდება მკვრივი და ის აღარ გაიჟღინთება ცხოველთა გამონაყოფებით.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, გვაქვს სრული საფუძველი ვივარაუდოთ რომ ნაკლებად დეფიციტური ხის მასალისგან დამზადებული და გოგირდით მოდიფიცირებული ნაკეთობა მნიშვნელოვნად გაუწევს კონკურენციას ექვივალენტური დანიშნულების მქონე ნაკეთობებს. ჩვენს შემთხვევაში ეს არის მეცხოველეობის ფერმებში ბეტონის, აგურის და სხვა კერამიკული მასალისაგან დამზადებული იატაკები. გარდა ამისა, ხე არის ნედნეულის განახლებადი წყარო და ხის მასივების გონივრული ექსპლოატაციის შემთხვევაში გარემოზე მას რაიმე ნეგატიური ზეგავლენა არ გააჩნია, რაც არ შეიძლება ითქვას ცემენტისა და ლითონის წარმოების შესახებ. წინასწარმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ როგორც ვეტ-სანიტარიის, ასევე ხანგამძლეობის თვალსაზრისით გოგირდით გაჟღენთილი ხის ნაკეთობებით ფერმერული მეურნეობების მოწყობა პერსპექტიულია და შეიძლება მოგვცეს მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ეფექტი.

1.5. პრობლემის აქტუალობა და კვლევის სიახლე

მერქანი, როგორც კონსტრუქციული მასალა, ყოველთვის იმსახურებდა განსაკუთრებულ ყურადღებას. პრაქტიკულად არ არსებობს დარგი, სადაც მერქანი არ გამოიყენებოდეს. მრავალმხრივი გამოყენება ცოცხალი ბუნების ამ პროდუქტისა აიხსნება მასში მრავალი ძვირფასი თვისების იშვიათი შერწყმით. ის წარმოადგენს მტკიცე და ამავდროულად მსუბუქ მასალას. აქვს კარგი თბოსაიზოლაციო თვისებები, უძლებს დარტყმით დატვირთვებს, ახშობს ვიბრაციას. ამავდროულად ყველა სახეობის მერქანს აქვს მნიშვნელოვანი ნაკლიც: მანკების არსებობა, შეშრობისა და გაჯირჯვლების უნარი, დაბრეცვა და დასკდომა, ლპობა და ადვილად აალება. მერქნის ღრვევას იწვევს სოკოები, მწერები, მოლუსკები, ატმოსფერული ზემოქმედება, დაკავშირებული მერქნის მრავალჯერად დატენიანებასთან და ა. შ.

მიუხედავად ასეთი სამშენებლო მასალების გამოყენების მნიშვნელოვანი ზრდის ტემპისა, მერქანი მაინც ინარჩუნებს თავის მნიშვნელობას და წარმოადგენს მთავარ მასალას სასოფლო მშენებლობებისა და მრავალ სხვა დარგში გამოყენებისათვის. უეჭველია, მერქანი ამ ადგილს შეინარჩუნებს მანამ, სანამ არ ამოიწურება მისი რესურსი. ხის შპალების, ელექტრო გადაცემის ბოძების, ხიმინჯების, საყრდენების, სამაგრების და მცირე ზომის ხიდებისა და შენობებისათვის მერქანი უფრო ხელსაყრელი და ეკონომიურია, ვიდრე ფოლადი, ბეტონი და სხვა მასალები. მერქანი გამოიყენება არა მარტო საცხოვრებელი სახლების მშენებლობაში, არამედ ფაბრიკა-ქარხნების და სხვა სამრეწველო შენობებში სხვადასხვა მოდიფიკაციის სახით: შეწებილი კონსტრუქციების, ფანერის, მერქან-ბურბუშელოვანი და მერქან-ბოჭკოვანი ფილების სახით. დახერხილი ხე-ტყისა და ფანერის დიდი რაოდენობა ხშირად გამოიყენება დროებითი მიზნებისათვის (ხარაჩოები) ბეტონის, ფოლადის და აგურის სახლის, გემების და სხვა მსხვილი ნაგებობების მშენებლობაში.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ სხვა კონკურენტი მასალებისაგან განსხვავებით მერქანი განახლებადია. მერქნისაგან დამზადებული მცირე ზომის მრავალი ნაკეთობა შეიძლება დამზადდეს მერქნის იმ სახეობებისაგან, რომლებიც მიეკუთვნებიან სწრაფადმზარდ სახეობებს და იზრდებიან ექსპლოატაციის ადგილის სიახლოვეს მათი ზრდის განსაკუთრებით ხელსაყრელ პირობებში.

მერქნის ეკონომია. ამჟამად მერქნისაგან დამზადებულ ბევრ ნაკეთობას წაეყენება მაღალი მოთხოვნები მდგრადობაზე. ამასთან დაკავშირებით იზრდება მოთხოვნები მერქნის ზოგიერთ სახეობასა და ხარისხზე. სამშენებლო და საავიჯო წარმოება ძირითადად ითხოვს მაღალი სიმტკიცისა და მდგრადობის მერქანს. ამიტომ მერქნის ის სახეობები, რომლებიც ამ თვისებებით გამოირჩევიან, დიდი ხანია დეფიციტური გახდა. მერქნის ამ მცირე ჯგუფზე შედარებით მაღალმა მოთხოვნამ გამოიწვია მათი რესურსების ამოწურვა და მათზე ფასის ზრდა. ამიტომ, ამჟამად დიდი ყურადღება ეთმობა მერქნის რაციონალური გამოყენების ამალგების საკითხს.

ბოლო დროს, იმ ორგანიზაციებმა, რომლებიც დაინტერესებული არიან სატყეო მასალების რაციონალურ გამოყენებაში, დიდი წვლილი შეიტანეს მერქნის ექსპლუატაციის ვადის გახანგრძლივებაში და მისი გამოყენების მნიშვნელოვან ეკონომიაში. მერქნის მექანიკური დამუშავებისა და შრობის პროცესების მნიშვნელოვანმა სრულყოფამ, არა მარტო ხელი შეუწყო ხარისხის გაუმჯობესებას და მაღალი მოთხოვნილების მერქნის სახეობების გამოყენების ეფექტურობას, არამედ ისეთი მერქნის გამოყენებასაც, რომლებიც მანამდე მიუღებლად ითვლებოდა.

დახერხილი და კონსტრუქციული მასალების ხარისხობრივი მაჩვენებლების დადგენის მიზნით ჩატარებულმა მეცნიერულმა კვლევებმა და მიღწეულმა პროგრესმა განსაზღვრა მერქნის სხვადასხვა სახეობების სიმტკიცის მახასიათებლები, სრულყო ხის კონსტრუქციები და სწორად

განსაზღვრა მერქნის სპეციფიკური სახეობების შერჩევის კრიტერიუმი ხარისხისა და დანიშნულების მიხედვით.

ამასთან ერთად, მერქნის გამოყენების საკითხში ძალიან ბევრი გადაუჭრელი პრობლემაა. უპირველეს ყოვლისა, აუცილებელია, რომ მომხმარებელი დარწმუნებული იყოს მის მიერ გამოყენებული მერქნის ეკონომიურობასა და ექსპლუატაციის მაქსიმალურ ვადაში. მიმწოდებელმა უნდა შეეძლოს მისი კონკურენტუნარიანობის უზრუნველყოფა. დღეს უკვე არსებული შესაძლებლობების სრული გამოყენებით შეიძლება მივაღწიოთ მერქნის გამოყენების მაღალ ეფექტურობას, ხოლო შემდგომი გამოკვლევებით – შედეგების მნიშვნელოვან გაუმჯობესებას ამ დარგში.

მერქნის დაცვის ეფექტურობა. მერქნის საექსპლუატაციო ვადის გახანგრძლივებისათვის შემუშავებული სხვადასხვა პრაქტიკული ღონისძიებების გარდა, მნიშვნელოვან მიღწევად შეიძლება ჩაითვალოს მერქნული სამშენებლო მასალებისა და ნაკეთობების ქიმიური დამუშავება (ანტისეპტირება), რაც იცავს მათ სოკოების, მწერების და სხვა მავნე აგენტების ზემოქმედებით გამოწვეული ადრეული დაშლისაგან.

მერქნის ანტისეპტირებული დაცვის ძირითადი მიზანია მასალის გამოყენების ვადის გახანგრძლივება, რის შედეგადაც მცირდება პროდუქციის საბოლოო ღირებულება და ნაგებობის რემონტის სიხშირე. გაჟღენთვის შედეგად მერქნის მდგრადობის ზრდის ყველაზე ნათელი მაგალითია ის ნაგებობები, რომლებსაც მუშაობა უწყვეტ ძალიან მძიმე პირობებში. როცა ნავსადგურებში, ზღვისა და მდინარის სანაპიროებზე გაუჟღენთავი ხიმინჯებია გამოყენებული, ისინი ერთ წელიწადში იშლებიან ზღვის მერქანმჭამელებით, მაშინ, როცა გაუჟღენთილი მერქანი იგივე პირობებში მუშაობს 10-12 წელზე მეტს. ასევე შახტების მიწისქვეშა ნაგებობებში, სადაც ტენიანობა – ტემპერატურული პირობები განსაკუთრებით ხელსაყრელია ლპობისათვის, გაუჟღენთავი მერქნის მუშაობის საშუალო ვადა შეადგენს 2 წელზე ნაკლებს, ხოლო გაუჟღენთილი სამუშაოდ ვარგისია 20 წელზე მეტ ხანს. გაუჟღენთილი მერქნის ხანგრძლივი

მუშაობის საკვირველი მაგალითია დიდ ბრიტანეთში 70 წლის მანძილზე ნიადაგში ექსპლუატირებული 8000 სატელეფონო ბოძი.

ღია ნაგებობებისათვის მერქნის ანტისეპტირებული დაცვის უდავო ეფექტურობის შედეგია ის, რომ გაჟღენთილი მერქანი განიხილება, როგორც ერთერთი ყველაზე მდგრადი კონსტრუქციული მასალა, რომელიც კონკურენციას უწევს ბეტონს და ფოლადს. პრაქტიკამ აჩვენა, რომ შპალების, ხიმიწებების, ვერფების, ბოძების, ხიდის ძელების და სხვა ღია ნაგებობების მუშაობის ვადის გაჟღენთვით გახანგრძლივება მნიშვნელოვნად ამცირებს მომხმარებელთა მატერიალურ ხარჯებს, რადგან მერქნის კონსტრუქციების დაცვის ღირებულება შეადგენს უმნიშვნელო ნაწილს მშენებლობის მთლიან დანახარჯში და ნაგებობის ვადის უმნიშვნელო გახანგრძლივებაც კი მთლიანად ამართლებს გაჟღენთვაზე გაწეულ ხარჯებს (მაგალითად, სოფლის მეურნეობაში ხის ღობეებისა და მათი ბოძების დამზადებაზე იხარჯება დიდი რაოდენობით მერქანი. თუმცა, მათი მუშაობის ვადა არ აღემატება 5-7 წელს, გაჟღენთვის შემთხვევაში კი იმუშავებდნენ 30-40 წელს). ეკონომია მიიღწევა მერქნული ნაგებობების ყოველწლიურ ექსპლუატაციაზე გასაწევი ხარჯების შემცირების შედეგად (ალარ ხდება საჭირო მათი ხშირი განახლება და ადამიანის სამუშაო ძალის გამოყენება).

გარდა სამუშაო ძალასა და მასალებზე გაწეული პირდაპირი ხარჯებისა ნაგებობის მერქნული ელემენტების ხშირმა გამოცვლამ შეიძლება გამოიწვიოს პრობლემების მთელი რიგი და დამატებითი ხარჯები უწყვეტი სამუშაო ციკლის დარღვევის შედეგად.

მერქნის მრღვევი აგენტები. მერქანი, როგორც ორგანული მასალა, განიცდის რღვევას, როდესაც ნაკეთობა და ნაგებობა მუშაობენ მისი მდგრადობისათვის არახელსაყრელ პირობებში. მერქნის რღვევას იწვევენ: სოკოები, რომელთა ცხოველმყოფელობა მერქანში იწვევს მის რღვევას და დესტრუქციას; მწერების გარკვეული სახეობები (ხოჭოები, თერმიტები), რომლებიც ღრღნიან ხვრელებს მერქანში და ამით ამცირებენ ნაკეთობის და ნაგებობის სიმტკიცეს; მოლუსკების გარკვეული სახეობები (ზღვის

მერქანჭამიები), რომლებიც მწერებივით მოქმედებენ მერქანზე; ხანძრები, რომლებიც დიდ ზიანს აყენებენ ნაგებობებს მათ საბოლოო განადგურებამდეც კი; ატმოსფერული ზემოქმედება, დაკავშირებული მერქნის მრავალჯერად დატენიანებასთან, რაც მზის სხივების პერიოდული დასხივებით იწვევს მისი ზედაპირული ფენების დაშლას და შემდგომში მწერებით დაზიანებას; სისტემატიური ხასიათის მექანიკური ზემოქმედება, რაბა იწვევს მერქნის ცვეთას (იატაკები), თელვას (შპალები, გადამყვანი ძელები), გახეთქვას (ნავსადგურები, რკინიგზისა და საავტომობილო ბაქნები) და ა. შ.

პრაქტიკულად ყველა სახეობის მერქანი ზიანდება და ღვება. მორებისა და კოტრების დაზიანება შეიძლება მოხდეს საწყობებში; მათი დახერხვის შემდეგ სხვადასხვა დანიშნულების დეტალებად, შესანახად ან ატმოსფერული შრობისათვის დაწყობილ თაკარებში; ექსპლუატაციის პროცესში. რღვევის სიჩქარე და ხარისხი დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად უწყობს ხელს ნაგებობის ექსპლუატაციის პირობები მერქანმრღვევი სოკოების განვითარებას.

სტასისტიკური მონაცემების მიხედვით, დამპალი მერქნის გამოსაცვლელად გამოყენებული მერქნის საერთო რაოდენობა შეადგენს დამზადებული მერქნის 20%-ზე მეტს. მიწასთან კონტაქტში მყოფი ხის დეტალების (შპალები, საგზაო და ღობის ბოძები, მდინარის ხიმინჯები და სხვა) დანაკარგი ძალიან დიდია, რადგან ასეთი ნაგებობები ბევრია და შესაბამისად, გამოყენებული მერქნის რაოდენობაც დიდია.

მერქნის ექსპლუატაციისას ღვობით გამოწვეული ფულადი დანაკარგი განისაზღვრება არა მარტო მასალის ღირებულებით, არამედ მის გამოცვლასთან დაკავშირებული შრომის ანაზღაურებაზე გაღებული ხარჯებით და სხვა დანახარჯებით. კონსტრუქციის სახეობის მიხედვით გამოცვლის ხარჯები დიდ ფარგლებში მერყეობს და ხშირად თვით მერქნის ღირებულებაზე მეტ თანხას შეადგენს. ამასთან, გასათვალისწინებელია ის, რომ ერთი მცირე დეტალის რღვევამ შეიძლება გამოიწვიოს მთელი

ნაგებობის წყობიდან გამოსვლა. ისეთმა ფაქტორებმა, როგორცაა ყინვა, წვიმა, სეტყვა, ქარის მიერ მოტანილი ტალახი და ქვიშა, ასევე მერქნულ ნივთიერებაში მზის სხივებით და ტენით გამოწვეულმა ქიმიურმა ცვლილებებმა შეიძლება ნეგატიური გავლენა მოახდინოს მერქნის რღვევის საერთო პროცესზე.

მრეწველობასა და ყოფა-ცხოვრებაში გამოყენებული მერქნის ნაკეთობებისა და ნაგებობების მუშაობის ვადის გახანგრძლივებისათვის აუცილებელია მერქნის დაცვა ზემოთ ჩამოთვლილი ზემოქმედებისაგან. არსებობს მერქნის დაცვის რამოდენიმე მეთოდი. ბიოდაზიანებისაგან მერქნის დაცვის ყველაზე მოქმედი და პრაქტიკულად ყველაზე მნიშვნელოვანი მეთოდია ანტისეპტიკების გამოყენება.

გარდა მწერებისა და სოკოებისა, მერქნის კონსტრუქციებს აზიანებს ასევე ხანძარი. სამრეწველო დანიშნულების სახეობების უმეტესობა ვერ უძლებს ხანძრის ზემოქმედებას. მერქნის ხანძარსაწინააღმდეგო დაცვა კი მნიშვნელოვნად ამაღლებს მისი გამძლეობის უნარს. ხანძარსაწინააღმდეგო ნივთიერებებს ანტიპირენები ეწოდებათ.

მერქნის საიმედო დაცვისათვის სასურველია კომბინირებული მოქმედების პრეპარატის გამოყენება, ე. ი. ისეთის, რომლებიც შეიცავენ როგორც ანტისეპტიკების, ასევე ანტიპირენების კომპონენტებს.

ქიმიური დაცვის საშუალებები. ბიოლოგიური მრღვევი აგენტებისაგან მერქნის ქიმიური დაცვის საშუალებებს უნდა გააჩნდეთ მათ მიმართ სპეციფიკური მომწამლავი თვისებები, ხოლო ცეცხლის მიმართ დამცავმა საშუალებებმა კი უნდა შეამცირონ მერქნის ანთებადობისა და გაღვივების უნარი. ამასთან, ისინი უნდა იყვნენ უვნებელი ადამიანებისა და ცხოველებისათვის; უნდა ჰქონდეთ (მერქანთან შედარებით) დაბალი ფასი და არ უნდა იყვნენ დეფიციტური; ადვილად უნდა შედიოდნენ მერქანში და ძნელად უნდა გამოირეცხებოდნენ მერქნიდან; უნდა იყვნენ ქიმიურად ინერტული და ქონდეთ სუსტი აქროლადობა; არ შეამცირონ მერქნის სიმტკიცე; არ გააუარესონ მისი შეწებების, შეღებვისა და გაპრიალების

უნარი; არ უნდა იწვევდნენ ლითონების კოროზიას. ამჟამად არ არსებობს ქიმიური დაცვის საშუალებები, რომლებიც აკმაყოფილებდნენ ზემოთჩამოთვლილ ყველა თვისებას. ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში ამა თუ იმ დაცვის საშუალების შერჩევა ხდება ნაკეთობის ან ნაგებობის დანიშნულების მიხედვით და მათი ექსპლუატაციის პირობების შესაბამისად.

მერქნის მოდიფიცირება საშუალებას იძლევა გაძლიერდეს მერქნის არა მარტო ფიზიკო-მექანიკური თვისებები, არამედ უზრუნველყოს მერქნის საიმედო დაცვა ლპობისგან, ხანძრისგან, დახეთქვისგან, ცვეთისგან, გაჯირჯვებისგან და ქიმიურად აგრესიული საშუალებებისგან.

გოგირდის გამოყენება მერქნის გაჟღენთვისათვის. გოგირდის გამოყენების სფეროების გაფართოება წარმოადგენს გადაუდებელ ამოცანას ეკონომიური და ეკოლოგიური თვალსაზრისით. სამშენებლო ინდუსტრიის ტექნოლოგიაში გოგირდის, გოგირდმჟავისა და გოგირდშემცველი ნარჩენების გამოყენება – პერსპექტიული და ეკონომიურად მიმზიდველი მიმართულებაა. ინტენსიური სამუშაოები, მისი გამოყენების ახალი სფეროების ათვისება მიმდინარეობს კანადაში, აშშ-ში, გერმანიაში, დანიაში, საფრანგეთში, ავსტრიაში, იაპონიაში, რუსეთში და სხვა. სპეციალისტების დასკვნით გოგირდის მსოფლიო რესურსი პრაქტიკულად საკმარისია მასზე ყველა მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად.

უკანასკნელ ხანს ხდება დიდი რაოდენობით ტექნიკური გოგირდის წარმოება. იგი წარმოადგენს ნავთობის, ბუნებრივი გაზისა და საცეცხლე აირების გადამუშავებისა და გაწმენდის შედეგად მიღებულ პროდუქტს.

ამჟამად ტექნიკური გოგირდისა და გოგირდშემცველი ნარჩენების ბაზა დიდია და საკმარისია იმისათვის, რომ დააკმაყოფილოს სამრეწველო და სოფლის მეურნეობის დიდი მოთხოვნა ხანგამძლე, ქიმიურად მდგრად მასალაზე.

გოგირდის ხსნარებსა და ნაღობებში მერქნის დანიშნულების მიხედვით გაჟღენთვა მიმდინარეობს სხვადასხვა სიღრმეზე: ზედაპირული,

ნაწილობრივი და სრული გაჟღენთვა. გაჟღენთვის სიჩქარე და სიღრმე დამოკიდებულია გაჟღენთვის რეჟიმზე (ნორმალური ატმოსფერული წნევა, ვაკუუმი, მაღალი წნევა ან მათი ერთობლიობა), გაჟღენთვის ხანგრძლივობაზე, გასაჟღენთი მასალის სტრუქტურასა და თვისებებზე.

ჩატარებულმა ლიტერატურულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ შემუშავებული გოგირდის ნაერთები და მათი გამოყენების ტექნოლოგიები შეესაბამებიან თანამედროვე მოთხოვნების დონეს, ხოლო სპეციალისტთა უმეტესობა ამ ტექნოლოგიებს მიიჩნევს პერსპექტიულად და ეკონომიურად მიმზიდველად, რომლებიც უზრუნველყოფენ მაღალ ეკონომიკურ ეფექტურობას და ჩადებული სახსრების სწრაფ ამოღებას.

მოდულიზირებული მერქნის გამოყენების სფეროები.

მერქანი, როგორც სამშენებლო მასალა, წარმატებით უწევს კონკურენციას ბეტონსა და ლითონს, რაც აიხსნება მისი ხელმისაწვდომობით, შედარებით დაბალი ფასით, მაღალი სამშენებლო მახასიათებლებით, აღდგენისა და განახლების უნარით. არანაკლები მნიშვნელობა აქვს მის ბიო-და ცეცხლდაცვის უნარს.

1.6. მერქნის შრობის მეთოდები მეთოდები და და მათი სამრეწველო დანიშნულების შეფასება

ნმერქნის შრობა მაღალი სიხშირის დენების გამოყენებით (ТВЧ და СВЧ). სველი მერქანი პრაქტიკულად შეიძლება ჩაითვალოს არასრულყოფილ ფენოვან დიელექტრიკად. წარმოადგენს რა რთულ მოლეკულიარულ კომპლექსს, ის ურთიერთობს ელექტრომაგნიტურ ველთან როგორც გარემო პოლიარული (დიპოლიარული) და არაპოლიარული მოლეკულა [1, 11].

შრობის დროს მაღალი სიხშირის დენების ველში არის პირდაპირი კავშირი მის გრავიტაციასთან. მერქნიდან ტენის აორთქლება ხდება ისეთივე ხარისხით, როგორც მისი გახურება ნებისმიერი სხვა წყაროთი. თუმცა, გრძელი ტალღების მოქმედების შედეგად ძალიან სველ მერქანზე

შეიმჩნევა ელექტრო ოსმოსი – მოვლენა გულისხმობს მერქნიდან თავისუფალი ტენის თხევად მდგომარეობაში გამოდევნას.

მერქნის შრობა მაღალი სიხშირის დენებით – ყველაზე დადებითი და ამავე დროს ყველაზე საუკეთესო მეთოდია. ელექტრო მაგნიტური ენერჯის შთანთქმა, შესაბამისად ხდება მთელი გასაშრობი მერქნის ან ნამზადების ერთდროულად გახურება. შინაგანი გაცივების შემთხვევაში ფიცრის კვეთის შუაში მყარდება მაღალი ტემპერატურა, რომელსაც მივყავართ ტენის თერმოდინამიკასთან და შრობის პროცესის დაჩქარებასთან.

მისი ძირითადი უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ შრობის პროცესის ხანგრძლივობის შემცირება ხდება 10...20-ჯერ მეტად, ვიდრე ჩვეულებრივი კონვექციური შრობის დროს. ამ მეთოდის ნაკლად შეიძლება ჩაითვალოს: გამოყენებული დანადგარის დაბალი მგკ, საშრობი დანადგარების არასაიმედოობა მუშაობაში, შრობის პროცესის მართვის სირთულე, გამოსხივება მომსახურე პერსონალისათვის და შრობის სიძვირე.

მერქნის შრობის კომბინირებული მეთოდი მდგომარეობს იმაში, რომ სითბოს დანაკარგები, და ტენის აორთქლება მასალიდან ანაზღაურდება იაფი სახის სითბოს ენერჯით, მაგალითად ორთქლის კალორიფერებით; მასალაში კვეთის შუა ნაწილიდან ზედაპირისაკენ ტენის გადაადგილებისას იხარჯება მაღალი სიხშირის დენების ენერჯია. ელექტროენერჯის ხარჯი წიწვოვანი და რბილმერქნიანი ფოთლოვანი მაღალი სიხშირის დენებით შრობის დროს შეადგენს 2...3 კვტ/ს 1 კგ აორთქლებულ ტენზე, რაც შეესაბამება დაახლოებით 200 კვტ/ს 1მ³ პირობით მასალაზე, მაგარი ფოთლოვანი სახეობების შრობისას დაახლოებით 850 კვტ/ს 1მ³-ზე, ამასთან თუ მასალის საწყისი ტენიანობა არ აღემატებოდა 35...40%. მოცემულ სიდიდეზე უფრო მაღალი ტენიანობისას ამ მეთოდის შრობის ეფექტურობა მცირდება. კომბინირებული შრობის დროს მცირდება 1 კვტ/ს-მდე, მაგრამ ამასთან კამერული შრობის ხანგრძლივობა სამჯერ მცირდება კონვექციურ შრობასთან შედარებით [4, 5, 6]. ამგვარად, მაღალი სიხშირის დენების

კომბინაციას სითბურ შრობასთან მიყვავართ პირველი მათგანის შენელებამდე.

პერსპექტივაში მერქნის სამრეწველო შრობისათვის მაღალი სიხშირის დენების გამოყენება ბევრად დამოკიდებულია ელექტრო ენერგიის ღირებულებაზე მერქნის სახეობასა და მერქნის საწყის ტენიანობაზე.

ელექტროენერგიის ფასის მუდმივი ზრდა ენერგომატარებლებზე მოწმობს, რომ უალოლოეს მომავალში მერქნის შრობას მაღალი სიხშირის დენებით არ ექნება პერსპექტივა და სამრეწველო მნიშვნელობა.

ინდუქციური შრობა. შრობის პროცესში მერქნის ტემპერატურა მაღალია ვიდრე გარემოს ტემპერატურა, რის შედეგადაც თაკარაში იქმნება დადებითი ტემპერატურული ვარდნილი, რომელიც აჩქარებს მასალისაგან ტენის გამოდენის პროცესს.

ინდუქციური შრობის ხანგრძლივობა ორჯერ ნაკლებია კონვექციური შრობის პროცესთან შედარებით. ეს მეთოდი დაახლოებით ისევე ხარჯავს ელექტროენერგიას, როგორც კამერულ დიელექტრიკული შრობა. ინდუქციური შრობის თვითღირებულება ორჯერ მეტია, ვიდრე კამერული შრობის პროცესში დახარჯული ელექტრო ენერგიის ღირებულება. ე. ი. ელექტრო ენერგიის ხარჯი ფოთლოვანი სახეობის მერქნის შრობისას შეადგენს დაახლოებით 250 კვტ-ს 1მ³ მერქანზე.

ეს მეთოდი უზრუნველყოფს მშრალი მასალის დამაკმაყოფილებელ ხარისხს. იგი ქმნის მაღალ ენერგოტევადობას და მასალის გაშრობისას ხდება გადახურება, წარმოიქმნება მაღალი შიგა ძაბვები და ბზარები. ამიტომ ინდუქციური შრობას ვერ გაუწევთ რეკომენდაციას ფართო სამრეწველო გამოყენებისათვის ისე როგორც მაგარმერქნიანი ფოთლოვანი სახეობებისათვის, ასევე რბილმერქნიანი ფოთლოვანი სახეობებისათვის. დაიშვება ინდუქციური შრობის გამოყენება მცირე საწარმოებისათვის, რომლებსაც აქვთ ორთქლმომარაგების სირთულეები. მერქნის შრობისათვის

კამერულ–დიელექტრიკული შრობა. მერქანი, მოთავსებულია კონდენსატორის ფირფიტებს შორის მაღალხარისხოვან რხევით კონტურში, ინტენსიურად ხურდება დიელექტრიკული დანახარჯების ხარჯზე. სითბოს გამოყოფა დაკავშირებულია მასალის მოლეკულების რხევით მოძრაობებზე მაღალი სიხშირის ველში. სითბო რეგულირდება მასალის მთელ მოცულობაზე და იგი გარედან არ მიეწოდება.

მერქნის მიერ გამოყენებული ელექტროენერგია გარდაიქმნება სითბურ ენერგიად, და იხარჯება მასალის გახურებაზე და გარემოში სითბურ დანაკარგებზე, ხოლო (გახურების) შემდეგ – წყლის აორთქლებაზე. ენერგიის ხარჯი შრობის პროცესში ნაწილდება ტენის აორთქლებაზე, სითბოს დანაკარგებზე, ძირითადად დახერხილი მასალების შრობისას სორტიმენტების ზონაში.

დიელექტრიკული შრობა საჭიროებს მუშა კონდენსატორის მოთავსებას ღია სივრცეში ან შენობაში გამოირჩევა მაღალი ელექტრო დანაკარგებით და მისი ნაკლია ის, რომ ვერ უზრუნველყოფს შრობის მაღალ ხარისხს.

კამერულ–დიელექტრიკული შრობა – ეს არის კომბინირებული მეთოდი, რომლის დროსაც სითბოს ხარჯი შრობაზე ანაზღაურდება არამხოლოდ მაღალი ხარისხის ელექტრული ენერგიით, არამედ, ჩვეულებრივ კონვექციურ საშრობებში გარემო აორთქლჰაეროვანი ენერგიის ხარჯზე კალორიფერებით გახურების დროს. კამერულ–დიელექტრიკული შრობისას შეიძლება მივიღოთ მშრალი მერქნის საკმარისად მაღალი ხარისხი, მცირე შიგა ძაბვებით.

გენერატორის მარგი ქმედების კოეფიციენტი, რომლებიც გამოშვებულია და შედარებით პატარაა, და შეესაბამება 0,65. ამიტომ ელექტრო ენერგიის ხარჯი კამერულ–დიალექტიკურ შრობაზე საკმაოდ მაღალია, ხოლო კერძოდ 1,5...2,5 კვტ/ს 1კგ–ზე აორთქლებული წყალი. ეს მეთოდი ხასიათდება იგივე ელექტრო ენერგიის ხარჯით, როგორც მაღალი და ზემადალი სიხშირის დენებით შრობის დროს.

კონდენსაციური შრობა. ეს კამერები მუშაობენ ტენიანი ჰაერის კონდენსირებაზე. ისინი გამოტყორცნიან გახურებულ სველ ჰაერს ატმოსფეროში და იღებენ ტენს მერქნიდან წყლის სახით, რაც იძლევა ენერჯის მნიშვნელოვან ეკონომიას. რბილი რეჟიმი ქმნის საუკეთესო პირობებს მერქნის შრობისათვის, თავიდან აცილებს მასალას მერქნის ბზარებსა და დეფორმაციებს. რბილი რეჟიმების გამოყენებისას შრობის პროცესის ხანგრძლივობა იზრდება 1,5...2-ჯერ. ენერჯის ხარჯი 90 კვტ/ს 1მ³ გამოსაშრობ პირობით მასალაზე ზაფხულის პერიოდში. მაგარი სახეობის ფოთლოვანი მერქნის შრობისას ელექტრო ენერჯის ხარჯი შეადგენს 390 კვტ/ს 1მ³ ჩატვირთვებზე ზაფხულის პერიოდში. შრობის ხანგრძლივობა დაახლოებით 1.5-ჯერ მაღალია ვიდრე კონვექციური შრობის დროს.

კონდენსაციური საშრობი აგრეგატების უპირატესობას მიეკუთვნება: ხანძარსაწინააღმდეგო უსაფრთხოება და მაღალი ხარისხის მერქნის მიღების პერსპექტივა და მერქნის ბუნებრივი ფერის შენარჩუნება.

ამ კამერების ნაკლს წარმოადგენს შრობის დაბალი მწარმოებლობა, შრობის პროცესის მაღალი ხანგრძლივობა, კონსტრუქციის სირთულე და დანადგარის მაღალი ფასი, დანადგარი რომელიც საჭიროებს მაღალკვალიფიციურ მომსახურებას, მასში გამოიყენება ფრეონი და ამიაკი. თუ დაირღვევა სამაცივრო დანადგარის ჰერმეტიულობა, შესაბამისად მოხდება მათი გაჟონვა ჰაერში და შეიძლება ადგილი ქონდეს მომწამლავი ნივთიერებების წარმოქმნას. ამიაკიც ასევე გადინების შემთხვევაში მომსახურე პერსონალისათვის წარმოადგენს მომწამლავ ნივთიერებას.

საზღვარგარეთული ფირმები აგრძელებენ სამეცნიერო კვლევით სამუშაოებს კონდენსაციური საშრობების გაუმჯობესების თვალსაზრისით, რათა ტექნოლოგიური პროცესი იყოს ეკოლოგიურად სუფთა.

ვაკუუმური შრობა. ვაკუუმური შრობის დროს დახერხილი მასალების თავარა თავსდება ჰერმეტიულ კამერაში ან ავტოკლავეში, შეიქმნება დაბალი წნევა. ვაკუუმის გარემოში წყლის დუდილის

ტემპერატურა დაბალია ვიდრე ატმოსფერული წნევის დროს. ვაკუუმის სიღრმე შეესაბამება ატმოსფერული დუდილის ტემპერატურის მათედ ნაწილს 45°C. ეს საშუალებას იძლევა რომ შრობის პროცესი წარიმართოს გარემოს დაბალ ტემპერატურაზე და შენარჩუნებული იქნეს მერქნის ბუნებრივი მონაცემები .

თუმცა ვაკუუმური შრობის დროს პრობლემაა სითბური ენერჯის მიწოდება გასაშრობი მასალისათვის. ვაკუუმურ ავტოკლავებში ჰაერი ძალიან გაუხშობებულია და ამიტომ კონვექციური სითბოცვლა მასა და მერქანს შორის მცირეა. ამ შემთხვევაში ყველაზე მეტად ეფექტურად შეიძლება ჩაითვალოს სითბოს მიწოდება დიელექტრიკული მეთოდით.

შედარებით უფრო ეფექტურია კომბინირებული შრობის მეთოდი ვაკუუმ-დიელექტრიკული შრობა. ამასთან შრობის ამ მეთოდით ჰერმეტიკული ავტოკლავის დამონტაჟება ხდება მუშა კონდენსატორის მაღალსიხშირიანი რხევით კონტურებზე. რომელთა შორისაც ათავსებენ დახერხილი მასალების თაკარას.

კონვექციური შრობა – ეს არის ყველაზე გავრცელებული შრობის სამრეწველო მეთოდი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ მაღალი ხარისხის მშრალი მერქანი.მერქანი. [8, 9].

ეს მეთოდი ამჟამად წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტურ მეთოდს [7, 9]. ამიტომ ამ მეთოდის საფუძველზე მიზანშეწონილად მიგვაჩნია სამეცნიერო კვლევების ჩატარება პერსპექტიული, კონკურენტუნარიანი და ენერგოდამზოგი მერქნის შრობის ტექნოლოგის შექმნისათვის.

1.7. სამეცნიერო კვლევების მეთოდები

მიზანი და ამოცანები

მსხვილი სამეცნიერო – პრაქტიკული პრობლემის გადაწყვეტა და მერქნი ს შრობის პროცესის ინტენსიფიცირება შესაძლებელია მხოლოდ მის მიმართ კომპლექსური მიდგომით. შრობის პროცესი დაკავშირებულია მერქნის ანატომიური აღნაგობის კვლევასთან, მერქნის სახეობებში სითბოსა და მასის ტენცვლასთან და მათემატიკური უზრუნველყოფის სპეციალური აპარატის გამოყენებასთან.

მერქნის შრობა წარმოადგენს ერთ–ერთ ყველაზე ენერგოტევად ტექნოლოგიურ პროცესს მერქნის დამუშავების მთელ ტექნოლოგიაში. არასაკმარის ყურადღებას ამ პროცესისადმი მივყავართ მრქნისა და ადამიანური რესურსების რესურსების სარარაციონალურ ხარხარჯებამდე.

შრობის დიდი ხანგრძლივობა, ენერგიის ხარჯები, მშრალი მერქნის დიდი რაოდენობის წუნი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს დახერხილი და მშრალი ხე–ტყის თვითღირებულებაზე.

კვლევების ჩატარებამდე იყო დასმული ამოცანები, რომელიც გაერთიანებული იყო ერთი მიზნით – მოხდეს წინასწარ ჰიგროსკოპული ნივთიერებებით გაჟღენთილი მერქნის კონვექციური შრობის პროცესის ინტენსიფიცირება. ასეთ ამოცანებს მიეკუთვნება:

- მერქნის ფოთლოვანი სახეობების სტრუქტურული ანალიზი, გამოვავლინოთ შინაგანი რეზერვები მისი ტენგამტარობის პროცესის გააქტიურებლად.
- დავადგინოთ კანონზომიერებები მერქნის ქიმიური დამუშავების ხარისხის ასამაღლებლად, წყლისა და ტენგამტარი ანატომიური ელემენტების გასააქტიურებლად.
- დავამუშაოთ სამეცნიერო – თეორიული საკითხები ენერგოხტევადობის შემცირებისა და ქიმიურად დამუშავებული მერქნის შრობის ხანგრძლივობის შესამცირებლად;

- დავასაბუთოთ ძირითადი სამეცნიერო – თეორიული საკითხები: წინასწარ ქიმიურად დამუშავულ მერქნში სითბოსა და ტენის გადატანის საკითხები, მასალის ფორმამდეგობა და მშრალი მერქნის სიმკვრივის მაჩვენებლები;
- შემოთავაზებულია კონცეფცია – წინასწარ ქიმიურად ჰიგროსკოპული ხსნარით დამუშავებული კონვექციური შრობის პროცესის ინტენსიფიცირება, შრობის პროცესის დაჩქარება მერქნის სიმკვრივის მაჩვენებლების შენარჩუნებით;
- ლაბორატორიული და საწარმოო კვლევების საფუძველზე შევიმუშავებულა მერქნის მათემატიკური მოდელი, თუ რა გავლენას ახდენს წინასწარ ქიმიური დამუშავების მაჩვენებლები მერქანში წყლისა და ტენის გადატანის პროცესზე;
- დავნერგოთ ეს პროცესი წარმოებაში და მივცეთ მათ პრაქტიკული რეკომენდაციები აღნიშნული სამეცნიერო კვლევების წარმოებაში გამოყენებისათვისა და მერქნის კონვექციური შრობის ინტენსიფიცირებისათვის.

თორიული სამუშაოების ჩატარებისას სდისერტაციაში ჯამოყენებული იყო კვლევის შემდეგი მეთოდები:

- ექსპერიმენტული კვლევები საწარმოო და ლაბორატორიულ პირობებში.
- ტექნიკურ–ეკონომიკური ანალიზი ტექნოლოგიური პროცესების ეფექტურობის მაჩვენებლები.

ტექნოლოგიური პროცესების მოდელირების მცდელობა ხის დამამუშავებელ წარმოებაში, მათი სტრუქტურული ანალიზის ერთობლიობა გამოსაკვლევი ობიექტებისა ექსპერიმენტული კვლევების საფუძველზე, შედეგები გვიჩვენებს, რომ ამ შემთხვევაში მიიღება მნიშვნელოვანი ეკონომია როგორც შრობის პროცესის ს ხანგრძლი ვობის შემცირებაში, ასევე მატერიალურ დანახარჯებშიც.

1.8. მერქნის გაჟღენთვის მეთოდების მიმოხილვა

მერქნის სითხეებით გაჟღენთვა დაკავშირებულია მთელ რიგ ტექნოლოგიებთან, რომლებიც მიმართულია ბუნებრივი მერქნის თვისებების შეცვლისა და გაუმჯობესებისაკენ. ეს არის მერქნის ბიო და ცეცხლმედეგი თვისებების გაუმჯობესება ფუნგიციდებითა და ანტიპირენებით გაჟღენთვით. მექანიკური თვისებების გაუმჯობესება (გაძლიერება) პოლიმერებით გაჟღენთვით ხდება. დეკორატიული თვისებების გაუმჯობესება ღრმა გამჭოლი შეღებვით მიიღება. გაჟღენთვის შედეგად უმჯობესდება პლასტიკური, ფრიქციური, ელექტრული და მერქნის სხვა თვისებები. გაჟღენთვისათვის იყენებენ თხევად ზეთებს, სხვადასხვა ნივთიერებების ხსნარებს და გამხსნელებს. გაჟღენთვის მეთოდი ითვლება სუფთა ფიზიკურ მეთოდად, რადგან, როგორც წესი, გამჟღენთი ნივთიერებები არ შედიან ქიმიურ რეაქციებში მერქანთან. ხსნარის შეღწევა მერქანში ჩვეულებრივად კაპილარული, ცენტრიდანული, დიფუზიური და ელექტროსტატიკური ძალებითა და წნევის საშუალებით მიმდინარეობს. მერქნის გაჟღენთვის სიღრმეზე მოქმედებს შემდეგი ფაქტორები: მერქნის ანატომიური აღნაგობა და მისი ტენიანობა, მოლეკულური მასა და სითხის სიბლანტე, პოლიარულობა, ზედაპირის დაჭიმულობა, გამჟღენთი სითხეები და გაჟღენთვის ტექნოლოგია.

ყველაზე კარგად იჟღინთება ფოთლოვანი სახეობის მერქანი (არყის ხე, თხმელა, ცაცხვი, წიფელი, ვერხვის გული). მუხა და წიწვოვანი სახეობები რთულად იჟღინთება ცუდად, თუმცა ფიჭვი, კედარი და ლარიქსი შეიძლება გაიჟღინთოს საკმაოდ მკვრივად. ასევე ცუდად იჟღინთება ნაძვი და სოჭი.

მერქნის გაჟღენთვის მრავალი სახის ტექნოლოგიური პროცესი და მისი მოწყობილობები, პროცესის მამოძრავებელი ძალები და გამჟღენთი სითხეების რაოდენობა ართულებენ გაჟღენთვის ზოგადად მიღებული მეთოდის კლასიფიკაციას. ტექნიკურ ლიტერატურაში მოცემულია გაჟღენთვის რამდენიმე ვარიანტი.

გაჟღენთვის ყველა მეთოდი იყოფა სამ ჯგუფად: კაპილარული, დიფუზური და წნევის ქვეშე გაჟღენთვა.

კაპილარული გაჟღენთვის მეთოდებს მიეკუთვნება: მერქნის ზედაპირზე გამჟღენთი ნივთიერების წასმა/დატანა, ეს მეთოდი გამოიყენება მშენებლობაში და სარემონტო სამუშაოებში სამ მოქმედებად: სითხის დატანა ფუნჯით, ჩაყურსვა სითხეში და დაშხეფება. ამ დროს მერქანი უნდა უნდა იყოს მშრალ მდგომარეობაში ან ნაწილობრივ გამშრალი. მასში სითხის შეღწევა მიმდინარეობს მხოლოდ კაპილარული ძალების საშუალებით. შეღწევადობის სიღრმე შეადგენს 1...2 მმ სალი მერქნისათვის და 5 მმ კი გადაბერებული ხეებისათვის. გაჟღენთვის სიღრმე დამოკიდებულია სითხის სიბლანტეზე, გასაჟღენთ მერქანზე და გაჟღენთვის დაყოვნების ხანგრძლივობაზე. პანელური გაჟღენთვა გამოიყენება უნიკალური მერქნის დამცავი დამუშავებისათვის. მათი დაკონსერვება მიმდინარეობს დაშლის გარეშე. მისი თავისებურება არის იმაში რომ ეს პროცესი მიმდინარეობს მის ექსპლუატაციასთან ერთად, ხსნარში დასველება განსხვავდება ჩაყურსვის დროს კაპილარული გაჟღენთვისაგან. აბაზანაში ანტისეპტიკის კონცენტრირებულ ხსნარში ჩაყურსავენ არა მშრალ, არამედ ნაწილობრივ ტენიან მერქნის სორტიმენტებს. მაღალია შეღწევადობა, როდესაც დამცავი გაჟღენთვა მიმდინარეობს დიფუზიის საშუალებით.

წნევის ქვეშე მიმდინარე მერქნის გაჟღენთვის სამრეწველო მეთოდები, შეიძლება დავყოთ 2 ჯგუფად: გაჟღენთვა ღია აბაზანებში მერქნის წინასწარი გახურებით და გაჟღენთვა ჰერმეტიკულ რეზერვუარებში (ავტოკლავებში) ცვალებადი წნევის შექმნით, რომლებიც ერთიანდებიან ერთი საერთო დასახელებით „ავტოკლავური გაჟღენთვა“.

განსაკუთრებით გავრცელებულია გაჟღენთვის ვარიანტი – 2 აბაზანის პრინციპი (ცხელი და ცივი აბაზანები). გასაჟღენთი სორტიმენტების პაკეტს ახურებენ ცხელ გამჟღენთ სითხეში, რის შემდეგაც ის გადააქვთ მეორე აბაზანაში, სადაც მოთავსებულია ცივი გამჟღენთი სითხე, კონკრეტულად

გაჟღერებულა ხდება მეორე აბაზანაში. ი. მ. ივანოვმა და ა. დ. პანფილოვმა წარმოგვიდგინეს გაჟღერების დაჩქარებული მეთოდი ცხელ-ცივ აბაზანებში, რაც გამორიცხავს მერქნის ჰაერთან შეხებას მთელი გაჟღერების პროცესის განმავლობაში [9].

სამწუხაროდ ზემოთ ჩამოთვლილ ყველა მეთოდს აქვს გარკვეული შეზღუდვები. ამჟამად მნიშვნელოვანია ავტოკლავური გაჟღერების მეთოდის გამოყენება, რომელიც უზრუნველყოფს მერქანში გამჟღერების ნივთიერების ღრმად შეღწევას მცირე დროის განმავლობაში.

ყველა შემთხვევაში მერქანი უნდა იყოს შესაბამისად მომზადებული გაჟღერებისათვის. მოსამზადებელ ოპერაციებს მიეკუთვნება: გაქერქვა, შრობა, მექანიკური დამუშავება და დაჩხვლეტა. ზოგიერთი ეს ოპერაციები აუცილებელია ყველა შემთხვევაში, ხოლო ზოგიერთებს იყენებენ გაჟღერების გარკვეული ოპერაციების დროს.

მერქნის მოდიფიცირებული სითხეებით გაჟღერების ტექნოლოგია სამომხმარებლო თვისებები და პროდუქცია განისაზღვრება ძირითადად გაჟღერების მეთოდის ხარისხის მიხედვით.

ასე, მერქნის დაკონსერვებისას იზრდება ანტისეპტიკის რაოდენობა, რომელიც წარმოადგეს შხამს მერქანმრღვევი სოკოებისათვის, ამცირებს ლპობის ვარაუდს. რაც არაერთხელ იქნა დამტკიცებული კვლევების საშუალებით.

როდესაც სჭირდებათ შხამების გაჟღერება, წინასწარ დაჩხვლეტენ მათ. მიუხედავად იმისა, რომ მცირდება მასალის სიმკვრივე, იგი საშუალებას იძლევა გაიზარდოს შხამების ექსპლუატაციის ხარისხი და ვადა 5 წლამდე. არის მონაცემები, რომ დაჩხვლეტილ შხამს თუ ხარისხიანად გავჟღერთ მაშინ მისი მუშაობის ვადა გაიზრდება კიდევ 2...3-ჯერ [6]. ვ. ვ. პაპოვას გამოკვლევებმა დაამტკიცა ღრმა გაბურღვის მიზანშეწონილობა შხამების ყველაზე მნიშვნელოვან ადგილებში (რელსების შუასადების ქვეშ ზონაში) გაჟღერებამდე, შხამებს უკანა მხრიდან ბადეზე დააწყობენ, დახვრიტავენ 5 მმ-ის დიამეტრით და 165 მმ

სიღრმით. ეს საშუალებას იძლევა მივიღოთ გამჭოლი გაჟღენთვა მერქნის მინიშნებულ ზოლზე, რაც გარანტიას იძლევა სიმკვრივის მნიშვნელოვან შემცირებასა და შპალების ხანგრძლივ ექსპლუატაციაზე.

თუმცა გაჟღენთვის ის მეთოდები, რომლებიც დაფუძნებულია მერქნის მთლიანობის დარღვევაზე დაცხრილვის გამო შეუძლებელია, რომ რაციონალურად მივიჩნიოთ. უფრო პერსპექტიულია ამ პრობლემის გადასაჭრელად ცვალებადი წნევის მეთოდი, რაც საშუალებას გვაძლევს გავზარდოთ მერქნის გაჟღენთვის პროცესის ვადები (შესაბამისად გაჟღენთვის სიღრმე).

კიდევ უფრო მეტად გაჟღენთვაზე დამოკიდებულია მერქნის დაცვის ხარისხი ანტისეპტირების დროს. ს. ნ. გორშინისა და ყ. ა. მაკსიმენკოს მიერ [34] გამოკვლეული იქნა პარამეტრების გავლენა დამცავი აფსკით, რომელიც მიიღება მერქნის გაჟღენთვის შედეგად, ცეცხლდაცვის დროს.

მასიური მერქნის გამოყენებისას ავეჯის, სადურგლო მასალებისა და იატაკებისათვის პირველ პლანზე გამოაქვთ მისი დეკორატიული თვისებები. ადგილობრივი მერქნის სახეობებს ახასიათებს ღარიბი ტექსტურა და შეზღუდული ფერთა გამა. ძვირფასი სახეობების მერქნის მარაგი ქვეყანაში ძალიან შეზღუდულია. გაჟღენთვის მიზანია გამოვამჟღავნოთ მერქნი ს ბუნებრივი ტექსტურა და სასურველი ფერი. რაც შესაძლებელია სხვადასხვა ხსნარებითა და საღებავებით მისი შეღებვით. შეღებილი მერქანი თავისი დეკორატიული თვისებებით ჩამორჩება ძვირფასი მერქნის სახეობებს. ყველაზე მეტად სასურველია ამ ტექნოლოგიით გამოყენებული იქნეს გამჭოლი შეღებვა დიდი რაოდენობის შეწოვით. ამასთან განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება გამჟღენთი სითხის თანაბრად მერქანში გადანაწილებას. ეს წარმოადგენს იმ პირობას, რომ მერქანი მთელ სიგრძეზე თანაბრად უნდა იყოს შეღებილი.

შემოთავაზებული გამჟღენთი დანადგარის (პატენტი PΦ №2011511) მიხედვით გათვლილია ღრმა ვაკუუმის შექნაზე (95...97%) სველი

მეთოდისათვის (გამჟღენთი კამერა ავსებულია სითხით) გაჟღენთვის დრო არის არაუმეტეს 1 საათი, ხოლო მშრალი მეოდით 2-3 მილებაზე 3...5 ს.

ყველაზე პერსპექტიულ მეთოდს ჩვენი აზრით წარმოადგენს წნევის ქვეშე გაჟღენთვა, როდესაც წნევა არის ატმოსფერულ წნევაზე მაღალი და საჭიროებს ძალიან მცირე დანახარჯებს და მარტივ დანადგარს, რომელიც უზრუნველყოფს პროცესის მაღალ დონეზე ჩატარებას.

მერქნის გაჟღენთვის პროცესში თავდაპირველად ხდება მსხვილი ჭურჭლების მაკროსკოპული ღრუების შევსება, რომლებიც უშუალოდ დაკავშირებული არიან გარშემორტყმული ნაწილით, ხოლო შემდეგ ხსნარი აღწევს მიკროღრუებშიც, და რომელიც დაკავშირებულია მაკროსიღრუებთან და ფორების კედლებთან. ამგვარად, მერქნის გაჟღენთვის ხარისხზე გავლენას ახდენენ ჭურჭლების სიღრუეები.

ჭურჭლები ახასიათებს მხოლოდ ფოთლოვანი სახეობის მერქანს და წარმოდგენილია ცალკეული უჯრედებისაგან შემდგარი გრძელი მილებით, ფართო ღრუებით და შედარებით თხელი კედლებით. ეს ელემენტები განსაკუთრებით კარგადაა მორგებული ხის ტანში წყლის გადატანისათვის.

მკვეთრად გამოხატული კიბისებრი პერფორაციები გააჩნია არყის ხეს და თხმელას. მარტივი პერფორაციის მქონე ჭურჭლები აქვს ვერხვს [8].

ხის ტანში იხრებიან ვერტიკალიდან ტანგენციალური და ნაწილობრივ რადიალური მიმართულებით. საბოლოო და შუალედური კონტაქტების წყალობით ჭურჭლებში იქმნება ერთიანი სივრცე – განტოტვილი წყალგამტარი სისტემისასა.

მერქანში ჭურჭლების მოცულობა არათანაბარია, ეს დამოკიდებულია მერქნის სახეობაზე, მის სიმ სიმკვრივეზე, ზრდის პირობებზე და სხვა ფაქტორებზე. ჭურჭლების მოცულობა მერქანში სხვადასხვა სახეობისათვის მერყეობს 7%-დან 43%-მდე. ისეთი სახეობებისათვის როგორებიცაა არყის ხე, ვერხვი, თხმელა, ჭურჭლების მოცულობის პროცენტული შემადგენლობა სიმკვრივეზე დამოკიდებულების მიხედვით მოცემულია ცხრილში 1.2 [2].

ცხრილი 1.2 – მერქანში ჭურჭლების მოცულობა

სახეობა	მერქნის სიმკვრივე კგ/მ ³	ჭურჭლების მოცულობა მერქნის საერთო მოცულობაში, %
არყის ხე	640	24,7
ვერხვი	460	26,4
თხმელა	540	29,0

იმისათვის, რომ ავღწეროთ გაჟღენთვის პროცესი და განვსაზღვროთ გაჟღენთვის დრო, ჩვენს მიერ შექმნილი იქნა მერქნის მოდელი (არყის ხე, ვერხვი, თხმელა).

ტექნიკური მოდელი შემუშავებული და გამოქვეყნებული იქნა პუბლიკაციების მიხედვით, ანატომიური ელემენტების გაზომვის შედეგად მიკროფოტოგრაფიაში.

ანატომიური ელემენტების გაზომვა ხდებოდა ლუპის საშუალებით 24-ჯერადი გადიდებით და დაყოფის გრადაციით 5 მკმ. მონაცემების დამუშავების შემდეგ მასშტაბის საშუალებით გადიდება გადაყვანილი იქნა ფაქტიურ ზომებზე. არყის ხის თხმელისა და ვერხვის ტექნიკური მოდელი წარმოდგენილია ცხრილში 1.3.

ცხრილი 1.3. ტექნიკური მოდელი

№	დასახელება	გაზომვის ერთეული	სახეობა		
			არყის ხე	თხმელა	ვერხვი
1	ჭურჭლების რაოდენობა 1მ ² -ზე	რაოდ.	55-110	75-100	90-110
2	ჭურჭლის სიგრძე	მმ			
3	ჭურჭლის გარსის სიგრძე	მკმ	600	300-500	400-800
4	ჭურჭლის დიამეტრი	მკმ	40-100	60-100	60-100
5	ჭურჭელში პერფორაციის სახეობა		კიბისებრი	კიბისებრი	მარტივი
6	პერფორაციაში ძელების რაოდენობა	რაოდ.	10-40	10-30	არა
7	ფორების დიამეტრი	მკმ	3-5	2-6	2-4
	საშუალო მნიშვნელობა	მკმ	4	5	3
8	ჭურჭლის სისქე	მკმ	2,5-6,0	2-4,0	1,5-3
	საშუალო მნიშვნელობა	მკმ	4	3	2

1.9. მერქანში ტენის გადაადგილების ფიზიკური

კანონზომიერებები

მერქანში ტენის გადაადგილების მამოძრავებელი ძალები შეიძლება იყოს გრავიტაცია, კაპილარული წნევა, ოსმოტიკური წნევა, ელექტროოსმოსი, პარცეალური წნევა, ორთქლჰაეროვანი ნარევი, მექანიკური ზემოქმედება, დიფუზია, ეფუზია, თერმოდირფუზია და სხვა.

მერქნის შრობის პროცესის თავისებურებები და მისი მექანიზმი ძირითადად განისაზღვრება მერქანში ტენის გადაადგილებით, ე. ი. ტენის გადაადგილება მასალის შიგნით, რომელიც შეიძლება მიმდინარეობდეს ტენშემცველობის, ტენიანობის და ტემპერატურის გრადიენტით, ან ჭარბი წნევით.

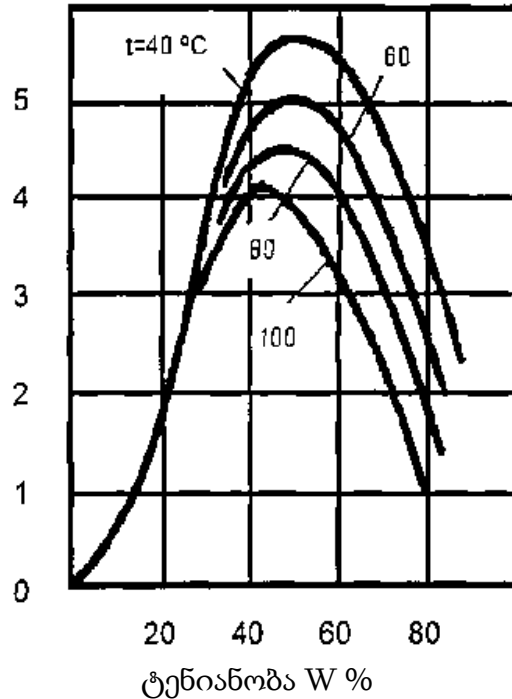
ტენის გადაადგილება ტენიანობის გრადიენტის საშუალებით. ტენი მერქანში გადაადგილდება როგორც ორთქლის, ისე სითხის სახით. მისი გადაადგილების პოტენციელები განსხვავებულია. წყლის ორთქლი დიფუნდირებს (მოქმედებს) მისი პარცეალური წნევის გრადიენტით. თხევადი წყალი გადაადგილდება კაპილარული წნევის გრადიენტით. აქედან გამომდინარეობს რომ ტენის ნაკადის სიმკვრივე პროპორციულია ტენშემცველობის გრადიენტისა და ტენგამტარობის კოეფიციენტის. და განისაზღვრება შემდეგი განტოლებით:

$$i = -a' \cdot P_o \frac{du}{dx}, \quad (1.1)$$

სადაც: a' – არის ტენგამტარობის კოეფიციენტი, m^2/c ; P_o – მერქნის სიმკვრივე აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში კგ/მ³; $\frac{du}{dx}$ – ტენშემცველობის გრადიენტი.

მერქნის მრავალმხრივი შრეები ჰიგროსკოპულ მასალებთან შედარებით არ არის მთლად უნივერსალური (განტოლება 1.1). კერძოდ ის მისაღებია მერქნის უჯრედების ტენიანობის ზღვრის დაბლა $W < W_{\text{нн}}$. ამ შემთხვევაში ორთქლის პარცეალური წნევა მერქანში, ასევე სითხის კაპილარული წნევა, მასში წარმოადგენენ ტენიანობის ფუნქციას. ამიტომ

ტენიანობის გრადიენტი შეიძლება განხილული იქნეს აქ, როგორც ორთქლისა და სითხის ერთდროულად გადაადგილების მამოძრავებელი ძალა.



ნახ. 4. მერქნის თერმოგრადიენტული კოეფიციენტის დიაგრამა

ბოჭკოების განივი მიმართულებით გ. ს. შუბინის მიხედვით

აქ ასევე ერთდროულად ხდება მასალაში ორთქლისა და სითხის გადაადგილება, რომელთა გადატანის პოტენციალებს წარმოადგენენ ორთქლის პარციალური წნევა და სითხის გადაადგილების კაპილარული წნევა.

მერქნის კონვექციური შრობის პროცესში ყოველთვის არის ტემპერატურის განსხვავება მის ცენტრალურ და ზედაპირულ ფენებს შორის, ტემპერატურის გრადიენტის მიხედვით. რაც მეტია ტემპერატურის გრადიენტის მნიშვნელობა, მით მეტ წინააღმდეგობას განიცდის ტენის ნაკადი, რომელიც გამოწვეულია სითხის გრადიენტის ზემოქმედებით.

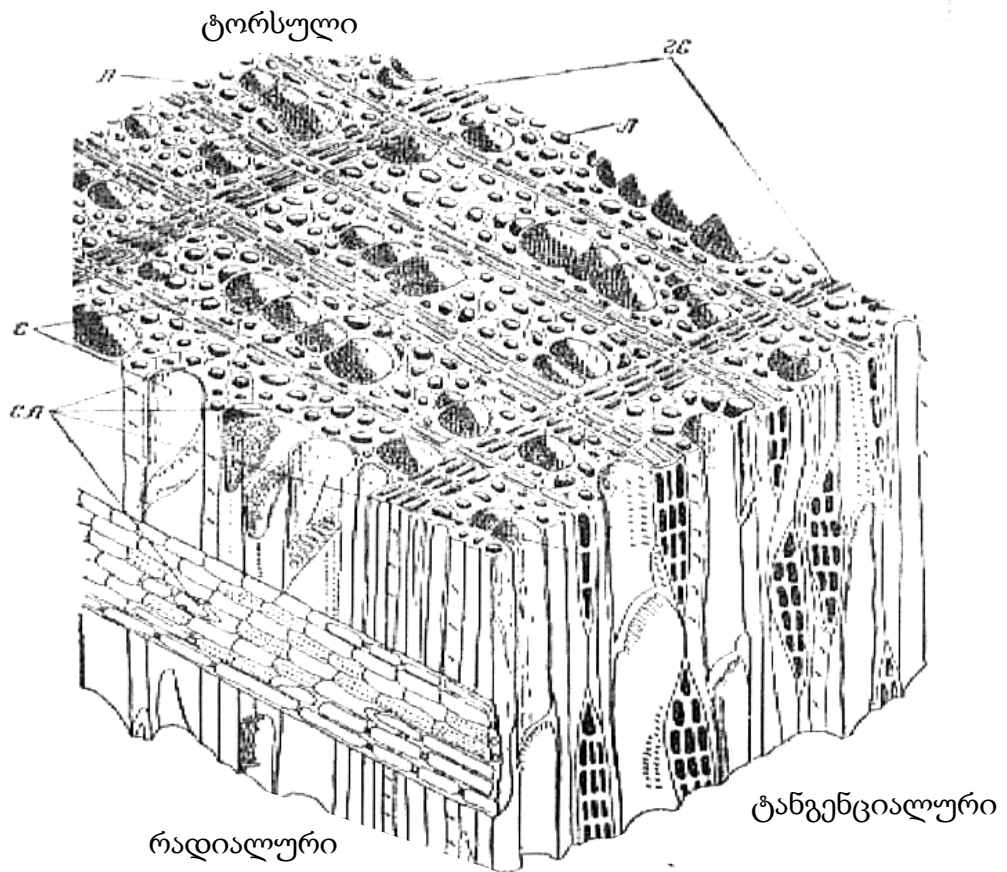
კონვექციური შრობის ჩატარების ტექნოლოგია და გამოყენებული რეჟიმები გამორიცხავენ მერქანში მოლიარული ტენის გადაადგილების არსებობას.

ჩვეულებრივ პირობებში კამერული შრობის როლი პრაქტიკულად არ არსებობს, თერმოტენგამტარობა უმნიშვნელოა. კონვექციური შრობის ხანგრძლივობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მერქნის ტენგამტარობის უნარი.

1.9.1. მერქნის სტრუქტურა

მერქნის შიგნით ტენის გადაადგილება წარმოადგენს რთული ფიზიკურ–მექანიკურ და ფიზიკურ–ქიმიურ მოვლენათა კომპლექსს, რომელიც თავისი არსით განსაზღვრავს შრობის პროცესის ხანგრძლივობას. ამიტომ მერქნის შრობის ინტენსიფიცირება – არის პირველ რიგში შრობის ახალი ტექნოლოგიების გამოყენება, რომელიც საშუალებას მოგვცემს გავზარდოთ მერქანში ტენის გადაადგილების სიჩქარე.

მერქანში ტენის გადაადგილებაზე გავლენას ახდენს მრავალი ფაქტორი. მათ შორის ყველაზე მთავარია მერქნის მაკრო და მიკრო აღნაგობა. ამიტომ მისი ანატომიური აღნაგობის ცოდნა საშუალებას მოგვცემს ჩამოვაცალიბოთ მერქანში ტენისა და წყლის გადაადგილების (ტენგამტარობის) და შესაბამისად, შრობის პროცესის ინტენსიფიცირების საკითხი.



ნახ. 5. ფოთლოვანი სახეობის მერქნის მიკროსკოპული აღნაგობის
სქემა

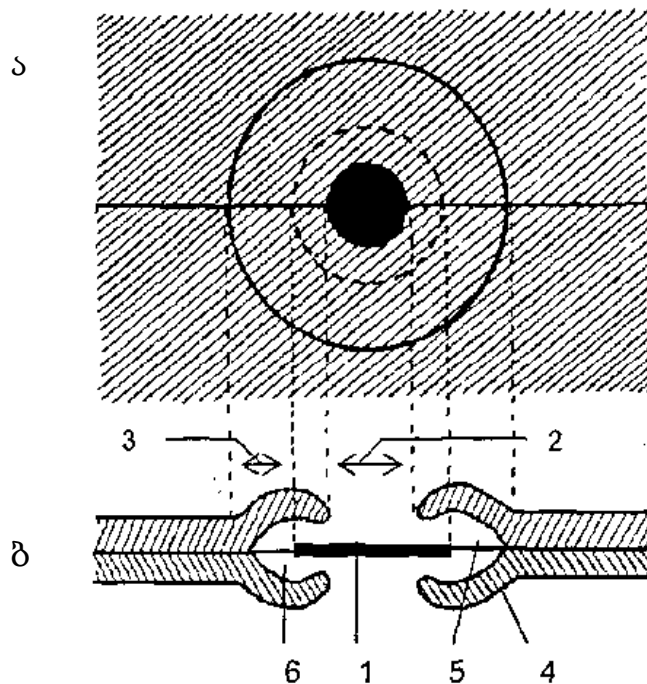
C-ჭურჭლები; II-ლიბრიფორმი; III-კიბისებრი პერფორაცია; C.II-
გულგულის სხივები; II-წლიური შრეები.

ადრეული ტრაქეიდები წარმოადგენენ გამტარ ქსოვილს ფოთლოვანი სახეობის მერქანში. რადიალური მიმართულებით ისინი 2...2,5-ჯერ მეტია ვიდრე ტანგენციალური მიმართულებით, მათი კედლები ოდნავ განიერია, გააჩნიათ დიდი სიღრუეები (ნახ. 5). ტრაქეიდების რადიალურ კედლებზე არის მრავალრიცხოვანი გასქელებული ფორები (ნახ. 5). ადრეული ტრაქეიდების რადიალურ კედლებზე ასეთი ფორების არსებობა აადვილებს ტენცვლას მეზობელ ელემენტებსა და ერთიდაიგივე შრეებს შორის. ფორების რაოდენობა ერთ ტრაქეიდაზე სხვადასხვა სახეობებში შეიძლება მერყეობდეს 30-დან 225-მდე. ისინი განლაგებული არიან ტრაქეიდების ბოლოებში [2, 8].

ადრეული ტრაქეიდები ქმნიან წლიური შრის ადრეულ მერქანს და ძირითადად გამტარ ფუნქციას ასრულებენ. მათი სიგანე დაახლოებით 40 მკმ-ია მაშინ, როდესაც კედლის სისქე არის 1,5 მკმ.

გვიანი ტრაქეიდები წარმოადგენენ მექანიკური ელემენტების სისტემას. ამიტომ მათი კედლები ძლიერ გასქელებულია, სიღრუეები მცირეა, გარქოვანებული ფორები წვრილი და მრავალრიცხოვანი, გასქელებული კი თითქმის შეუმჩნეველია (ნახ. 5). ზოგიერთი სახეობის გვიანა ტრაქეიდები შეიცავენ მცირე რაოდენობით გასქელებულ ფორებს ტანგენციალურ კედლებზე. ზომის მიხედვით რადიალური მიმართულებით ნაკლები რაოდენობითაა წარმოდგენილი, ვიდრე ტანგენციალური მიმართულებით [7,8,].

გვიანა ტრაქეიდების სიგანე დაახლოებით 20 მკმ, როდესაც კედლების სისქე დაახლოებით არის 5...6 მკმ. გვიანა და ადრეული ტრაქეიდების სიგრძე არის დაახლოებით 2,5...5,0 მმ.



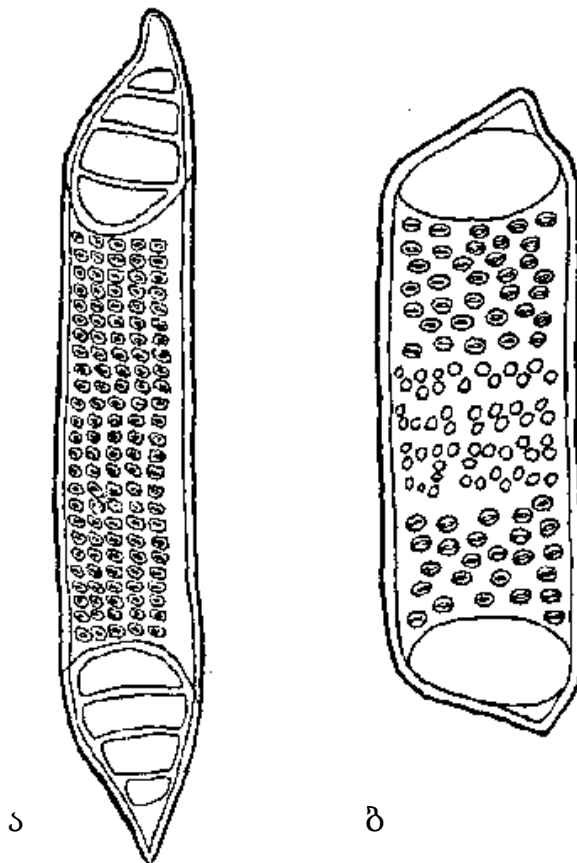
ნახ. 6. გასქელებული ფორი

ა-გასქელებული ფორი (ხედი ზედაპირიდან); ბ-გასქელებული ფორი; 1-თორუსი; 2-აპერტურა; 3-მარგინალური ზონა; 4-გაქვავებული; 5-დამამთავრებელი ფორი; 6-ფორების სიღრუეები

1.9.2. ფოთლოვანი სახეობების მერქნის წყალგამტარი სისტემა

ფოთლოვანი სახეობის მერქანს ახასიათებს უფრო რთული ანატომიური აღნაგობა ვიდრე წიწვოვანს. ის არ არის წიწვოვანის მსგავსად მარტივი და ერთგვაროვანი. ამის მიზეზს წარმოადგენს ანატომიური ელემენტების მრავალფეროვნება.

ფოთლოვანი სახეობის მერქნის ქსოვილი შედგება შემდეგი ელემენტებისაგან: ა) გამტარი – ჭურჭლები და ჭურჭლოვანი ტრაქეიდები; ბ) მექანიკური – ლიბრიფორმის ბოჭკოები და ბოჭკოვანი ტრაქეიდები; გ) იმარაგებენ პარენქიმულ უჯრედებს, წარმოქმნიან სხივებს და მერქნულ პარენქიმას.



ნახ. 7. ჭურჭლების სახეობები

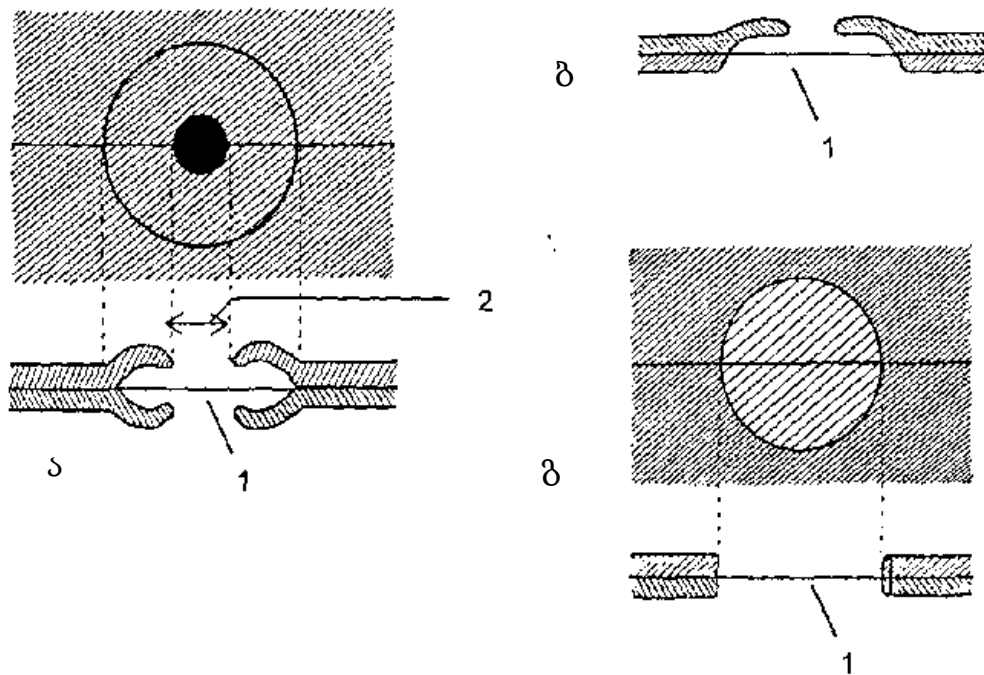
ა–კიბისებრი პერფორაციის ჭურჭლის ნაწილი; ბ–მარტივი პერფორაციის ჭურჭლის ნაწილი

ჭურჭლები – ფოთლოვანი სახეობის მერქნის ტიპური წყალგამტარი ელემენტებია, რომლებიც წარმოადგენენ გრძელ, თხელ მიკროდრუიან მილებს (ნახ. 7). მოცულობის მიხედვით მათ უკავიათ 10–დან 50% მდე.

სურათზე ნაჩვენებ ჭრილებზე მათ აქვთ მილების ფორმა, ამასთან თვითეული ღერო შეესაბამება ერთ უჯრედს. ცალკეული უჯრედების გაერთიანება შეიძლება იყოს მარტივი, თუ ერთ ნაწილში წარმოიქმნება ერთი დიდი მრგვალი ნახვრეტი ან კიბისებრი პერფორაცია.

ბევრი სახეობის ჭურჭლებში გვხვდება რომელიმე პერფორაციის ერთი ტიპი. ზოგიერთ სახეობას აქვს ერთი და მეორეც. პერფორაციის სახეს დიდი მნიშვნელობა აქვს ჭურჭელში წყლის გადატანისათვის [6, 8,].

ჭურჭლების სიგრძე სხვადასხვაგვარია. ძირითადად ის გვხვდება 2 სმ ზომის და არ აჭარბებს 10 სმ–ს. ხანდახან ჭურჭელმა ტენი შეიძლება გაატაროს ღეროს სიგრძეზე. წვრილი ჭურჭლების დიამეტრია 0,16 მმ, მსხვილისა – 0,2...0,4 მმ.

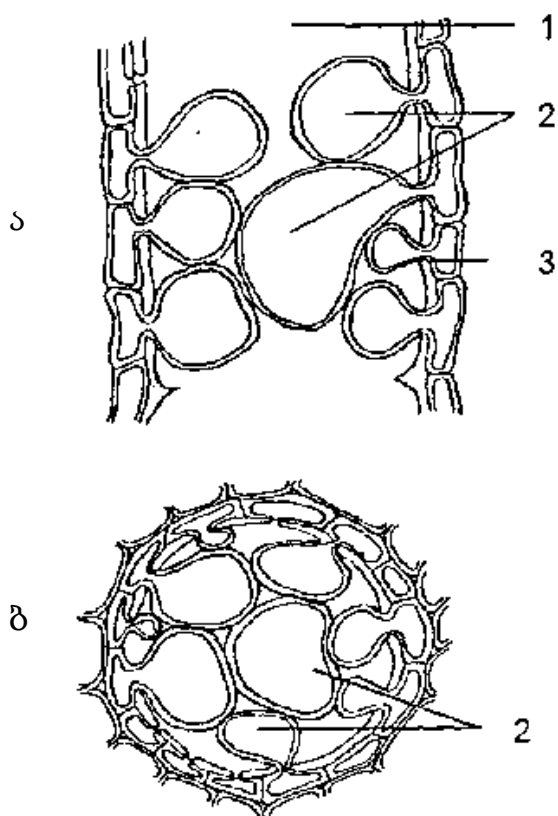


ნახ. 8. ფოთლოვანი სახეობის მერქნის ფორმების აღწერა

ა–გაქვავებული; ბ–ნახევრად გაქვავებული; გ–მარტივი; 1–დამამთავრებელი ფირი; 2–აპერტურა

ზოგ ადგილებში, სადაც ჭურჭელი ეხება სხვა ჭურჭელს, რომლებიც გამოირჩევიან გაქვავებული ფორებისაგან მცირე სიდიდით და არ გააჩნიათ თორუსი (ნახ. 8, ბ). კედლებში პარენქიმულ უჯრედებთან, ფორები ჩვეულებრივად მყარდება მხოლოდ ჭურჭლის მხრიდან (ნახ. 8, გ). სხივის უჯრედებთან გადაკვეთისას ფორები განლაგებულია ოვალური ან მრგვალი, მნიშვნელოვნად წვრილი, გაქვავებული ფორმით [7,8].

ფოთლოვანი სახეობის მერქანს ჭურჭლების წყალობით ახასიათებს მნიშვნელოვნად 3...10-ჯერ მეტი წყალგამტარობა და უფრო გრძელი ბოჭკოები ვიდრე წიწვოვანი სახეობის მერქანს.



ნახ. 9. ჭურჭლები თილებით

ა-გრძივი ჭრილი; ბ-განივი ჭრილი; 1-ჭურჭელი; 2- თილები; 3- ფორები

მოზარდ ხეში ტენის გადაადგილების თავისებურებები განივი და რადიალური მიმართულებით მერქნის შრობის პროცესში ტენის აორთქლებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ.

1.9.3. სხვადასხვა სახეობების მერქნის წყალგამტარი

სისტემის შედარებითი ანალიზი

მერქნის ანატომიური აღნაგობა ძალიან დიდ გავლენას ახდენს მერქნის ჰიგროთერმული დამუშავების პროცესზე. წიწვოვანი და ფოთლოვანი სახეობების მერქნის შრობას აქვს მნიშვნელოვანი განსხვავება, როგორც ტექნოლოგიის მხრივ, ასევე პროცესის ხანგრძლივობით. ეს აიხსნება იმით, რომ ფოთლოვანი სახეობის მერქნის რთული აღნაგობა ახდენს უფრო მეტ გავლენას მერქნის წყალგამტარობაზე, ვიდრე წიწვოვან სახეობებში.

სხვადასხვა სახეობის მერქანში ელემენტების დაახლოებითი შემადგენლობა პროცენტულად საერთო მოცულობაში მოყვანილია ცხრილებში 1.4-1.5.

ცხრილი 1.4. ზოგიერთი მერქნის ანატომიური ელემენტების შემადგენლობა

მერქნის სახეობა	ტრაქეიდები		გულგული ს სხივები	ვერტიკალური ფისის სავალი მილები	ფოროვნება %
	ადრეული	გვიანი			
ფიჭვი	59 (55-65)	25 (20-30)	12	4	68,6
ლარიქსი	48 (45-55)	40 (35-45)	10	2	58,5

ცხრილი 1.5. ანატომიური ელემენტების შემადგენლობა ზოგიერთ ფოთლოვან სახეობაში

მერქნის სახეობა	ჭურჭლები	მერქნული ბოჭკოები			მერქნული პარენქიმა	გულგულის სხივები	ფოროვნება %
		ჭურჭლოვანი ტრაქეიდები	ბოჭკოვანი ტრაქეიდები	ლიბრიფორმის ბოჭკოები			
გაფანტულჭურჭლოვანი სახეობები							
წიფელი	25	10	15	18	2,0	30 (25-35)	57,5
ვერხვი	40 (30-45)	15	10	24	1,0	10 (8-12)	69,6
არყის ხე	25 (20-30)	12	7	39	2,0	15 (10-20)	59,5
მრგვარჭურჭლოვანი სახეობები							
იფანი	20	6	35	20	5	15	57,5
მუხა	25	5	28	15	2	25	57,2

მერქანში ტენის გადაადგილება დამოკიდებულია ანატომიური ელემენტების სიღრუეებზე, შინაგან ზომებზე, ფორმებზე, სახეობაზე და რაოდენობაზე, თუმცა ცნობილია, რომ ანატომიური აგებულების ნიშნები, სხვადასხვა გავლენას ახდენენ წყლისა და ტენის გადატანაზე. სხვადასხვა სახეობის მერქანს აქვს სხვადასხვაგვარი ტენის ცვალებადობა, რაც აუცილებლად გათვალისწინებული უნდა იყოს მერქნის შრობისა და ჰიდროთერმული დამუშავების დროს.

ყველაზე მნიშვნელოვან საკითხს, უეჭველად, წარმოადგენს ფოთლოვანი სახეობის ჭურჭლები. ისინი ყველაზე მეტად არიან მორგებული მერქანში წყლის გატარებაზე. ეხებიან რა მეზობელი ელემენტების ფორმებს, ჭურჭლები წარმოქმნიან ერთ მთლიან გამტარ სისტემას.

მერქანში წყლის გადაადგილება ხდება ასევე ტრაქეიდების საშუალებით. ტრაქეიდების ზომები და ფორმების რაოდენობა უჯრედის კედლებში მნიშვნელოვნად ჩამორჩება ჭურჭლებში ტენის და წყლის გამტარობის უნარს.

ტენგამტარი ელემენტები რკალჭურჭლოვანი ფოთლოვანი სახეობებისათვის შესრულებულია მუხისა და იფანის მაგალითზე. მუხისა და იფანის მერქნის ანატომიური ელემენტების რაოდენობა და შედარებითი ანალიზი წარმოდგენილია ცხრილში 1.5. რომელიც გვიჩვენებს მუხის მერქნის სრულყოფილ აღნაგობას და უკეთეს წყალგამტარობას. მუხის მერქანს უფრო მეტი აქვს ჭურჭლების რაოდენობა, გულგულის სხივები, ჭურჭლოვანი ტრაქეიდები ვიდრე იფნის მერქანს. თუმცა შრობის პრაქტიკა მოწმობს იმას, რომ იფნის მერქანი შრება ორჯერ სწრაფად, ვიდრე მუხისა.

მერქნის გაფანტულჭურჭლოვან სახეობებს უფრო თანაბარი წლიური შრეების აგებულება აქვთ რკალჭურჭლოვან სახეობასთან შედარებით. ამ ჯგუფის სახეობებს არ აქვთ მსხვილი ჭურჭლები, ხოლო პატარები და საშუალო ჭურჭლები საკმაოდ თანაბრად არიან განაწილებული წლიურ შრეში. გაფანტულჭურჭლოვან სახეობებში წიფლის, მერქნის, არყის ხის და

ვერხვის ანატომიური ელემენტების შემადგენლობა და რაოდენობა წარმოდგენილია ცხრილში 1.5.

აღნიშნული სახეობების შრობის პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ყველაზე სწრაფად შრება ვერხვის მერქანი. შრობის უფრო მეტი ხანგრძლივობა სჭირდება არყის ხეს, ხოლო ყველაზე მეტი წიფელს.

ამგვარად რკალჭურჭლოვანი და გაფანტულჭურჭლოვანი მერქნის სახეობის უმეტესობა ნაწილობრივ კარგავს წყალგამტარიანობის უნარს, დროთა განმავლობაში ივსებიან ვინაიდან ისინი თილებით და ექსტრაქტული ნივთიერებებით ბვსებიან არიან შევსებული. აქედან გამომდინარეობს, რომ თილებისა და ექსტრაქტული ნივთიერებების მოშორება საშუალებას მოგვცემს მნიშვნელოვნად ავამაღლოთ ფოთლოვანი მერქნის ტენგამტარობა.

ტენგამტარობაზე დიდ გავლენას ახდენს ასევე ჯგუფურად განლაგებული წვრილი ჭურჭლები. განარჩევენ შემდეგ ჯგუფებს: რადიალური, რომლებიც გვანან ცეცხლის ალის ენებს, რომლებიც მიმართულია რადიუსისაკენ; ტანგენციალური – სუსტი ან ძლიერი, ტალღობრივი, ერთიანი ან წყვეტილი ხაზებით, მიმართული წლიური შრისაკენ; გაფანტულჭურჭლოვანი – წერტილებისა და წყვეტილი ხაზების მონაცვლეობით [8, 9]. მერქნის სახეობები წვრილი ჭურჭლების რადიალური განლაგებით წლიური შრის გვიანა მერქანში განსხვავდება და რამდენადმე მეტად გამოირჩევა უფრო მეტი ტენგამტარობით რადიალური მიმართულებით.

მერქნის ტენგამტარობა სხვადასხვა მიმართულებით (ტანგენციალური, რადიალური და განივი) განსხვავებულია. ყველაზე კარგად მერქანი ატარებს წყალს ბოჭკოების გასწვრივ. თუმცა, საწარმოო საქმიანობაში მერქნის შრობის პროცესების ხანგრძლივობა და მერქნის წყალგამტარობა, როგორც წესი, მერქნის ბოჭკოების განივი მიმართულებით შეზღუდულია. რამოდენიმე სამეცნიერო ნაშრომის მიხედვით ტენგამტარობა მერქნისა რადიალური მიმართულებით

შედარებით მეტია, ვიდრე ტანგენციალური მიმართულებით. მერქნის რადიალური მიმართულებით, ტენგამტარობა აიხსნება, ანატომიური ელემენტების თავისებურებებით და გულგულის სხივების გავლენით. ეს მტკიცდება იმ მდგომარეობით, რომ მერქანში არსებული ძლიერად განვითარებულ გულგულის სხივებთან შედარებით რადიალური ტენის გადაადგილება განსაკუთრებით მეტია, ვიდრე სუსტად განვითარებული გულგულის სხივების მქონე მერქანში. ამიტომ მესამე წყალგამტარი ელემენტი, რომელიც დიდ გავლენას ახდენს მერქნის ტენგამტარობაზე განივი მიმართულებით, წარმოადგენს გულგულის სხივებს.

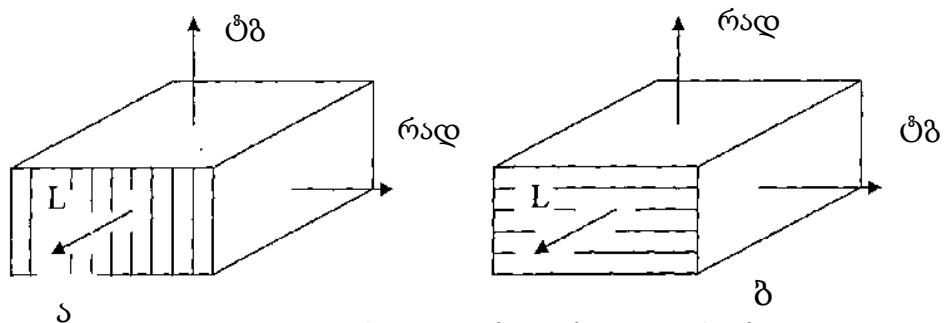
ფოთლოვანი სახეობების მერქანში არის უფრო მეტი გულგულის სხივები ვიდრე წიწვოვან მერქანში. მუხის და წიფლის მერქანს აქვთ განვითარებული ფართე გულგულის სხივები და მათი რაოდენობა სამჯერ მეტია, ვიდრე არყისარყისა და ვერხვის ხეს. ხეს და ვერხვს, რაც ხელს უწყობს, მაღალ ტენგამტარობას სახეობებში რადიალური მიმართულებით.

ტენგამტარობის კოეფიციენტის და ტანგენციალური მიმართულების თანაფარდობა მიახლოებით განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\frac{a'_P}{a'_T} = 1 + \frac{2 \cdot \mathcal{L}}{100} \quad (1.2)$$

სადაც: \mathcal{L} –სხივების მოცულობაა მერქანში, % (ცხრილები 1.4-1.5).

თანაფარდობა ფორმულაში (1.2.) შეადგენს საშუალოდ [1, 3] – არყის ხე 1,2, ივანი 1,25, მუხა და წიფელი 1,5. რადიალური მიმართულებით ბოჭკოების გასწვრივ ტენგამტარობის კოეფიციენტი მეტია 15...20–ჯერ, ვიდრე ტანგენციალური მიმართულებით.



ნახ. 10. დახერხილი მასალის განახერხის ხედი

ა–ტანგენციალური; ბ–რადიალური

როგორც მერქნის რადიალური დახერხვის პრაქტიკა გვიჩვენებს (ნახ. 8, ბ) იგი შრება 15...20%-ით სწრაფად, ვიდრე ტანგენციალური მიმართულებით (ნახ. 8, ა).

ამგვარად, მერქნის წყალ და ტენგამტარობა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე. განსაკუთრებით დიდ გავლენას მერქნის ტენგამტარობაზე ახდენს პერფორაციის სახე და სხვადასხვა ჩანართები ჭურჭლებში. ყველა სახეობისათვის მნიშვნელოვანია ასევე მასალების დახერხვის მიმართულება.

დასკვნები ლიტერატურის მიმოხილვაზე

1. მერქანში ტენის გადაადგილების მამოძრავებელი ძალები შეიძლება იყოს: გრავიტაცია, კაპილარული წნევა, ოსმოსური წნევა, ელექტროოსმოსი, მერქანში შექმნილი მოძრავი ორთქლი, მექანიკური ზემოქმედება, დიფუზია, ეფუზია, თერმოდიფუზია. ამ ძალების მოქმედებით მერქანში ტენის გადაადგილების ინტენსიურობა იზრდება ტემპერატურის ზრდასთან ერთად.
2. ტენის გადაადგილება მერქნის შიგნით წარმოადგენს რთულ ფიზიკურ-მექანიკურ და ფიზიკურ-ქიმიურ მოვლენების კომპლექსს, რომელიც თავისი შინაარსით განსაზღვრავს შრობის პროცესის საერთო ხანგრძლივობას.
3. მერქანში ტენის გადაადგილებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მერქნის მაკრო და მიკრო სტრუქტურა (აღნაგობა). ე. ი. სიღრუეების ანატომიური ელემენტების შიგა ზომები, ფორმების სახე და მათი რაოდენობა. მნიშვნელოვანია მერქნის ტენგამტარობის უნარის ცვალებადობა, როგორც დამახასიათებელი ნიშნები ერთი ბიოტიპის

ფარგლებში, რაც აუცილებელია გათვალისწინებული იქნეს შრობისა და თბური დამუშავების დროს.

4. ფოთლოვან სახეობებში ტენგამტარობის მაჩვენებლის განსაზღვრისას დიდი მნიშვნელობა აქვს პერფორაციის სახეს და სხვადასხვა ჩანართების არსებობას ჭურჭლებში.
5. დადგენილია, რომ მერქნის ტენგამტარობის უნარი გავლენას ახდენს, როგორც რკალჭურჭლოვან, ასევე გაფანტულჭურჭლოვან სახეობებზე, მიუხედავად ხის ზრდის პირობებისა, იგი ინარჩუნენებს 4–დან 12 წლამდე ექსპლუატაციის უნარს. ჭურჭლების მიერ ტენგამტარობის უნარის დაკარგვა ხდება თილებით და ექსქტიული ნივთიერებებით ფორების შევსების გამო.

მერქანში ტენის გადაადგილება განსაზღვრავს შრობის პროცესის საერთო ხანგრძლივობას. მერქანში ტენის გადაადგილებაზე გავლენას ახდენს მრავალი ფაქტორი. მაგრამ ყველაზე მთავარი მათ შორის, უეჭველად, წარმოადგენს თვითონ მერქნის სტრუქტურა, მისი მაკრო და მიკრო აღნაგობა. ამიტომ აუცილებელია ჩატარდეს თეორიული კვლევები, რომლებიც მიმართული იქნება მერქანში წყლისა და ტენის გადაადგილების ეფექტურობის ამაღლებისაკენ.

2. შედეგები და მათი განსჯა

2.1. ჰიგროსკოპული ხსნარით გაჟღენთილი მერქნის

შრობის თეორიული საფუძვლები

ნებისმიერი შრობის პროცესის და მისი განხორციელების თავისებურება განისაზღვრება ძირითადად ტენის გადატანის მექანიზმის ხასიათით, ე. ი. ტენის გადაადგილება მასალის შიგნით, რომელიც შეიძლება მიმდინარეობდეს ტენიანობის გრადიენტით, ტემპერატურის გრადიენტით და მაღალი წნევის გრადიენტის ზემოქმედებით. მერქნის შრობის პროცესი განპირობებულია ჯამური ეფექტით, როდესაც ადგილი აქვს გრადიენტების თანხვედრას. არსებული სამრეწველო მერქნის შრობის მეთოდები დაფუძნებულია ერთი, ორი ან სამი ზემოთ აღნიშნული გრადიენტებით.

მერქნის შრობის პროცესის ინტენსიფიცირება პირველ რიგში არის ახალი მეთოდების ძიება, რომელიც საშუალებას მოგვცემს გავააქტიუროთ მერქანში ტენისა და წყლის გადაადგილების პროცესი. როგორც ცნობილია, შრობის ძირითადი პირობა არის ტენის გადაადგილება შიგა ფენებიდან ზედაპირისაკენ. შრომა ითვლება წარმატებულად, როდესაც ტენის გადაადგილების სიჩქარე ტოლია მერქნის ზედაპირიდან ტენის აორთქლების სიჩქარეზე, ე. ი. როდესაც შექმნილია ისეთი პირობები, რომლის დროსაც მერქნის გარე ფენების შრობის სიჩქარე მცირდება, ხოლო ტენის გადაადგილება შიგა ფენებიდან ზედაპირული ფენებისაკენ დაჩქარებულია. ეს საკითხი საფუძვლად დაედო დასკვნას, რომ აუცილებელია წყლის აორთქლების სიჩქარის შემცირება და ჰიგროსკოპული ხსნარის შეყვანით გარე ფენებიდან წყლის გადაადგილება.

თუ მერქნის ზედაპირული ფენები შეიცავენ სითხეს, ხოლო შიგა ფენები – სუფთა წყალს, ორთქლის დრეკადობა ზედაპირულ ფენებში ნაკლები იქნება, ვიდრე შიგა ფენებში. ეს ხელს შეუწყობს მერქნის შიგა ფენებიდან გარე ზედაპირისაკენ ტენის გადაადგილებას პარციალური წნევის სხვაობის ხარჯზე. ჰიგროსკოპული ხსნარებით მერქნის გაჟღენთვა

წარმოადგენს ერთ–ერთ მეთოდს, რომელიც ააქტიურებს მერქანში ტენის გადაადგილების პროცესს.

ლიტერატურაში აღწერილია მერქნის შრობის მრავალი მეთოდი ჰიგროსკოპული ხსნარების გამოყენებით. პირველი მეთოდი იყო მაღალტემპერატურული შრობა ჰიგროსკოპულ ხსნარებში. რამოდენიმე მეცნიერის მიერ ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტული კვლევები, რომლის დროსაც ადგილი ქონდა შრობის პროცესის ხანგრძლივობის გააქტიურებას.

ჰიგროსკოპულ ხსნარებში შრობის პროცესის გამოყენების უპირატესობის გამოკვეთისათვის გამოყენებული იქნა შრობის კომბინირებული მეთოდი, როდესაც პირველ ეტაპზე ტარდებოდა შრობა ჰიგროსკოპულ სითხეებში ($t_p=106^{\circ}\text{C}$) 30%-იან ტენიანობამდე, და მეორე ეტაპზე –კონვექციური შრობა ფორსირებული (დაჩქარებული) მეთოდებით მოცემულ საბოლოო ტენიანობამდე. ამ მეთოდით ჩატარებული შრობის ხანგრძლივობა დაახლოებით სამჯერ შემცირდა, ვიდრე ტრადიციული კონვექციური შრობის ხანგრძლივობა.

შრობის განვიხილულ მეთოდებს ახასიათებს მნიშვნელოვანი ნაკლი, რაც გამოიხატება მერქნის სიმკვრივის შემცირებასა და ფერის შეცვლაში მერქანზე 100°C ტემპერატურის ხანგრძლივად მომქმედების გამო. საექსპლუატაციო ტენიანობამდე მერქნის შრობის ამ მეთოდით მიმდინარეობს მარილის აქტიური შეღწევა მერქანში სიღრმით 4მმ–მდე.

მეორე მეთოდი გამორიცხავს მაღალი ტემპერატურის ხანგრძლივ ზემოქმედებას მერქანზე და მდგომარეობს იმაში, რომ წინასწარ მარილის ხსნარებით გაჟღენთილი მერქნის შრობის პროცესის დაჩქარება წნევის გარეშე ხდება.

პირველი მეთოდი მარტივია, მაგრამ საჭიროებს გაჟღენთვისათვის გაცილებით მეტ დროს. გაჟღენთვა წნევის გამოყენების გარეშე ხორციელდება ღია აბაზანებში, კონცენტრირებულ ჰიგროსკოპულ ხსნარში ოთახის ტემპერატურაზე.

გაჟღენთვა ღია აბაზანაში მიმდინარეობს მნიშვნელოვნად ნელა, რის გამოც ის საჭიროებს დიდ ფართობს გამჟღენთი აბაზანების განლაგებისათვის. მერქანი, რომელიც მოთავსებულია სითხეში, აქტიურად გაიჟღენთება მერქნის ღია ზედაპირებიდან და ტორსებიდან. ტორსებიდან გაჟღენთვა ხდება 9...10-ჯერ სწრაფად ვიდრე ზედაპირებიდან. მუხის მერქნის გაჟღენთვის სიღრმე ტორსებიდან 45...50 მმ-ია, ხოლო ზედაპირებიდან – 4...6 მმ. მერქნის გაჟღენთილი ფენა შემდგომი მექანიკური დამუშავებისას აუცილებლად უნდა იქნეს მოხსნილი. ეს მეთოდი დაკავშირებულია დიდი რაოდენობის მასალის ხარჯთან. გაჟღენთილი მერქნის შემდგომი კონვექციური შრობის პროცესის ხანგრძლივობის შემცირების დრო შრობის ნორმალური რეჟიმებით შეადგენს 24...26%.

ჰიგროსკოპული ნივთიერებებით მერქნის გაჟღენთვა შესაძლებელია ავტოკლავში წნევის გამოყენებით. 2,0 მპა წნევის დროს 3 საათის განმავლობაში გაჟღენთვის სიღრმე აღწევს ისეთ დონეს, როგორც ღია აბაზანაში გაჟღენთვის დროს, პროცესი ხანგრძლივია და გრძელდება 8...9 დღე-ღამის განმავლობაში. მერქნის საშუალო ტენიანობის მატება არ აჭარბებს 5...10%-ს. მეორე მეთოდში გამოიყენება საკმაოდ ძვირადღირებული რთული დანადგარები, რის გამოც ამ მეთოდმაც ფართო გამოყენება ვერ ჰპოვა. შრობის პროცესის ხანგრძლივობის შემცირება ისეთივეა, როგორც აბაზანაში გაჟღენთვის დროს და არ აჭარბებს 24...30%-ს.

მერქნის გაჟღენთვა 4...6 მმ სიღრმით საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ უფრო ხისტი რეჟიმები და დამატებით შევამციროთ შრობის ხანგრძლივობა. ხისტი რეჟიმებით გამოწვეული შემცირება შეადგენს 25...26%-ს.

შრობის ხანგრძლივობის მნიშვნელოვანი შემცირება მიიღწევა მაშინ, თუ გამოყენებულია მერქნიდან ტენის გამოდევნის მაღალტემპერატურული მექანიზმი ფორსირებული რეჟიმებით, იმ მერქნისათვის რომლებიც საჭიროებენ ღრმა გაჟღენთვას.

თუმცა, როგორც მერქნის სტრუქტურულმა ანალიზმა გვიჩვენა ფოთლოვანი სახეობის მერქანი კარგავს წყალგამტარობის უნარს. აქედან გამომდინარეობს, რომ ტენის გადაადგილების ინტენსიურობის გაზრდისათვის აუცილებელია საერთო წყალგამტარობის სისტემაში თილებით დაცობილი ჭურჭლებიც „ჩავართოთ“.

თილები – ეს არის მერქნის პარენქიმული ქსოვილები, რომელთაც ძალიან თხელი ცელულოზური გარსი ახასიათებს, რომლებიც ახშობენ ჭურჭლებს აბსკის სახით.

თილების კედლების დარღვევა შეიძლება მათზე გამოყენებული ჭარბი წნევით. პრაქტიკულად ამის მიღწევა რთული არ არის. საკმარისია გავათბოთ მერქანი წყლის დუღილის ტემპერატურამდე (100°C). ამასთან თავისუფალი წყალი მერქნის უჯრედებში იწყებს დუღილს და გარდაიქმნება ორთქლად. როდესაც გამოიდევენება ორთქლი მერქნიდან, მასში წარმოიქმნება ჭარბი პარცეალური წნევა, ატმოსფერულ წნევასთან შედარებით. ტემპერატურისა და წნევის ერთობლივი ზემოქმედება საკმარისია თილების დარღვევისათვის და ექსტრაქციული ნივთიერებების გამოდევნისათვის [4, 7].

ავტორის მიერ შემოთავაზებულია ჰიგროსკოპული ხსნარებით მერქნის წინასწარი დამუშავება, რომელიც თავისუფალია ჩვენს მიერ განხილული ნაკლოვანებებისაგან. მისი არსი მდგომარეობს მერქნის თბურ 100°C დამუშავებაში 3 საათის განმავლობაში. ჰიგროსკოპული ნივთიერებით ერთდროული გაჟღენთვით 1 მმ–ზე ნაკლები სიღრმით, რაც საკმარისია ხარისხოვანი შრობის ჩასატარებლად.

ამრიგად, შემოთავაზებული ტემპერატურის ზემოქმედება გავლენას ახდენს მერქნის წყალ – და ტენ გამტარობაზე და არ ახდენას ნეგატიურ გავლენას მერქნის სიმკვრივის მაჩვენებლებზე. ზემოთ განხილული მეთოდებისაგან განსხვავებით, ამასთან რეკომენდირებულია გამოყენებული იქნეს რბილი და ნორმალური შრობის რეჟიმები. შრობის

ხანგრძლივობა მნიშვნელოვნად შემცირდება ტრადიციული კონვექციური შრობის ხანგრძლივობასთან შედარებით.

მიუხედავად იმისა, რომ საკმაოდ მნიშვნელოვნად არის დამუშავებული მერქნის შრობის საერთო თეორიული საკითხები, მათი შედეგები თავმოყურელია. ჰიგროსკოპული ხსნარებით შრობის არსებული თეორიული საფუძვლები არ ითვალისწინებს თბური დამუშავების გავლენას მერქნის წყალგამტარ ელემენტებზე. თუ გამოვრიცხავთ მათემატიკურ და ფიზიკურ მოდელებს, რომლებიც სრულად არ ითვალისწინებენ ქიმიურად დამუშავებული მერქნის სტრუქტურაზე და კონვექციური შრობის პროცესზე კომპლექსურ გავლენას. ამიტომ დისერტაციის თეორიული კვლევების მიზანია პრაქტიკული სამუშაოების ჩატარება და არსებული მონაცემების გაფართოება წინასწარ ჰიგროსკოპული ხსნარებით დამუშავებული მერქნის სითბოსა და ტენცილის პროცესებზე კონვექციური შრობის დროს.

ამასთან დაკავშირებით, თავდაპირველად, აუცილებელია განვიხილოთ ქიმიურად დამუშავებული მერქნის შრობის პროცესის ფიზიკური მოვლენები.

2.2. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის შრობის პროცესის ფიზიკური მოვლენები

$$\frac{du}{d\tau} = k_{11} \nabla^2 u + k_{12} \nabla^2 T + k_{13} \nabla^2 P \quad (2.1)$$

$$\frac{du}{d\tau} = k_{21} \nabla^2 u + k_{22} \nabla^2 T + k_{23} \nabla^2 P \quad (2.2)$$

$$\frac{du}{d\tau} = k_{31} \nabla^2 u + k_{32} \nabla^2 T + k_{33} \nabla^2 P \quad (2.3)$$

სადაც: $\nabla^2 u$, $\nabla^2 T$, $\nabla^2 P$ - ტენზორული გრადიენტი, ტემპერატურა და საერთო წნევა;

აქ კოეფიციენტები k_{ij} ($i, j = 1; 2; 3$) ტოლია:

$$k_{11} = a', \quad k_{12} = a' \cdot \delta = (a_{T_1} + a_{T_2}), \quad k_{13} = \frac{k_p}{\rho_0}, \quad (2.4)$$

$$k_{21} = \frac{r \cdot \varepsilon}{c} \cdot a', \quad k_{22} = a + \frac{r \cdot \varepsilon}{c} \cdot a' \cdot \delta, \quad k_{23} = r \cdot \varepsilon \frac{a'}{c} \delta_p, \quad (2.5)$$

$$k_{31} = \frac{-\varepsilon \cdot a'}{c_p}, \quad k_{32} = \frac{\varepsilon \cdot a'}{c_p} \delta, \quad k_{33} = \left(a_p - \frac{\varepsilon \cdot a'}{c_p} \delta_p \right) \quad (2.6)$$

სადაც: a' -დიფუზიის კოეფიციენტი;

a_{T_1} -ორთქლის თერმოდინამიკის კოეფიციენტი;

a_{T_2} -სითხის თერმოდინამიკის კოეფიციენტი;

δ -თერმოდინამიკის ფარდობითი კოეფიციენტი;

ε -სითხის ორთქლად გადაქცევის ფაზური კოეფიციენტი

(აორთქლების კოეფიციენტი);

r -ფაზური გადასვლის კუთრი სითბო;

ρ_0 -მერქნის სიმკვრივე აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში;

k_p -ტენის გადატანის ფილტრაციის კოეფიციენტი, განისაზღვრება

შემდეგი განტოლებით:

$$j_p = -k_p \cdot \nabla P \quad (2.7)$$

δ_p -ტენის ფილტრაციული ნაკადის ფარდობითი კოეფიციენტი:

$$\delta_p = \frac{k_p}{a' \cdot \rho_0} \quad (2.8)$$

a_p -კონვექციური ფილტრაციის დიფუზიის კოეფიციენტი

$$a_p = \frac{k_p}{c_p \cdot \rho_0} \quad (2.9)$$

c_p -ფოროვან სხეულში სველი ჰაერის ტევადობის კოეფიციენტი,

განსაზღვრული ფარდობით:

$$d(u_1 + u_2) = c_p \cdot d_p \quad (2.10)$$

აქ $d \cdot (u_1 + u_2)$ - ორთქლის მაგვარი ტენის შემცველობა და მშრალი ჰაერის შემადგენლობა ფორებსა და კაპილარულ სხეულში.

განტოლებების სისტემა (2.1-2.3) წარმოადგენს ყველაზე ზოგადს, ის ზუსტია მერქანში ნებისმიერი გაზისა და სითბოს გადატანისას, მაგრამ იმ პირობით, რომ მუდმივი უნდა იყოს ტენისა და სითბოს გადატანის კოეფიციენტები.

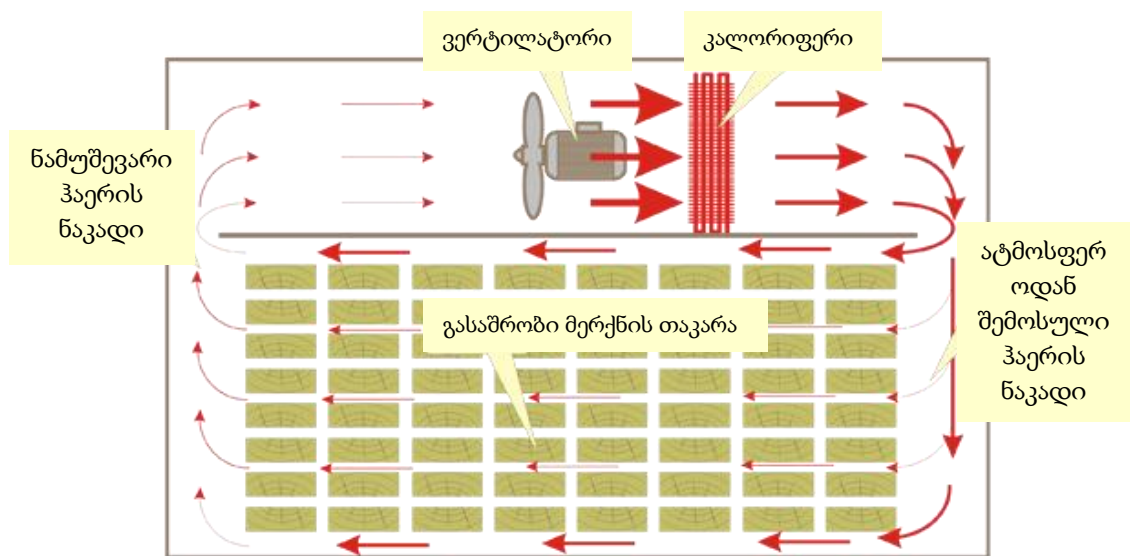
ტენიანი სხეულების შრობის პროცესი წარმოადგენს ტიპიურ არასტაციონალურ ტენისა და სითბოს გადატანის პროცესს, რომლისთვისაც გადატანის დიფერენციალურ სისტემას აქვს შემდეგი სახე:

$$c \cdot \rho_0 \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \varepsilon \cdot r \cdot \rho_0 \frac{\partial u}{\partial \tau};$$

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(a' \frac{\partial u}{\partial x} + a' \cdot \delta \frac{\partial t}{\partial x} \right).$$
(2.11)

ტენისა და სითბოს გადატანის კოეფიციენტები დამოკიდებული არიან მერქნის ტენშემცველობაზე, ტემპერატურაზე და თერმოდინამიკურ მახასიათებლებზე.

მერქნიდან წყლის გამოდევნა მიმდინარეობს აორთქლების სახით. მერქნის შრობის მიზანია, რომ ადგილი ჰქონდეს მხოლოდ და მხოლოდ ტენის აორთქლების პროცესს, მაშინ მერქნის შრობის ტექნოლოგია იქნებოდა ძალიან მარტივი. თუმცა მერქნის შრობის დროს მის შიგა ფენებში არსებული ტენი სანამ აორთქლდება უნდა გადაადგილდეს მერქნის ზედაპირისაკენ. ტენის გადაადგილების სიჩქარე მერქნის შიგნით გაცილებით მცირეა, ვიდრე მისი აორთქლების სიჩქარე ზედაპირიდან. აქედან გამომდინარეობს დასკვნა, რომ სამრეწველო დანიშნულების სორტიმენტების ზომების მქონე მერქნის შრობის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ძირითადად ტენის გადაადგილების სიჩქარეზე ბოჭკოების განივი მიმართულებით მერქნის შიგა ფენებიდან ზედაპირისაკენ.



ნახ. 11. მერქნის კონვექციური საშრობი კამერა

ტენის მამოძრავებელი ძალები, როგორც ზემოთ ავღნიშეთ, შეიძლება იყოს გრავიტაცია (კაპილარების რადიუსი არაუმეტეს 10^{-3} სმ), კაპილარული წნევა, ოსმოსური წნევა, ელექტროოსმოსი, პარციალური წნენა ჰაერწყლის ნარევი, მექანიკური ზემოქმედება, დიფუზია, ეფუზია და თერმოდირფუზია.

მერქანში ტენის გადაადგილებაზე გავლენას ახდენს მერქნის ანატომიური ელემენტების სტრუქტურა, ასევე ტენის ძირითადი ნაკადისა და ხის ღეროს სტრუქტურული მიმართულება. ამგვარად, ტენის სახეების, მამოძრავებელი ძალების და კანონზომიერებების ზემოქმედება მერქანში მრავალმხრივი და რთულია.

მერქნის შრობის პროცესის მექანიზმის თავისებურება განისაზღვრება ძირითადად ტენის გადატანის მექანიზმით, ე. ი. ტენის გადაადგილება მასალის შიგნით, რომელიც შეიძლება ხდებოდეს ტენის გრადიენტის ზემოქმედებით, ან ტენშემცველობით; ტემპერატურის გრადიენტით ან მაღალი წნევის გრადიენტით [4, 5].

ტენიანობის გრადიენტით ტენის გადაადგილება გამოისახება განტოლებით (2.3), რომელიც ადგენს, რომ ტენგამტარობის კანონის ფორმულირება და ტენის ნაკადის სიმკვრივე პროპორციულია ტენშემცველობის გრადიენტისა და ტენგამტარობის კოეფიციენტისა.

ტემპერატურის გრადიენტის საშუალებით ტენის გადატანას ეწოდება თერმოტენგამტარობა და წარმოდგენილია განტოლებით (2.2).

ტენის გადაადგილება წნევის ზემოქმედებით წარმოადგენს წყლის ორთქლის მყარ მოძრაობას, ხოლო ცალკეულ შემთხვევებში კი მისი გადაადგილება ხდება მერქნის კაპილარულ სისტემაში, რასაც აქვს მოლიარული ხასიათი და გამოიხატება განტოლებით (2.3).

ტენის გადატანის ცალკეული ნაკადები, რომლებიც მოქმედებენ სხვადასხვა მამოძრავებელი ძალების საშუალებით, შეიძლება ერთმანეთს დაედოს ან პირიქით, შესაძლებელია იყოს ერთმანეთის საწინააღმდეგო მიმართულებით. საერთოდ, როდესაც სამივე მამოძრავებელი ძალის ეფექტი

ჯამდება, ასეთ შემთხვევაში ტენის გადატანის განტოლება გამოისახება შემდეგი სახით:

$$i = -a' \cdot \rho_o \left(\frac{du}{dt} + \delta \frac{dt}{dx} \right) - b \frac{dp}{dx}. \quad (2.12)$$

ტენის გადატანის პროცესის მამოძრავებელი ძალა განპირობებულია გრადიენტების ერთობლიობის მოქმედების ჯამური ეფექტით. მერქნის შრობის არსებული სამრეწველო მეთოდების ეფექტურობა დაფუძლენულია ერთ, მეორე ან მესამე ზემოთ დასახელებულ გრადიენტზე.

აქედან შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ შრობის პროცესის დაჩქარება უნდა მოვახდინოთ მერქანში ტენგამტარობის ახალი მამოძრავებელი გზების მოძიებით, რომლებიც დააჩქარებენ მერქნის ტენგამტარობის ინტენსიფიცირებას. დამატებითი ტენგამტარობის მამოძრავებელი ძალად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ჰიგროსკოპული ხსნარები. თუ მერქნის ზედაპირული ფენებში არის ტენი, ხოლო შიგა ფენებში წყალი, ორთქლის დრეკადობა მერქნის ზედაპირულ ფენებში ნაკლები იქნება, ვიდრე შიდა ფენებში. ეს ხელს შეუწყობს მერქნის შიგა ფენებიდან ზედაპირისაკენ ტენის გადაადგილებას. მისი გადაადგილების ინტენსიურობა შეიძლება გამოისახოს შემდეგი განტოლებით [1, 3]:

$$i = -c \cdot \frac{dC}{dx}, \quad (2.13)$$

სადაც c - არის ტენის გადატანის კოეფიციენტი ჰიგროსკოპული ნივთიერების ხსნარებში კონცენტრაციის გრადიენტის გავლენით dC/dx . აქედან ლოგიკური იქნება შევთავაზოთ, რომ ამ სახის ტენგამტარობის ინტენსიურობა დამოკიდებული იქნება ჰიგროსკოპული ხსნარის კონცენტრაციაზე და პარცეალური წნევის ზემოქმედებაზე.

ზოგადად, როდესაც მოქმედებს ტენის გადატანის ოთხივე მამოძრავებელი ძალა, მათი ეფექტი ჯამდება და ტენის გადატანის განზოგადებულ განტოლებას აქვს ასეთი სახე:

$$i = -a' \cdot \rho_o \left(\frac{du}{dx} + \delta \frac{dt}{dx} \right) - b \frac{dp}{dx} - c \frac{dC}{dx} \quad (2.14)$$

ქიმიური ხსნარებით დამუშავებული მერქნის კონვექტიური შრობის პროცესის თავისებურებას წარმოადგენენ ტენის გადაადგილების მაჩვენებლები მასალის შიგნით ტენიანობის გრადიენტისა და პარცეალური წნევის ერთობლივი ზემოქმედებით. ამ შემთხვევაში განტოლება მოცემულია ასეთი სახით:

$$i = -a' \cdot \rho_o \frac{du}{dx} - c \frac{dC}{dx} \quad (2.15)$$

ცვლადის რიცხვითი მნიშვნელობები, რომლებიც შესულია განტოლებაში, ექსპერიმენტულად განსაზღვრულია და წარმოდგენილია მე-2.7. ქვეთავში.

2.3. ქიმიურად დამუშავებულ მერქანში შიგა ფენებიდან ზედაპირისაკენ ტენის გადაადგილების პროცესის კვლევა

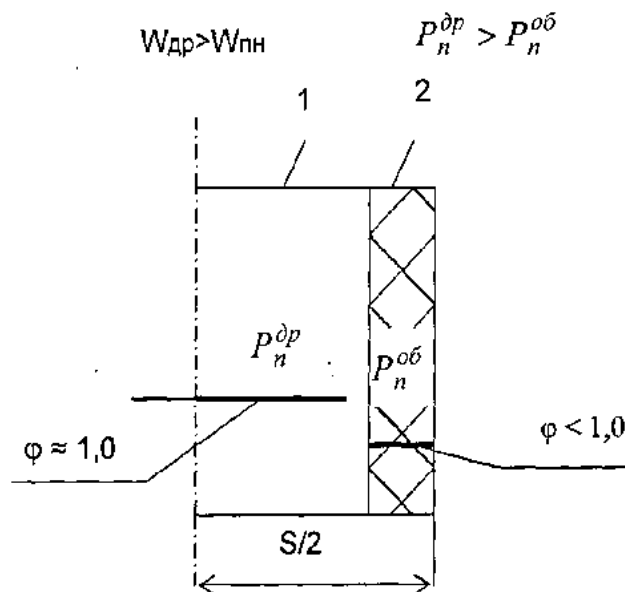
ტენის გამოდევნა იწყება მერქნის ზედაპირული ფენებიდან მისი აორთქლების გზით. თუ მერქნის საწყისი ტენიანობა გაჯერების ზღვარზე მეტია, მაშინ თავდაპირველად ხდება თავისუფალი ტენის აორთქლება. ამის შემდეგ შიგა და ზედაპირულ ფენებში ადგილი აქვს კაპილარულ და პარცეალურ წნევას შორის სხვაობას, რაც უზრუნველყოფს მერქანში თავისუფალი ტენის შეწოვას.

თავდაპირველად ტენის შეწოვა ხდება მერქნის ზედაპირის ახლო ფენებიდან. ამასთან ზედაპირის ტენიანობა შენარჩუნებულია მუდმივ დონეზე, $W_{п.н.}$ -სთან ახლოს. ზედაპირიდან ტენის აორთქლების ინტენსიობა ამ პერიოდში ხასიათდება დროში მუდმივობით. ტრადიციული კონვექციური შრობის დროს ტენის აორთქლების მუდმივი სიჩქარის

პერიოდი მერქნის მასალის ზედაპირიდან შრობის პროცესის საერთო ხანგრძლივობაში უმნიშვნელოა.

შემდგომში, როდესაც თავისუფალი ტენის აორთქლება მიმდინარეობს, შრობის პროცესის სიჩქარე მცირდება და დგება მომენტი, როდესაც ის ხდება უფრო ნაკლები, ვიდრე ტენის აორთქლების შესაძლებელი სიჩქარე. მერქნიდან ტენის გადაადგილების სიჩქარე იზრდება და იცვლება სხვაობა აორთქლებისა და შეწოვის სიჩქარებს შორის. დახერხილი მასალების ზედაპირი ხდება ტენისათვის პრაქტიკულად შეუღწევადი. მერქანში აორთქლებისა და შრობის ინტენსიურობა მკვეთრად მცირდება, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევებში შესაძლებელია მთლიანად შეწყდეს ტენის ნაკადი შიგა ფენებიდან ზედაპირისაკენ.

ამ მოვლენასთან ბრძოლის მეთოდები არის მერქნის ზედაპირული ფენების ჰიგროსკოპული ხსნარებით პერიოდული დატენიანება და ისეთი რეჟიმების გამოყენება, როგორიცაა შრობის აგენტის უფრო მაღალი ფარდობითი ტენიანობა. აორთქლების ინტენსიურობის შემცირებისათვის შესაძლებელია მერქნის ზედაპირული ფენების გაჟღენთვა ჰიგროსკოპული ხსნარებით (ნახ. 12).



ნახ. 12. ორთქლის პარცეალური წნევის განაწილება ქიმიურად დამუშავებულ მერქანში

1- ბუნებრივი მერქანი; 2- ჰიგროსკოპული ხსნარით გაჟღენთილი მერქანი; S - სითხის სისქე; φ - ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა; $W_{\text{მპ}}$ - მერქნის ტენიანობა; $W_{\text{მჩ}}$ - გაჯერების ზღვარი; $P_n^{\text{ბპ}}$ - ორთქლის წნევა მერქანში; $P_n^{\text{ობ}}$ - პარცეალური წნევა ჰიგროსკოპული ხსნარით გაჟღენთილ მერქანში.

ცნობილია, რომ ნამდვილ კოლოიდურ ხსნარებში ორთქლის წნევა უფრო დაბალია, ვიდრე სუფთა წყლის შემთხვევაში (ნახ. 12.). ამიტომ ხსნარი შრება ნელა და დუღს უფრო მაღალ ტემპერატურაზე ვიდრე გამხსნელი. აორთქლების დროს ხსნარის კონცენტრაცია და გამხსნელის ტემპერატურა თანდათან იზრდება, რაც უფრო მეტად ართულებს ტენის აორთქლებას და ხელს უშლის ზედაპირული ფენების შრობას.

ტენის აორთქლება მერქნის ზედაპირიდან შესაძლებელია მხოლოდ დაბალი პარცეალური წნევის დროს, როდესაც შრობის აგენტის პარცეალური წნევა ნაკლებია ჰიგროსკოპული ხსნარით გაჟღენთილი მერქნის ფენაში. პარცეალური წნევების ტოლობის შემთხვევაში ტენის აორთქლება შესაძლებელი ხდება, მხოლოდ მაშინ, როდესაც ტენი გადაადგილდება მერქნის ცენტრიდან ზედაპირისაკენ. ამ შემთხვევაში ზედაპირულ ფენებში ტენიანობა მცირდება, ხოლო ორთქლის პარცეალური წნევა იზრდება. დაბალი კონცენტრაციის ჰიგროსკოპული ხსნარით გაჟღენთვისას, იზრდება პარცეალური წნევის მნიშვნელობა და ორთქლის დრეკადობა, რის შედეგადაც მერქანში იწყება შრობის პროცესი. როდესაც ცენტრალური ფენებიდან ტენის გადაადგილების პროცესი შეწყდება, მაშინ მერქნის ზედაპირულ ფენებში ადგილი აქვს ჰიგროსკოპული ხსნარის გააქტიურებას.

ამგვარად, მერქნის ზედაპირული ფენების გაჟღენთვა ჰიგროსკოპული ნივთიერებების ხსნარებით გავლენას ახდენს მასალაში ტენცვლის პროცესზე და შემოაქვს კორექტივები მასალის შრობის ტექნოლოგიაში.

შრობის რეჟიმების შედგენა ხდება გამოყენებული ჰიგროსკოპული ხსნარების გათვალისწინებით და ორთქლის პარცეალური წნევის შემცირების უნარით.

2.4. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენგამტარობის პროცესის კვლევა

მერქანში ტენი გადაადგილდება როგორც სითხის, ასევე ორთქლის სახით. ორთქლი გადაადგილდება უჯრედების სიღრუეებში, სითხე კი უჯრედების კედლებში ფიბრილებს შორის არსებული კაპილარებით.

თავდაპირველად მერქნის ზედაპირი სწრაფად შრება და დამამუშავებელ გარემოში თანდათან აღწევს სხვადასხვა ტენიანობას. ამ დროს გასაშრობი მერქნის მასალის შიგა და გარე ფენებს შორის ადგილი აქვს ტენიანობის ვარდნილს მთელი შრობის პროცესის განმავლობაში. შესაბამისად, ყოველთვის ადგილი აქვს სხვაობას წყლის ორთქლის კაპილარულ და პარცეალურ წნევებს შორის გასაშრობი მასალის მთელ სისქეზე, რაც უზრუნველყოფს ტენის გადაადგილებას შიგა ფენებიდან ზედაპირისაკენ მისი თანდათან აორთქლების პროცესის პარალელურად.

მერქნის შრობის საწყის ეტაპზე მერქნიდან ორთქლდება თავისუფალი ტენი. პროცესი მიმდინარეობს საკმაოდ ინტენსიურად. შრობის საწყის პერიოდში ტენის გადაადგილება უმეტესად ხდება ტენის სახით. მცირდება რა მერქნის მიმდინარე ტენიანობა სითხის გადაადგილების ინტენსიურობა თანდათან მცირდება, ხოლო ორთქლის სახით მისი გადაადგილება კი პირიქით იზრდება.

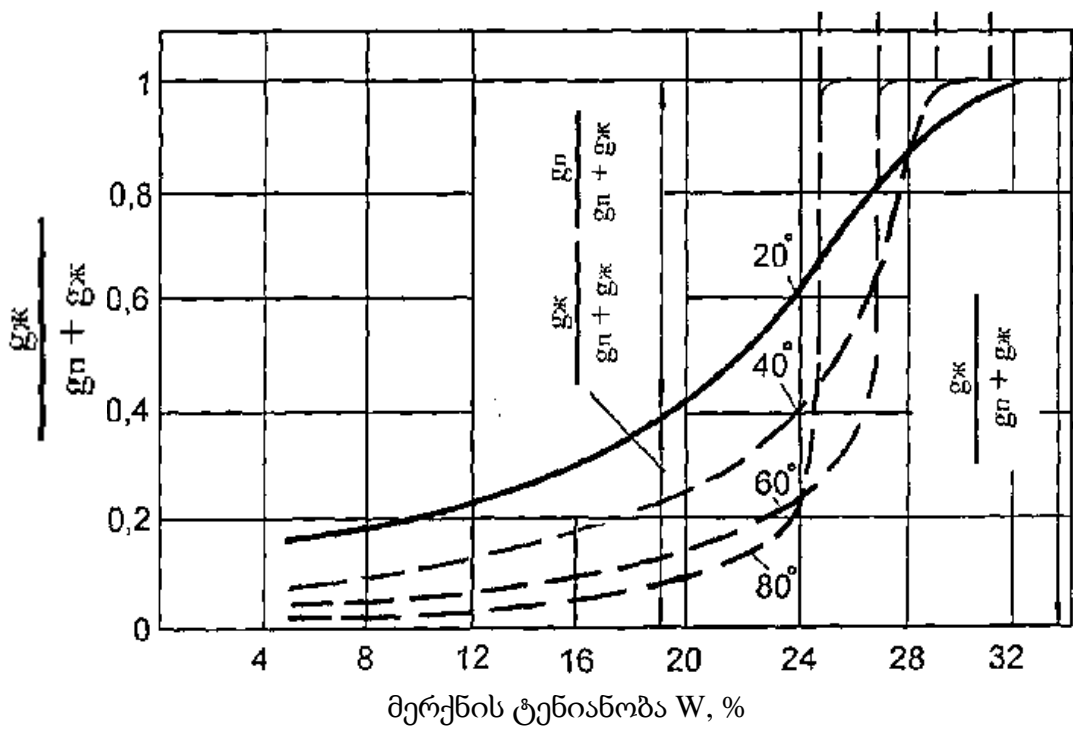
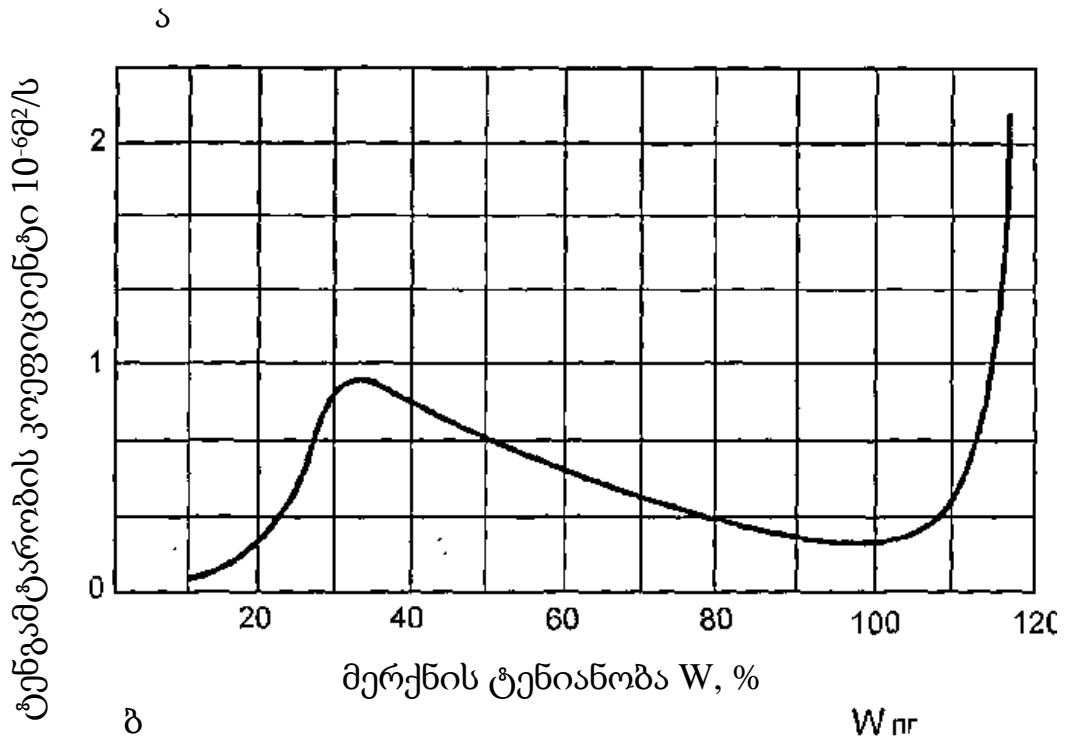
ნახაზზე 13 ა, წარმოდგენილია ო. კრიშერის მონაცემებით წიფლის მერქნის კაპილარული ტენგამტარობა. 30%-მდე ტენიანობის ზრდის დროს ტენგამტარობის კოეფიციენტი იზრდება, ამასთან ტენის გადატანა მიმდინარეობს ორთქლისა და სითხის სახით. წყალტევადობის ზრდის დროს 30%-დან 105 %-მდე ტენგამტარობის კოეფიციენტი მცირდება. ეს შეიძლება ავხსნათ, იმით რომ მერქანი წარმოადგენს რთულ კაპილარულ ფოროვან სხეულს. მასში სითხე მოძრაობს არამარტო კაპილარული ძალების საშუალებით, არამედ ასევე ოსმოსის ზემოქმედებით. ამასთან ტენის ჯამური გადატანა ლიმიტირებულია ტენგამტარობის დიფუზიის სიჩქარით, რომელიც გაცილებით მცირეა. დიფუზიური გადატანა უფრო მეტია, ვიდრე

მოლიარული. ტენგამტარობის კოეფიციენტი ტენიანობის ზრდასთან ერთად მცირდება. მერქნის 100 %-ზე მეტი ტენიანობისას ერთიდაიგივე რადიუსის მქონე მაკროკაპილარები ივსება ტენით, რაც იწვევს ტენგამტარობის კოეფიციენტის მკვეთრ ზრდას.

ორთქლის დიფუზიის ინტენსიურობა დამოკიდებულია ასევე წნევის გრადიენტის თანაბარ ვარდნილზე და შეესაბამება ΔW , მერქნის მაღალი ტენიანობისას დიდი ვარდნილია $\Delta \varphi$, ე. ი. ორთქლის წნევის ვარდნილი უფრო მეტია, ვიდრე დაბალი ტენიანობის დროს [5, 8].

ერთ-ერთ ეფექტურ მეთოდს, რომელიც ააქტიურებს ტენის გადაადგილებას მასალის ზედაპირზე, საიდანაც ის ადვილად გადადის გარშემო არსებულ ჰაერში, წარმოადგენს მასალის დამატებით გახურების პროცესი. ტემპერატურის ზრდასთან ერთად ტენის დიფუზია მერქანში ინტენსიფიცირდება.

ნახაზზე 13 ბ, ნაჩვენებია ო. კრიშერის მიხედვით [5], კაპილარების რადიალური მიმართულებით მერქანში g_x სითხე შეადგენს ჯამურად გადატანილ რაოდენობას სითხისა და ორთქლის $g_x + g_n$ სახით მუდმივი ტემპერატურის დროს 20,40,60 და 80°C. რაც მეტია ტემპერატურა და დაბალია მერქნის ტენიანობა, მით მეტი ტენი გადაადგილდება ორთქლის სახით. 60°C ტემპერატურის ზევით მერქნის მიერ მიღწეული ჰიგროსკოპულობის ზღვრის შესაბამისად შეინიშნება ტენის გადაადგილების მკვეთრი შემცირება მთელ ნაკადში გადაადგილებულ ორთქლთან მიმართებაში. ამ პერიოდში ჩვეულებრივად მრუდებს აქვთ უფრო სწორი სახე, რაც შეესაბამება მერქანში ტენის გადაადგილების ინტენსიურობის შემცირებას. ვინაიდან შრობის პროცესი მიმდინარეობს მაღალი ტემპერატურების გამოყენებით, აქედან გამომდინარეობს, რომ მერქნის საერთო ტენგამტარობა განისაზღვრება ტენის გადაადგილებითა და ორთქლის სახით ინტენსიფიცირებით.



ნახ. 13. მერქნის ტენგამტარობის მრუდები რადიალური მიმართულებით ო. კრიშერის მიხედვით

ა - კაპილარული ტენგამტარობის კოეფიციენტის მრუდები; ბ - წყლის ნაკადის წილი სითხის სახით g_k მთელ ნაკადთან მიმართებაში; g_n - ორთქლის სახით გადაადგილებული წყლის წილი მთელ ნაკადთან შედარებით; W_{nr} - ჰიგროსკოპულობის ზღვარი.

წინასწარ ქიმიური ხსნარებით მერქნის ზედაპირების დამუშავების დროს მერქანში აღწევს ჰიგროსკოპული ნივთიერების სითხე. მერქნის ეს ფენები დიდ გავლენას ახდენს ტენგამტარობის პროცესზე. ჰიგროსკოპული სითხე ამცირებს პარცეალურ წნევას მერქნის გაჟღენთილ ფენებში. პარცეალური წნევებს შორის ეს განსხვავება უფრო მეტ ინტენსიფიცირებას ახდენს და ააქტიურებს მერქნის შიგნით ორთქლის სახით ტენის გადაადგილებას. ტენის გადატანის პოტენციალი ამ შემთხვევაში შესამჩნევია და მას ადგილი აქვს მაშინაც, როდესაც ტენიანობა მერქნის მთელ კვეთში ჰიგროსკოპულობის ზღვარზე მეტია (სურ. 2.3).

ქიმიურად დამუშავებულ მერქანში ტენის გადატანის პროცესი შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს შემდეგნაირად [1]:

$$i = -\lambda'_n \frac{dP_{n,n}}{dx} - \lambda'_{kan} \frac{dP_{kan}}{dx} - \lambda'_c \frac{dC}{dx}, \quad (2.16)$$

რაც უფრო მეტია ორთქლის პარცეალური წნევის შემცირების უნარი, სითხეს აქვს შესაძლებლობა სხვადასხვა კონცენტრაციებზე და ტემპერატურაზე გადაადგილდეს მერქნის შიგა ფენებიდან ზედაპირისაკენ, მით მეტია მერქანში ტენის გადაადგილება ორთქლის სახით. განსაკუთრებით შესამჩნევი იქნება მერქანში ტენის გადაადგილების ინტენსივობა მიმდინარე ტენიანობის ნაკლები მნიშვნელობის დროს, შრობის ვარდნის პერიოდში.

2.5. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის თბურ

პროცესებზე გავლენის კვლევა

ერთ–ერთ ეფექტურ ტექნიკურ მეთოდს, რომელიც ააქტიურებს ტენის გადატანას მასალის შიგა ფენებიდან ზედაპირისაკენ, წარმოადგენს მასალის დამატებითი გახურება. ამ შემთხვევაში მაღალი ტემპერატურის დროს ტენის დიფუზია მერქანში ჩქარდება. ტემპერატურა მიეკუთვნება იმ

ფაქტორებს, რომლებიც განსაკუთრებით მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ მერქნის ტენგამტარობაზე.

ცნობილია, რომ მერქნის ჰიგროსკოპულობის ზღვარს ზემოთ არსებული ტენიანობის დროს ტენი გადაადგილდება მერქანში ძირითადად სითხის სახით. ჰიგროსკოპულ ნაწილში, ე. ი. 30%-ზე ნაკლები ტენიანობისას იგი გადაადგილდება ასევე ორთქლის სახით და უფრო მეტად, ვიდრე დაბალი ტენიანობის დროს და უფრო მეტად აქტიურდება გახურებულ მერქანში (ნახ. 14). ამიტომ ამ დროს გამოსაშრობი მასალის ცენტრში მუდმივი ტემპერატურა დაბალია, რადგან აქ ხდება ორთქლის წარმოქმნა, ე. ი. აღიძვრება ფაზური გადასვლის სითბოს ხარჯი [8, 9].

მასალაში ტემპერატურული გრადიენტის არსებობა ართულებს ტენის გადაადგილების მექანიზმს. ტემპერატურების ვარდნილის გავლენით (მასალის ზედაპირზე ტემპერატურა მეტია, ვიდრე ცენტრალურ ფენებში) ტენი ცდილობს გადაადგილდეს სხეულის შიგნით, რადგან თერმოდინამიკის გავლენით ტენი გადაადგილდება მერქნის ზედაპირისაკენ. ჩვეულებრივად დაბალ ტემპერატურაზე თერმოდინამიკა მცირეა და ტენის ჯამური ნაკადი ერთნაირია კონცენტრაციულ დინამიკის ნაკადთან შედარებით. კაპილარულფოროვან ფენებში აორთქლება ხდება სხეულის შიგნით, დინამიკური ნაკადი ხელს უწყობს სრიალის დინამიკას, რომლის დროსაც ტენის გადაადგილება მიმდინარეობს ტენის ნაკადის საპირისპიროდ.

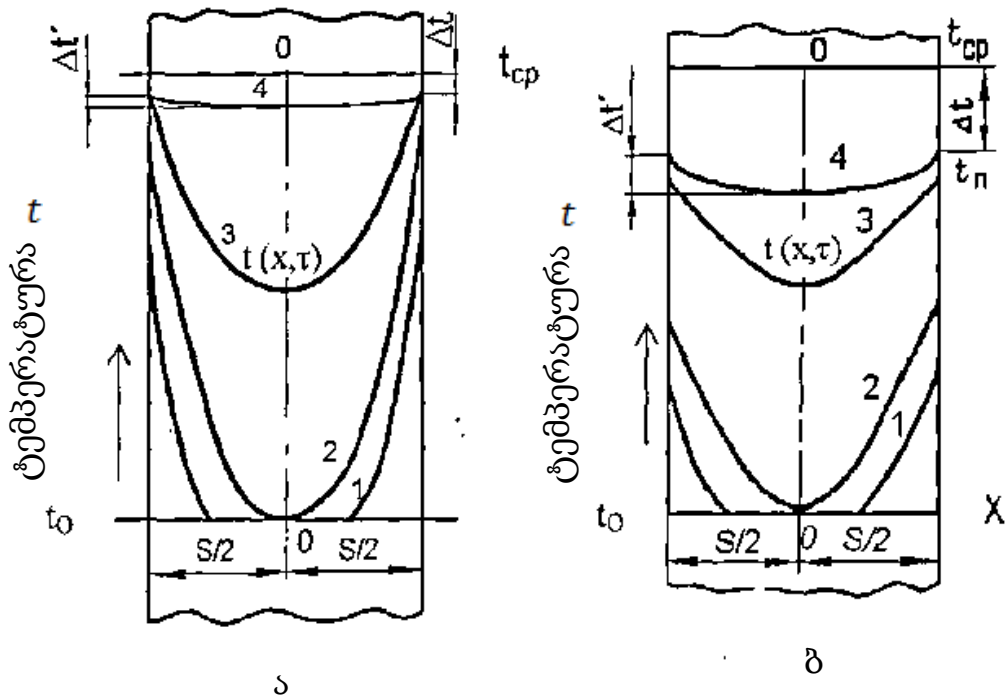
ამგვარად, შრობის პროცესში ადგილი აქვს სითბოს მუდმივ მიწოდებას შიგნით ფენებიდან ზედაპირისაკენ მერქნის ფენა-ფენაზე, რისი საშუალებითაც მცირდება მერქნის ტენიანობა არამარტო ზედაპირზე, არამედ მერქნის შიგნითაც. ტენის გადაადგილების სიჩარე მასალის შიგნით დამოკიდებულია მერქნის ფორმების ზომებზე. ამიტომ შრომა წარმოადგენს ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესს.

შესაბამისად, შრობის მიმდინარეობის ხასიათი განისაზღვრება მასალის შიგნით ტენის გადაადგილების მექანიზმით, მისი აორთქლების

ენერგეტიკით და მასალის ზედაპირიდან გარემოში ტენის აორთქლების მექანიზმით ე. წ. სასაზღვრო ფენაში განლაგებული მასალის ზედაპირზე.

ხის დამამუშავებელ წარმოებაში მერქანი შრება ძირითადად კონვექციურ საშრობ კამერებში. მერქნის გახურება მიმდინარეობს მერქნის ზედაპირიდან სითბოს შთანთქმითა და მისი შემდგომი გადაადგილებით შიგა (ცენტრალური) უფრო ცივი ფენებისაკენ.

ტენის სმიწოდება ს მიწოდება ხორციელდება გარშემოში არსებული ჰაერით, როდესაც $\alpha < \infty$, რომელსაც ხასიათდება მნიშვნელობა $\varphi < 1$. ამასთან მოსაზღვრე ფენაში თერმული წინააღმდეგობის ელემენტების სახით აღიძვრება ტემპერატურის შესამჩნევი სხვაობა Δt (ნახ. 14), რომელიც განსაზღვრავს სითბოცვლის ინტენსიურობას გარემოსა და მერქანს შორის.



ნახ. 14. მრუდების ხასიათის გამო ტემპერატურა თანმიმდევრობით ნაწილდება ბრტყელ სხეულში, სხეულის სითბოცვლის ხისტი რეჟიმის პირობებში

ა - კონვექციური შრობა; ბ - წინასწარ ქიმიური ხსნარით დამამუშავებული მერქნის კონვექციური შრობა; 1, 2 - ტემპერატურის განაწილების მრუდები თავისუფალი ტენის აორთქლების დროს; 3, 4 - ტემპერატურის განაწილების მრუდები ბმული ტენის აორთქლებისას; S -

მასალის სისქე; t_{cp} – გარემოს ტემპერატურა; $t_{н}$ – მერქნის საწყისი ტემპერატურა; t_0 – მერქნის ზედაპირის ტემპერატურა.

ტენცვლის ინტენსიურობა გამოიხატება სითბოცვლის კოეფიციენტით α . სიდიდე α დამოკიდებულია ზედაპირის გახურების ხარისხზე და ჰიდროდინამიკურ გარემოზე. სითბოცვლის კოეფიციენტი წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს მხოლოდ მუდმივი სიჩქარის მქ შრობის პერიოდში, ხოლო შრობის ვარდნის პერიოდის სიჩქარე მუდმივად მცირდება და თანდათან უახლოვდება მშრალი სხეულის სითბოცვლის კოეფიციენტს. ამგვარად შიდა სითბოცვლა შრობის პროცესში განუყოფლადაა დაკავშირებული მერქნის შიგა სითბოტენგამტარობაზე.

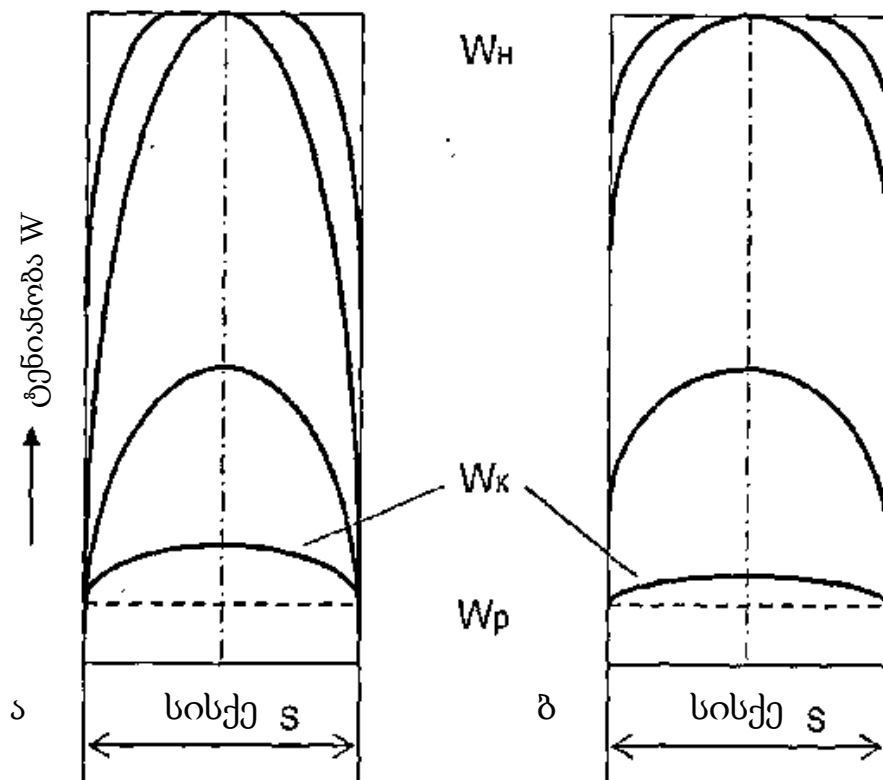
კონვექციური შრობის დროს მერქნის ზედა ფენები საკმაოდ სწრაფად აღწევენ წონასწორულ ტენიანობას. ამასთან მასალის ზედაპირის ტემპერატურა მიისწრაფის გარემოს ტემპერატურისკენ. შესაბამისად Δt სიდიდის სითბოცვლის ინტენსივობა მცირდება. ასევე ხდება ტემპერატურის ცვლილება მასალის კვეთში Δt . ამას, თავის მხრივ, მიყვავართ იქამდე, რომ მერქნის შიგა ფენებში შემოდის ფაზური სითხის ორთქლად გადაქცევისათვის საჭირო სითბოს არასაკმარისი რაოდენობა და ამის გამო შრობის პროცესი ნელდება.

შრობის პროცესში დახერხილი მასალების კვეთში ტემპერატურის მაქსიმალური რაოდენობა, ა. ვ. ლიკოვისა და ლ. ნ. კროტოვის მიხედვით შეადგენს $2...3^{\circ}\text{C}$, ამ დროს მასალიდან ტენი ინტენსიურად ა ორთქლდება. აღნიშნული პერიოდი შენარჩუნდება ახანგრძლივი დროით. შემდეგ ის სწრაფად მცირდება და საბოლოოდ თვითეული საფეხური შეესაბამება $0,2...0,4^{\circ}\text{C}$. ტემპერატურის მცირე ცვალებადობის დროს მერქნის შიგნით არასაკმარისად მიეწოდება სითბო და შრობის პროცესი ნელდება, მიუხედავად ფსიქომეტრული სხვაობისა, ტენიანობა მასალის შიგნით ჯერ კიდევ საკმაოდ მაღალია (ნახ. 15, ა).

ნახაზზე 15. ნაჩვენებია ტემპერატურის ცვლილების ხასიათი ფიცრის ზედაპირზე და ცენტრში დახერხილი მასალების კონვექციური შრობის

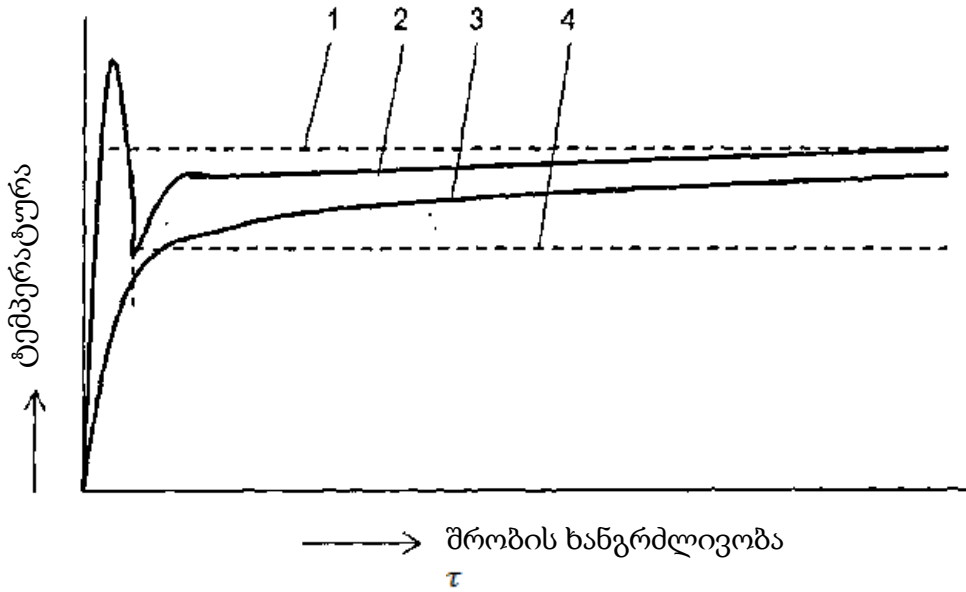
დროს. მერქნის ტემპერატურა არ რჩება ერთ რომელიმე დონეზე, მუდმივად იზრდება. ტემპერატურული სხვაობა მასალის კვეთში შრობის პირველი ეტაპის ბოლოს არ აღემატება $0,4^{\circ}\text{C}$ -ს.

ტემპერატურის გათანაბრება კიდევ უფრო შესამჩნევია მასალის კვეთში შრობის მეორე ეტაპზე, შრობის პროცესის დასრულების მომენტამდე (ნახ. 15). ამავდროულად ტენის აორთქლება იმდენად ნაკლებია, რომ მასის აორთქლება თითქმის არ ფიქსირდება. ტემპერატურის განაწილების ეს კანონზომიერება შეიმჩნევა სხვადასხვა სისქის მქონე დახერხილი მასალების შრობის დროს, თუმცა ტემპერატურული ცვლილების სიდიდე შეიძლება ერთმანეთისგან უმნიშვნელოდ განსხვავდებოდეს.



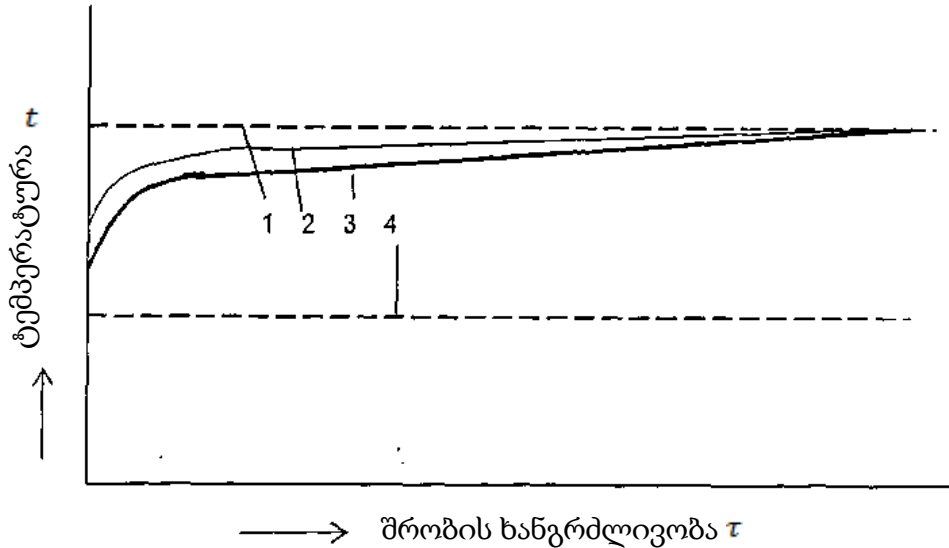
ნახ. 15. მრუდების ხასიათი დახერხილი მასალების კონვექციური შრობის დროს.

ა – ქიმიური დამუშავების გარეშე; ბ – ქიმიური დამუშავების შემდეგ;
 W_H - საწყისი ტენიანობა; W_K - საბოლოო ტენიანობა; W_P - წონასწორული ტენიანობა; S - მასალის სისქე



ნახ. 16. მერქნის ტემპერატურული მრუდების ხასიათი დახერხილი მასალების კონვექციური შრობის პირველ ეტაპზე

1 – გარემოს ტემპერატურა; 2 – მასალის ზედაპირის ტემპერატურა; 3 – მასალის ზედაპირის ტემპერატურა, მისი ქიმიურად დამუშავების შემდეგ; 4 – სველი თერმომეტრის ტემპერატურა



ნახ. 17. ტემპერატურული მრუდების ხასიათი დახერხილი ხე-ტყის კონვექციური შრობის მეორე ეტაპზე

1 – გარემოს ტემპერატურა; 2 – მასალის ზედაპირის ტემპერატურა; 3 – მასალის ზედაპირის ტემპერატურა ქიმიურად დამუშავების შემდეგ; 4 – სველი თერმომეტრის ტემპერატურა

იმისათვის, რომ შევამციროთ შრობის საერთო ხანგრძლივობა, თავიდან ავიცილოთ პასიური პერიოდები, მინიმალური მნიშვნელობების შესაბამისად Δt . ეს მიიღწევა, თუ გავზრდით მასალის ზედაპირის ტენიანობას აორთქლების ინტენსიურობის ხარჯზე.

ჰიგროსკოპული ხსნარებით მერქნის არაღრმა გაჟღენთვა საშუალებას გვაძლევს შევაჩეროთ ტენის აორთქლების პროცესი, ამით გავზრდით მასალის ზედაპირული ფენების ტენიანობას. მთელი შრობის პერიოდის განმავლობაში შენარჩუნდება ტემპერატურის მაღალი ვარდნილი Δt და შესაბამისად მეტად ინტენსიფიცირდება შრობის პროცესის სიბოცვლა (ნახ. 15).

მერქნის გაჟღენთილი ფენის სიბოგამტარობა წარმოადგენს მერქნის სიბოგამტარობისა და ნატრიუმქლორიდის ჯამს. ამიტომ ამ ფენას აქვს უკეთესი სიბოგამტარობა და შესაბამისად, თერმული წინააღმდეგობა R_{θ} , ვიდრე ნატურალურ მერქანში R_{θ} :

$$R_{\theta} = \frac{\delta}{\lambda_c + \lambda_{\theta}} \quad (2.17)$$

$$R_{\theta} = \frac{\delta}{\lambda_{\theta}}. \quad (2.18)$$

სადაც: $\lambda_c, \lambda_{\theta}$ - ჰიგროსკოპული სითხისა და მერქნის სიბოგამტარობის კოეფიციენტი, Bt/(m²°C);

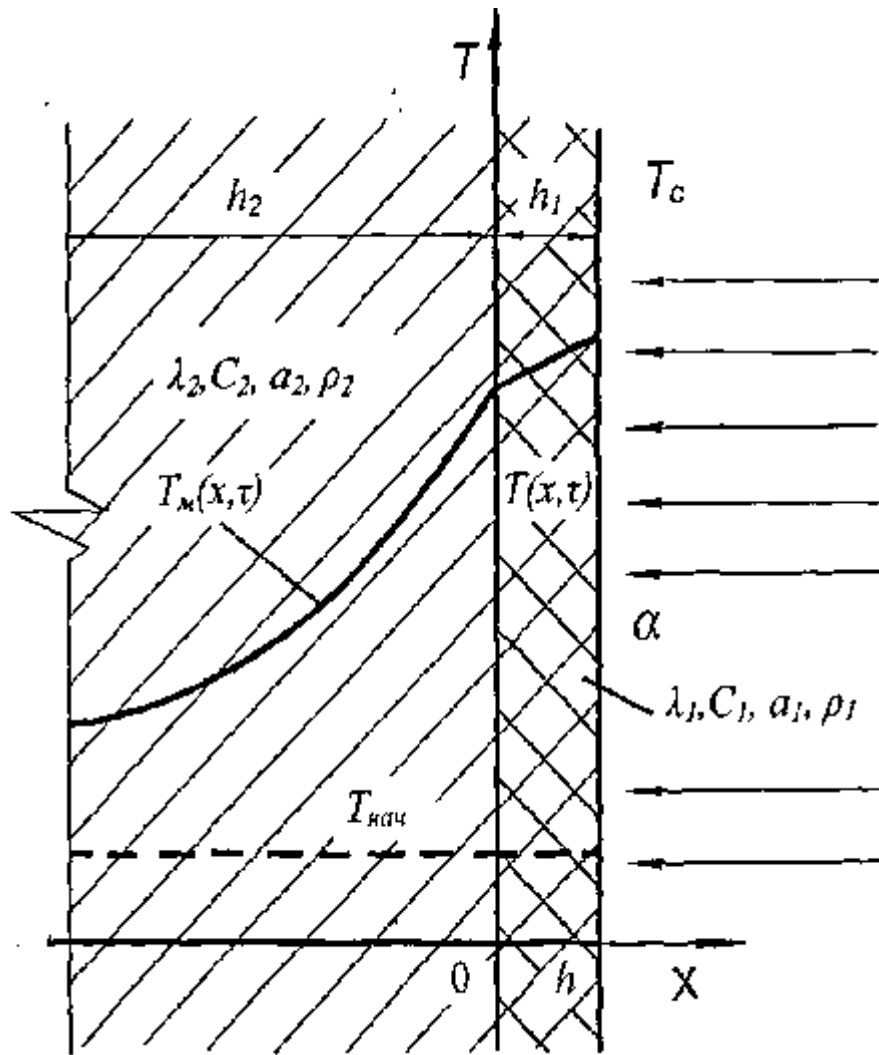
δ - სასაზღვრო ფენის ან/და ჰიგროსკოპული სითხის სისქე, მ.

გარსის უფრო მაღალი სიბოგამტარობა ხელს უწყობს უფრო მეტად ინტენსიურ სიბოგამტარობას მერქანში და ასევე სითხოს გადაადგილებას მერქნის შიგა ფენებში, რითაც პროცესის სტიმულირების, სითხის ფაზური ორთქლად გარდაქმნის და შრობის პროცესის ხანგრძლივობის შეამოკლების სასაშუალებას იძლევა.

2.6. ტემპერატურული ველების კვლევა ქიმიურად დამუშავებულ მერქანში არასტაციონალური სითბოცვლის დროს

წინასწარ ქიმიური ხსნარებით დამუშავებულ მერქნის ზედაპირზე წარმოქმნის თხელ ფენას „აპკის“ სახით, რომლის სითბოსა და ტენგამტარობას აქვს მნიშვნელოვანი განსხვავება, ნატურალური მერქნის სითბო და ტენგამტარობასთან შედარებით. მერქნის არასტაციონალური გახურების პირობებში სითბური პროცესები შეიძლება დავიყვანოთ ორფენოვანი ფირფიტის გაანგარიშების სქემაზე (ნახ. 18).

ტემპერატურის არასტაციონალური განაწილების ანალიტიკური გზები ორფენოვან ფირფიტაში დაფუძნებულია დიფერენციალურ განტოლებებზე. კერძოდ, წარმოებაში კონვექციური სითბოცვლის დროს. სითბოცვლის პირობები არ იცვლება მერქნის გრძივ ზედაპირზე. შესაბამისად, ფირფიტის ტემპერატურა იცვლება მხოლოდ ერთ სივრცობრივ კოორდინატში x (ერთგანზომილებიანი ტემპერატურის ველი), რომლის ათვლის საწყისი მდებარეობს ნატურალური მერქნის ზედაპირზე ჰიგროსკოპიული ხსნარით გაჟღენთილ საზღვარზე. მომენტში ნაჩვენებია ნახაზზე 18., ამასთან არადამუშავებული მერქნის ტემპერატურისათვის $T_M(\tau) = T(0, \tau)$.



ნახ. 18. წინასწარ ჰიგროსკოპული სითხით გაუქვნილი მერქნის
 ზედაპირული ფენის საანგარიშო სქემა

$\lambda_1, a_1, c_1, \rho_1, \lambda_2, a_2, c_2, \rho_2$ – სითბოგამტარობის კოეფიციენტი, ტემპერატურაგამტარობა, კუთრი ტევადობა, მერქნის სიმკვრივე გაუქვნიდავი და ქლორით გაუქვნილი მასალის შესაბამისად; T_c – გარემოს ტემპერატურა; $T_{нач}$ – მასალის საწყისი ტემპერატურა; α – სითბოცვლის კოეფიციენტი; h_1 – გაუქვნილი ფენის სისქე; h_2 – მერქნის გაუქვნიდავი ფენა; T – ჰიგროსკოპული ხსნარით გაუქვნილი ფენის ტემპერატურა; T_m – გაუქვნიდავი მერქნის ტემპერატურა

თუ მივიღებთ სითბოგამტარობის კოეფიციენტს და ტემპერატურაგამტარ მუდმივი სიდიდე მცირე სისქის გათვალისწინებით,

მაშინ განაწილება ტემპერატურისა სისქეზე ალწერილი იქნება სითბოგამტარობის ხაზობრივი განტოლებებით

$$\frac{\partial T(x, \tau)}{\partial \tau} = a \cdot \frac{\partial^2 T(x, \tau)}{\partial x^2}, \quad (2.19)$$

სადაც ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტი $a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}$;

მორე რიგის მოსაზღვრე პირობები

$$\lambda \frac{\partial T(h, \tau)}{\partial x} + \alpha_1 [T(h, \tau) - T_{e1}] = 0, \quad (2.20)$$

$$-\lambda \frac{\partial T(0, \tau)}{\partial x} + c_2 \cdot \rho_2 \cdot h_2 \cdot \frac{\partial T(0, \tau)}{\partial \tau} = 0, \quad (2.21)$$

$$\text{სხ } T(h_1, \tau) = T_c. \quad (2.22)$$

საწყის პირობებად მიიღება

$$T(x, 0) = T_0. \quad (2.23)$$

ფორმულირებული ამოცანა ამოიხსნება საოპერაციო მეთოდით. ცვლადი τ გამოიყენება ლაპლასის ინტეგრალური გარდაქმნა

$$T(x, s) = \int_0^{\infty} T(x, \tau) \cdot e^{-s\tau} d\tau, \quad (2.24)$$

ეს პირობები სრულდება, ასე რომ განსახილველ პროცესში არასტაციონალური სითბოგამტარობა ტემპერატურის განაწილება მიისწრაფის ზოგიერთი შეზღუდვა ჩამოყალიბებული მდგომარეობისაკენ.

თუ გავითვალისწინებთ საწყის პირობებს, გამოვიყენებთ ლაპლასის გარდაქმნას განტოლება ასე გამოისახება

$$a \frac{d^2 T(x, s)}{dx^2} - sT(x, s) + T_{\text{დავ}} = 0, \quad (2.25)$$

მოსაზღვრე პირობებით

$$\lambda \frac{dT(h,s)}{dx^2} + \alpha_1 \left[T(h,s) - \frac{T_{cl}}{s} \right] = 0, \quad (2.26)$$

$$- \lambda \frac{dT(0,s)}{dx} + c_2 \cdot \rho_2 \cdot h_2 \cdot [sT(0,s) - T_{hay}] = 0, \quad (2.27)$$

მაშინ განტოლების ამოხსნა გამოსახულებით წარმოადგენს:

$$T(x,s) - \left(\frac{T_{hay}}{s} \right) = D_1 \cdot ch\zeta x + D_2 \cdot sh\zeta x, \quad (2.28)$$

მერქნის შრობისას „გარსი“ იწყებს სუსტი წინააღმდეგობის გაწევას სითბოს ნაკადის და ტემპერატურის გავრცელებას მერქნის კვეთში წონასწორდება. თუ კრიტერიუმის სიდედე $Bi < 0,1$, ხოლო $K > 10$, მაშინ „გარსი“ შთანთქავს მცირე რაოდენობის სითბოს და ამიტომ პირველი მიახლოებით „გარსის“ თერმული წინააღმდეგობა შეიძლება გამოვრიცხოთ სითბოს გაცემის წინააღმდეგობა შიდა გარემოსთან მიმართებით. მაშინ ტემპერატურის ვარდნილი მერქნის სისქეზე იქნება მინიმალური, ე. ი. მერქანი წარმოადგენილი იქნება როგორც სითბოს აკუმულატორი. მისი ტემპერატურული მდგომარეობის ანგარიში ამ შემთხვევაში შეიძლება ვაწარმოოთ ფორმულით:

$$\frac{T_c - T_M(\tau)}{T_c - T_{hay}} = e^{-\frac{\alpha \cdot \tau}{c_1 \cdot \rho_1 \cdot h_1 + c_2 \cdot \rho_2 \cdot h_2}} = e^{-\frac{Bi \cdot F_0}{1+K}}, \quad (2.29)$$

არასტაციონალური სითბოცვლის დროს ტემპერატურული ველის გაანგარიშების მაგალითი მოყვანილია ბოლო ქვეთავში.

2.7. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის

სითბოტენგამტარობის გავლენა კონვექციური შრობის დროს და მისი ხარისხის ექსპერიმენტული კვლევა

ჰიგროსკოპიული ნივთიერებების ხსნარები გამოიყენება მერქნის შრობის პროცესში. ხსნარი აუცილებელია წინასწარ შევარჩიოთ, ვიხელმძღვანელებთ რა შემდეგი მოსაზრებით: შერჩეულმა ხსნარმა უნდა უზრუნველყოს ორთქლის წნევის მნიშვნელოვანი შემცირება. მას უნდა ქონდეს წყალში დაბალი ხსნადობის უნარი, სითხის ტემპერატურის დუღილი უნდა აჭარბებდეს წყლის დუღილის ტემპერატურას [1].

ეს მდგომარეობა დაედო საფუძვლად ჰიგროსკოპიული ხსნარის შერჩევას. ცხრილში 2.1. მოყვანილია შედარებითი მონაცემები სითხეების დრეკადობის შესახებ. პარცეალური წნევის შემცირების აუცილებლობა სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარებსა და სხვადასხვა ტემპერატურაზე. ამ ცხრილში წარმოდგენილია მარილები, რომელთა ხსნარებს აქვთ ორთქლის პარცეალური წნევის შემცირების დიდი უნარი, ხოლო მარილები უნდა იყოს უსაფრთხო მერქნისათვის და ადამიანის ორგანიზმისათვის.

სითხის შერჩევისას აუცილებელია გავითვალისწინოთ აღნიშნული პროცესის ეკონომიკური მხარე. ამიტომ დგება ორთქლის პარცეალური წნევის შემცირების აუცილებლობის საკითხი. ყველაზე ხშირად მერქნის დამუშავება ხდება იაფი მარილებით, ერთ–ერთ მათგანს წარმოადგენს ნატრიუმის ქლორიდი.

ეს ამოცანა შეიძლება ასევე გადაწყდეს კომბინირებული ხსნარის გამოყენებითაც. ე. ი. ხსნარი შედგება 2 და უფრო მეტი მარილისაგან. ასეთი კომბინირების შესაძლებლობა დაფუძნებულია იმ მარილების უნარზე, რომელთაც აქვთ საერთო კათიონები ან ანიონები. ის ამცირებს ხსნარის დრეკადობას [3]. ამგვარად, კომბინირება უნდა გაუკეთდეს მხოლოდ იმ მარილებს, რომელთაც აქვთ საერთო კათიონები, მაგალითად NaCl და Na₂SO₄ (საერთო იონი Na⁺) ან NaCl და KCl (საერთო ანიონი Cl⁻). საერთო

იონით კომბინირებული მარილები მიზანშეწონილია ასევე იმიტომ, რომ ერთი მარილის გახსნისას მეორე მარილის გამოყენება მცირდება.

ცხრილი 2.1. ზოგიერთი ჰიგროსკოპიული ნივთიერებების ხსნარების ძირითადი მახასიათებლები

მარილის სახელწოდება	ტემპერატურა °C	მარილის შემადგენლობა %	ორთქლის პარცელური წნევა გამხსნელი ხსნარის აორთქლების დროს კა-ში	წყლის ორთქლის წნევა კა-ში	პარცელური წნევის შემცირების სიდიდე, %-ში
1	2	4	5	6	7
ამიაკის სელიტრა (NH ₄ NO ₃)	40	48,0	6094,1	7374,7	17,365
	40	60,3	5214,2	7374,7	29,260
	60	48,0	15682,1	19912,4	20,125
	60	90,3	14350,8	19912,4	27,930
სუფრის მარილი (NaCl)	25	26,0	2425,7	3166,7	23,940
	80	26,0	36230,1	47334,8	23,460
ქლორის მაგნიუმი (MgCl ₂)	40	16,7	6231,9	7374,7	15,498
	40	26,0	4771,6	7374,7	35,298
	60	26,0	13023,7	19912,4	34,595
კალიუმის ქლორის (KCl)	100	36,0	75778,4	101308	25,200
გოგირდოვანი ნატრიუმი (Na ₂ SO ₄)	40	33,2	6460,9	7374,7	12,390
	60	33,2	17487,1	19912,4	12,180
გოგირდოვანი მაგნიუმი (MgSO ₄)	60	19,3	19052,0	19912,4	4,320
	100	63,5	55415,5	101308	45,3
აზოტმწვავე ნატრიუმი (NaNO ₃)	85	54,2	38262,8	54498,9	33,8
	40	22,9	6490,9	7374,7	11,984
გოგირდმწვავე ნატრიუმი (NaCO ₃)	60	22,9	17643,1	19912,4	11,396

როგორც 2.1. ცხრილიდან ჩანს მარილის ხსნარების ორთქლის დრეკადობა ყველაზე მეტად წნევის შემცირებას იწვევს NH₄NO₃ (ამიაკის სელიტრა) და MgCl₂ (მაგნიუმის ქლორიდი). ეს მარილები შეიძლება გამოგვეყენებინა შრობისას, მაგრამ ამასთან საჭიროა გავითვალისწინოთ, რომ მათ შეუძლიათ მნიშვნელოვნად გაზარდონ გამოსაშრობი მერქნის

ჰიგროსკოპიულობა. დანარჩენი განხილული მარილების ხსნარებიდან უფრო მორგებულია NaCl (სადილის მარილი), რომელიც იყო გამოყენებული ექსპერიმენტების ჩატარების დროს [6, 9]. ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი თვისება NaCl - არის ის, რომ მისი გახსნადობა არ არის დამოკიდებული ტემპერატურაზე.

ცხრილში 2.2. მოყვანილია NaCl ხსნადობის მონაცემები და ტემპერატურაზე დამოკიდებული სითხის სიმკვრივე. ეს ცხრილი ემსახურება მარილის ხსნარის კონცენტრაციის განსაზღვრას, მისი სიმკვრივით, რომელიც შეიძლება ადვილად განისაზღვროს არეომეტრით.

ცხრილი 2.2. NaCl ხსნადობა წყალში და გაჯერებული ხსნარის სიმკვრივე

ტემპერატურა	ხსნადობა %–ში არსებულ მასაში	სიმკვრივე კგ/მ ³	ტემპერატურა	ხსნადობა %–ში არსებულ მასაში	სიმკვრივე კგ/მ ³
0	26,34	1209,3	40	26,71	1191,4
10	26,35	1204,4	50	26,89	1187,2
20	26,43	1199,9	60	27,09	1183,0
25	26,48	1197,8	70	27,30	1178,7
30	26,56	1195,7	80	27,53	1178,7

შევარჩიოთ ჰიგროსკოპიული ხსნარი, ჩავატაროთ კვლევა მერქანში მისი შეღწევადობის სიღმის დასადგენად, მერქნის საწყისი ტენიანობის, ქიმიურად დამუშავების ხანგრძლივობისა და ხსნარის ტემპერატურის მიხედვით.

2.8. მერქნის ქიმიური დამუშავების პროცესების გავლენა გალენტვის სიღრმეზე

თუ მერქანს ჩავყურსავთ რომელიმე ნივთიერების წყალხსნარში დიფუზიის კაბონის თანახმად იგი იწყებს იმ მერქანში შეღწევას, რომელშიც არის თავისუფალი ტენი. ეს აიხსნება იმით, რომ თანაბარი ტემპერატურის დროს ხსნადი ნივთიერება მიემართება უფრო ნაკლები კონცენტრაციის მიმართულებით, სანამ არ მიიღწევა მთელი სისტემის კონცენტრაცია.

მერქნის გაჟღენთვა მარილების ხსნარით შეიძლება განხორციელდეს ავტოკლავში წნევით ან მის გარეშე. პირველი მეთოდი უფრო მარტივია. გაჟღენთვა ხორციელდება ღია აბაზანებში მარილის კონცენტრირებული ხსნარითა და ატმოსფერული წნევით, მაგრამ მოითხოვს ბევრ დროს რეალიზებისათვის [6,7,8].

მერქნის გაჟღენთვის მეორე მეთოდი მიმდინარეობს ავტოკლავში. გაჟღენთვის დრო მნიშვნელოვნად ნაკლებია, თუმცა ენერგო დანახარჯები გაჟღენთვაზე მნიშვნელოვნად მეტია და მოითხოვს მომზადებულ მუშა პერსონალსა და კვალიფიციურ მომსახურებას.

შეწოვის მეთოდის გამოყენებით წყლის ორთქლის დრეკადობა მერქანში მისი საწყისი ტენიანობის დროს მეტია ვიდრე უჯრედების ტენით გაჯერების ზღვარი. რადგან სითხის ორთქლის დრეკადობა მეტია, ტენი მერქნიდან დაიწყებს გადასვლას სითხეში, ე. ი. მერქანი იწყებს აბაზანაში შრობას (ხმობას). ამ „შრობის“ სიჩქარე იქნება მერქნის ტენიანობაზე მაღალი, ვიდრე სითხის ტემპერატურა და ორთქლის პარციალური წნევის სიდიდე.

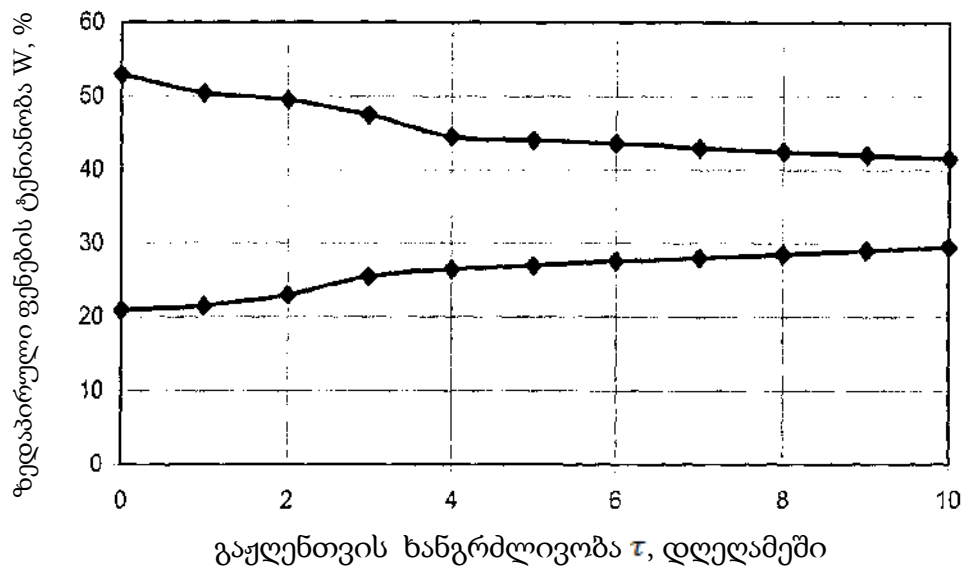
მერქნის გაჟღენთვის დროს თუ მისი ტენიანობა არის მერქნის ბოჭკოების გაჯერების წერტილზე მეტი, სითხემ შეიძლება შეაღწიოს მერქანში მისი ჰიგროსკოპული აღნაგობის შედეგად. ამგვარად, ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს ორ შემხვედრ ნაკადს, როდესაც მარილის შეღწევადობა მერქანში ხორციელდება დიფუზიისა და მერქნის ჰიგროსკოპულობის საშუალებით და როდესაც ტენის გადასვლა სითხეში მიმდინარეობს წყლისა და ხსნარის პარციალური წნევების განსხვავების

ხარჯზე. ამ ნაკადების ფარდობა დამოკიდებულია მერქნის ტენიანობაზე, აბაზანის ტემპერატურაზე ორთქლისა პარცეალური წნევების სხვაობაზე მერქანსა და ხსნარს შორის.

სველი ნიმუშების გაჟღენთვას თან ახლავს მასის შემცირება, ხოლო მშრალი ნიმუშების გაჟღენთვა ზრდის მასას, ამასთან კრიტიკული ტენიანობა აუხლოვდება ბოჭკოების გაჯერების წერტილს (ნახ. 19). ამ შემთხვევაში სველი მასალის საშუალო ტენიანობა მცირდება ხოლო მშრალი მასალისა – იზრდება.

მერქანში ნატრიუმქლორიდის ხსნარის შეღწევის სიღრმე განსაზღვრული იქნა ინდიკატორის საშუალებით. ინდიკატორად კი NaCl-ზე გამოყენებული იყო $AgNO_3$, რეაქციას იძლევა ქლორის ანიონზე Cl^- თეთრი ნარჩენით. როგორც მე-20 ნახაზიდან ჩანს გაჟღენთვის სიღრმე ტანგენციალური მიმართულებით რამდენადმე ნაკლებია, ვიდრე რადიალური მიმართულებით, სხვა ერთმანეთის მსგავს პირობებში.

დახერხილი მასალების გაჟღენთვა ტორსებიდან მიმდინარეობს 9...10-ჯერ სწრაფად ვიდრე ზედაპირიდან. მაგალითად მუხის მერქნის გაჟღენთვის სიღრმემ ბოჭკოების გასწვრივ 8 დღელამის განმავლობაში მიაღწია 45...50 მმ-ს.



ნახ. 19. ნიმუშების ზედაპირების დაბალი და მაღალი ტენიანობის მდგომარეობაში ნატრიუმქლორის ხსნარით გაჟღენთვის დროს

მერქნის ღრმა ტორსული გაჟღენთვა, ამცირებს რა შრობის პროცესის ხანგრძლივობას, ტენის აორთქლება ტორსებიდან საშუალებას გვაძლევს გამოყენებული იქნეს ხისტი რეჟიმები, რაც თავის მხრივ ამცირებს შრობის ხანგრძლივობას. თუმცა, გაჟღენთვის დიდი სიღრმე მოითხოვს დამატებით ნამეტების გათვალისწინებას გაჟღენთილი ზონის ჩამოჭრაზე.

ღია აბაზანებში მერქნის გაჟღენთვა წნევის გამოყენების გარეშე მიმდინარეობს გაცილებით ნელა, ვიდრე გამჟღენთ დანადგარებში. ამიტომ გაჟღენთვის დროის ხანგრძლივობის შემცირების საკითხი ძალიან მნიშვნელოვანია.

თუ NaCl-ის ხსნარში გაჟღენთილ მასალას გავაშრობთ ჰაერის 75% ფარდობითი ტენიანობით, აორთქლება ზედაპირული ფენებიდან არ დაიწყება მანამ, სანამ ტენი მერქნის ცენტრიდან ზედაპირისაკენ არ გადაადგილდება. ამ შემთხვევაში ზედაპირული ფენებისა ტენიანობა მატულობს, და მასში ხსნარის კონცენტრაცია მცირდება. ხსნარის კონცენტრაციის შემცირებისას ორთქლის პარციალური წნევის ზრდის გამო აღიძვრება ორთქლის დრეკადობის სხვაობა და მასალა იწყებს გამოშრობას. თუ მასალის ცენტრიდან ტენის მოდინება შეწყდება, მაშინ ზედაპირულ ფენებში იქნება გაჯერებული ხსნარი და მერქნის შრობის პროცესიც შეჩერდება.

შემდგომი შრობის ხანგრძლივობა შეიძლება გაგრძელდეს ჰაერის ტენიანობის 75%-ზე დაბლა. ე. ი. იმ პირობით თუ ხდება NaCl აორთქლება. აქედან ჩანს, რომ ჰაერის ტენიანობის 75%-ის შემთხვევაში გაჟღენთვის სიღრმეს მნიშვნელობა არა აქვს თუ მერქნის ფენები გაჟღენთილია გაჯერებული ხსნარით. ამიტომ შრობის ნორმალური რეჟიმების გამოყენებისას შეგვიძლია შევამციროთ მერქნის გაჟღენთვის სიღრმე.

გაჟღენთვის სითხის შემცირება შესაძლებელია დამამუშავებელი ხსნარის ტემპერატურის მატების შედეგად. პრაქტიკული მნიშვნელობა შეიძლება ჰქონდეს მაღალტემპერატურულ შრობის პროცესს ($t > 100^{\circ}\text{C}$), რომელიც უზრუნველყოფს მარილის ღრმად შეღწევას მერქნის ფენებში.

მერქანში ხსნარის შეღწევის სიღრმე იქნება უმნიშვნელო, რამდენადაც ხსნარების წინასწარი ქიმიური გაჟღენთვით ერთდროულად ადგილი აქვს ორ შემხვედრ ფიზიკურ მოვლენას. პირველი – მერქანში მარილის შეღწევის სიღრმე ხდება დიფუზიის ხარჯზე და მეორე – უფრო ინტენსიური – ტენის გადაადგილება მერქანში მაღალი პარცეალური წნევის საშუალებით. მერქნის ქიმიურ ხსნარში 3 საათზე მეტი ხნით დამუშავების პროცესში ხსნარის ადუღების ტემპერატურაზე მიმდინარეობს ტენიანობის შემცირება 1,5...2,5%-ით.

2.9. წინასწარი კვლევები

წინასწარი კვლევების ჩასატარებლად გამოყენებული იქნა მუხის მერქანი 50x100-ზე მმ კვეთით.

აპრიორული ინფორმაციის საფუძველზე და წინასწარი გაჟღენთვისათვის შერჩეული იქნა შემდეგი პარამეტრები, რომელთაც ქონდათ ყველაზე მეტი გავლენა გაჟღენთვის სიღრმეზე, ტენგამტარობის კოეფიციენტი, გამომშრალი მერქნის ხარისხი და დადგინდა ზღვრული მნიშვნელობები:

- ხსნარის ორთქლის ტემპერატურა 60–დან 100°C–მდე;
- მერქნის საწყისი ტენიანობა იყო 45–დან 75%–მდე;
- ქიმიური დამუშავების ხანგრძლივობა 1–დან 3 საათამდე

ქიმიური დამუშავების შემდეგ ნიმუშები სექციებად იყო დაპობილი გაჟღენთვის სიღრმის დასადგენად. ინდიკატორის NaCl სახით გამოყენებული იყო AgNO₃, რომელიც იძლევა რეაქციას Cl⁻ -ზე ამავედროულად თეთრი ნარჩენის მიღება. გაჟღენთვის სიღრმე განსაზღვრული იყო მოდელ MBC-9 მიკროსკოპის საშუალებით.

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადგენილი იქნა, რომ გაჟღენთვის სიღრმეზე ყველაზე მეტ გავლენას ახდენს ხსნარის ტემპერატურა და დამუშავების ხანგრძლივობა. საცდელი შრობის ჩატარების არსი არის ქიმიური დამუშავების სხვადასხვა ეფექტურობის გავლენა ორ ტემპერატურულ ინტერვალში: $t < 100^{\circ}\text{C}$ და $t > 100^{\circ}\text{C}$.

ამ ტემპერატურების ინტერვალში 60–დან 100°C დადგენილი იყო მერქნის სიღრმეში NaCl–ის შეღწევის სიღრმე, რამაც გამოიწვია ტემპერატურის ზრდა და დამუშავების ხანგრძლივობა. გაჟღენთვის მაქსიმალურმა სიღრმემ შეადგინა 0,8...1,2 მმ და ეს მიღწეული იქნა ხსნარის 3 საათიანი დამუშავებით თითქმის 100°C.

100°C ტემპერატურის ზემოთ თავისუფალი ტენი დულდება, რის შედეგადაც მერქანში წარმოიქმნება ორთქლჰაეროვანი ნარევის პარცელური წნევა, რომელიც ხელს უწყობს მის ინტენსიურ გადაადგილებას შიგა ფენებიდან ზედაპირისაკენ. ეს ნაკადი ხელს უშლის NaCl ხსნარის ღრმად შეღწევას მერქნის შიგა ფენებში. გაჟღენთვის სიღრმე ქიმიურად დამუშავების შემდეგ 1...2 საათის განმავლობაში შეადგენს 0,15...0,25 მმ–ს, 3 საათიანი დამუშავების შემდეგ 0,3...0,5მმ.

ქიმიურად დამუშავების შემდეგ ყველა ნიმუში იქნა გამშრალი კონვექციურ საშრობ კამერებში. შრობის რეჟიმები იყო უფრო გახისტებული შრობის ფორსირებულ რეჟიმებთან შედარებით [7]. წინასწარი ცდების შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 2.3.

ცხრილი 2.3. წინასწარი ცდების შედეგები

მერქნის დამუშავება NaCl–ის ხსნარში, საათი	დამამუშავებელი გარემოს ტემპერატურა, t, °C	გაჟღენთვის სიღრმე მერქნის საწყის ტენიანობაზე:		ნიმუშების სახე გამომშრობის შემდეგ
		W _H =45%	W _H =75%	
1	60	0,55	0,35	ღრმა ბზარები „—“ „—“ არაღრმა ბზარები
	80	0,65	0,50	
	95	0,85	0,80	
	104	0,20	0,15	
2	60	0,60	0,45	ბზარები „—“ „—“ ბზარების გარეშე
	80	0,85	0,75	
	95	0,95	0,90	
	104	0,25	0,20	
3	60	0,70	0,50	ბზარები „—“ „—“ ბზარების გარეშე
	80	0,90	0,85	
	95	1,20	0,95	
	104	0,50	0,30	

მერქნის ქიმიურად დამუშავების პროცესის შემდეგ თანაბარი საწყისი ტენიანობისას ნიმუშების ნაწილი ძალიან დაიბზარა $t < 100^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე შრობის დაწყებისთანავე. ყველა ნიმუში დამუშავებული იქნა $t < 100^{\circ}\text{C}$ -ზე მაღალი კარგი ხარისხით. ნიმუშების შრობის ხანგრძლივობა ქიმიურად დამუშავების შემდეგ $t < 100^{\circ}\text{C}$ 2...3 საათის განმავლობაში ბზარები იყო მნიშვნელოვნად ნაკლები, ვიდრე ნიმუშები 1...1,5 საათის ხანგრძლივობით დამუშავებული თანაბარ პირობებში.

ამგვარად, შრობის პროცესის მნიშვნელოვანი შემცირება გამომშრალი მერქნის მაღალი ხარისხის შენარჩუნებით შესაძლებელია მხოლოდ წინასწარი ქიმიურად დამუშავებით ხსნარის დუღილის ტემპერატურაზე ($t > 100^{\circ}\text{C}$).

ამ ამოცანის ამოსახსნელად გავზარდოთ მერქნის წყალ და ტენგამტარობის სიდიდე აუცილებელია შესწავლილი იქნეს მერქნის სტრუქტურაზე გამტარი ანატომიური ელემენტების გავლენა.

2.10. თბური დამუშავების გავლენა მერქნის წყალგამტარი ანატომიური ელემენტების სტრუქტურაზე

ტენგამტარობის კოეფიციენტი დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე, რომელთაგან ერთ-ერთი წარმოადგენს გულის არსებობას მერქანში. გული ხასიათდება მნიშვნელოვნად მცირე ტენგამტარობით. მერქანში გულის წარმოქმნისას ადგილი აქვს ჭურჭლების და ძირითადი ტენგამტარი ელემენტების დაცობას თილებითა და ექსტრაქტული ნივთიერებებით, რის შედეგადაც შეუძლებელი ხდება მისი წყალგამტარობა [4,7,8]. პარალელურად ჭურჭლებში მიმდინარეობს ფენოლური შეერთებების დაგროვება.

ცილა ითავსებს წყალგამტარ ფუნქციას. ფოთლოვან სახეობებში ის წარმოადგენს მერქნის ნაწილს. ამიტომ თილების დარღვევის გააქტიურება მნიშვნელოვანი და აუცილებელია მერქნის შრობის თეორიისა და პრაქტიკისათვის. რადგან საბოლოო შედეგია გულიანი მერქნის

ტენგამტარობის გააქტიურება, როგორც ხის ღეროს ყველაზე ძვირფასი ნაწილისა [6, 7].

2.11. კვლევის ობიექტი და მეთოდები

ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენ-და წყალგამტარი ელემენტების სტრუქტურაზე გავლენის დასადგენად ჩატარებული იქნა ცდები მუხის ახლად მოჭრილ მერქანზე. ზრდის პროცესში ამ მერქნული სახეობის გულის ჭურჭლები თანდათანობით იხურება თილებით და ექსტრაქტული ნივთიერებებით. მათი მსხვილი ზომების წყალობით ადრეულ მერქანში ქმნიან მიკროსკოპული დაკვირვებების კარგ ობიექტებს.

აუცილებელია ჩავატაროთ ექსპერიმენტები, იმისათვის რომ განვსაზღვროთ ქიმიურად დამუშავებული მერქნის წყალგამტარობა, რაც საშუალებას მოგვცემს ამოვხსნათ შრობის პროცესის ინტენსიფიკაციის ამოცანები და დავაზუსტოთ შრობის ხანგრძლივობის მეთოდიკა.

2.12. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენგამტარობის პროცესის კვლევა

მერქანი თავისი აგებულებითა და ფორმით წყალთან მიმართებაში შეიძლება წარმოდგენილი იყოს პოლიკაპილარული სხეულის სახით. მერქნის კაპილარული სტრუქტურა განივი მიმართულებით რთულია და სქემატურად შეიძლება ისე იქნეს წარმოდგენილი, როგორც მიკრო და მაკრო კაპილარების ერთიანობა.

მერქნის უჯრედებში და კაპილარების კედლებში სიღრუეების ზომები განსხვავებულია. უჯრედის კედლების კაპილარები წარმოადგენენ მიკროკაპილარებს, მათი რადიუსი მცირეა. მიკრო კაპილარებში არის მხოლოდ ოსმოსური ბმული ტენი. ეს კაპილარები ქრება ტენის აორთქლების შედეგად. უჯრედის სიღრუეების რადიუსი დიდია 10^{-5} სმ,

ისინი წარმოადგენენ მაკრო კაპილარებს. მათი ზომები რჩება მუდმივი და უჯრედის კედლების გაჯერების სიდიდეზე მეტი.

თხევადი სახით არსებული ტენის გარდა მერქანი შეიცავს მაკრო და მიკრო კაპილარებში არსებულ ჰაერს. ამგვარად მერქანში დადებით ტემპერატურაზე ტენი მოთავსებულია ორ ფაზურ მდგომარეობაში, კერძოდ კი თხევად და ორთქლის მაგვარ მდგომარეობაში. მერქნის რთული აღნაგობა განპირობებულია ტენის გადაადგილების განსხვავებული ხასიათით მერქნის შიგნით და მისი ტენიანობა უჯრედის კედლების გაჯერების ხარისხზე დაბალი და მაღალია.

როდესაც ტენიანობა უჯრედის კედლების გაჯერების ხარისხზე მეტია, მასში შესაძლებელია თავისუფალი ტენის გადაადგილება სითხის სახით შიგა ძალების მეშვეობით, ისევე როგორც ჰიგროსტატიკური ან მაღალი წნევის დროს. ამ შემთხვევაში თავისუფალი ტენის გადაადგილება განისაზღვრება კაპილარების შეღწევადობის უნარით.

როდესაც მერქნის ტენიანობა არის უჯრედების კედლების გაჯერების წერტილზე ნაკლები, როგორც ორთქლის პარცეალური წნევა მერქანში, ასევე კაპილარული წნევა სითხისა მასში წარმოადგენს ტენიანობის ფუნქციას. ამიტომ მერქნის ტენიანობის გრადიენტი წარმოადგენს ერთდროულად სითხისა და ორთქლის მამოძრავებელ ძალას.

მაშინ ტენის გადატანის განტოლებას მხოლოდ დიფუზიური ტენგამტარობის დროს ექნება ასეთი სახე.

$$\frac{\partial \omega}{\partial \tau} = a' \frac{\partial^2 \omega}{\partial^2 x}, \quad (2.30)$$

სადაც: x —უსასრულო სისტემის კოორდინატები, მ;

a' —დიფუზიური ტენგამტარობის კოეფიციენტი, $\text{მ}^2/\text{წ}$;

მიუხედავად იმისა, რომ მყარ ჰიგროსკოპულ სხეულებში ტენის გადატანაზე მუშაობდა ბევრი მკვლევარი, სრული შედეგი ამ პროცესში დღევანდლამდე საეჭვოა. ეს შეიძლება აიხსნას იმით, რომ მერქანში ტენის

გადაადგილებისა და განსაკუთრებით მისი შრობის დროს გამოიკვეთება ბევრი დამოკიდებული და არადამოკიდებული სიდიდეები.

ტენის მთელი რაოდენობა მერქანში გამოიდევენება მხოლოდ შრობის პერიოდში, რომელიც საბოლოოდ გადადის მერქნის ზედაპირულ ფენაში, სადაც ტენიანობა არის მერქნის გაჯერების წერტილზე ნაკლები. ამიტომ მერქნის შრობის ხანგრძლივობის დასადგენად მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობის ცოდნა ასევე თანაბრად აუცილებელია, როგორც მერქნის ტენიანობის გაჯერების წერტილის ზევით, ასევე ქვევით.

ტენგამტარობა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის ყველაზე მნიშვნელოვან გავლენას მასზე ახდენს ტემპერატურა. ტემპერატურის აწევის შემთხვევაში ტენგამტარობა მნიშვნელოვნად იზრდება. ეს განპირობებულია იმით, რომ ტემპერატურის აწევის დროს იზრდება ორთქლისმაგვარი ტენის გადაადგილების ინტენსივობა, რომელიც თავის მხრივ იწვევს ორთქლის დიფუზიის კოეფიციენტისა და ტენის ზრდას, რომელიც იმყოფება თხევად ფაზურ მდგომარეობაში. აქედან შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ტენის გადაადგილების სიჩქარე ორთქლის სახით უნდა გავააქტიუროთ მაკრო კაპილარებში.

თეორიული კვლევების დასადასტურებლად ქიმიური დამუშავება გავლენას ახდენს მერქანში ტენის გადაადგილების ინტენსიფიცირებაზე. ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტების სერია, რომელშიც დადგენილი იქნა ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობები.

ცხრილში 2.4. წარმოდგენილია სითბოგამტარობის კოეფიციენტის საშუალო მონაცემები. ანგარიში კი 2.36. ფორმულაში ძირითად მონაცემებზე დაყრდნობით, მიღებულია კვლევების შედეგების მიხედვით. ტენგამტარობის კოეფიციენტზე ყველაზე მეტ გავლენას ახდენს მერქნის საწყისი ტენიანობა, მერქნის წინასწარ ქიმიურად დამუშავების ხანგრძლივობა და გარემოს ტემპერატურა.

ტენგამტარობის კოეფიციენტის მაქსიმალური მნიშვნელობა აღწევს მისი ქიმიურად დამუშავების 1,5...2,0 საათის შემდეგ. 2,5 საათზე მეტი დროის განმავლობაში შეინიშნება მისი უმნიშვნელო შემცირება. როგორც ჩანს მოცემული კანონზომიერება შეიძლება ავხსნათ იმით, რომ მერქნის ქიმიურად დამუშავების პროცესში პირველი 2 საათის განმავლობაში ხდება ჭურჭლებში თილების ძირითადი მასის რღვევა, რაც ხელს უწყობს მერქნის წყალგამტარობის სიდიდის მკვეთრ ზრდას. თუმცა ქიმიური დამუშავების პროცესში მერქნის ზედაპირულ ფენებში აღწევს მარილის ხსნარი, რომელიც ართულებს ტენის აორთქლებას. რაც უფრო ხანგრძლივია ქიმიური დამუშავება, მით უფრო მეტი სითხე აღწევს მერქანში.

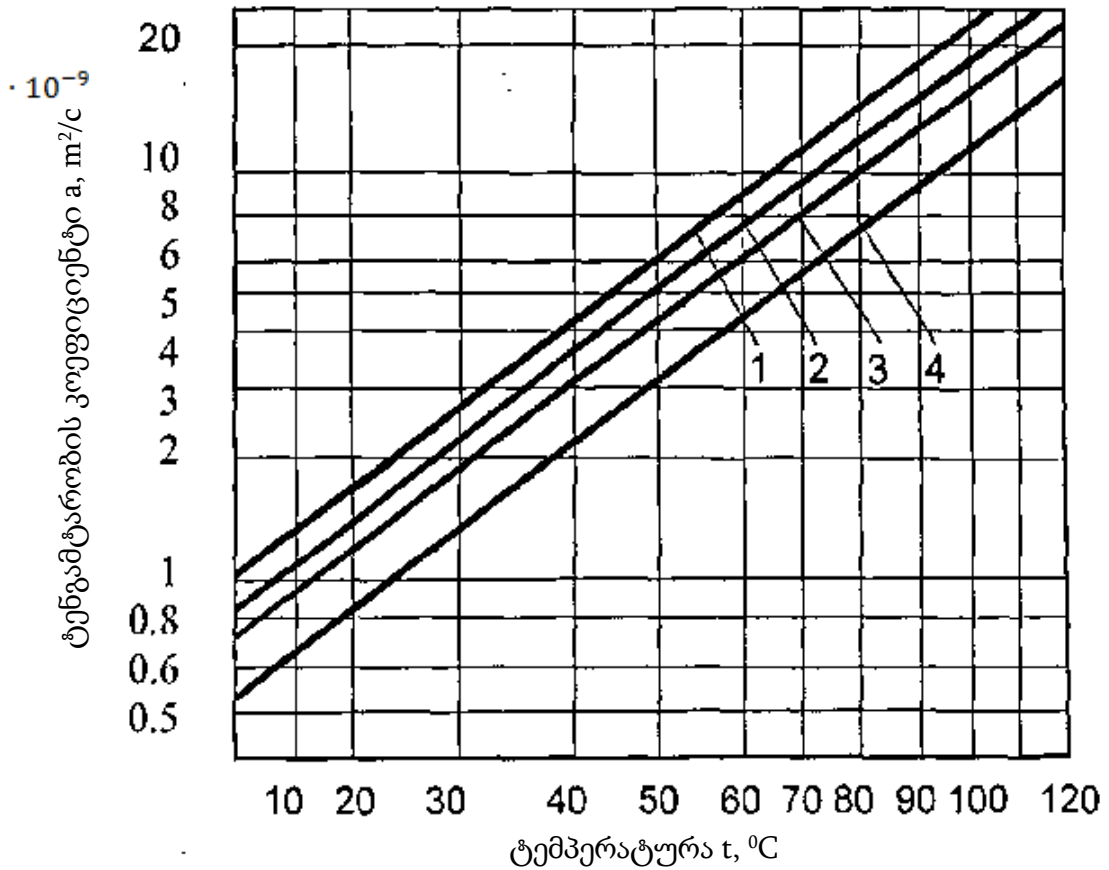
ცხრილი 2.4. – ზოგიერთი სახეობის მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობები ქიმიურად დამუშავების ხანგრძლივობაზე და გარემოს ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით

სახეობა	გარემოს ტემპერატურა t, °C	ტენგამტარობის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობები მერქნის ქიმიური დამუშავების შემდეგ საათების განმავლობაში		
		1 საათი	2 საათი	3 საათი
მუხა	20	1,28	1,24	1,13
	60	6,64	6,63	5,75
	80	10,8	11,94	12,13
ივანი	20	1,78	1,75	1,30
	60	9,07	9,0	8,18
	80	15,12	15,99	16,22
წიფელი	20	1,46	1,34	1,16
	60	7,98	7,93	7,11
	80	12,65	13,02	16,21
ლარიქსი	20	0,83	0,77	0,51
	60	0,43	0,40	0,33
	80	0,72	0,82	0,89

მერქნის ტენგამტარობაზე დიდ გავლენას ახდენს გარემოს ტემპერატურა. შეიმჩნევა მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელოვანი ზრდა.

მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობები, მისი წინასწარი ქიმიური დამუშავების შემდეგ, ბუნებრივ მერქანთან

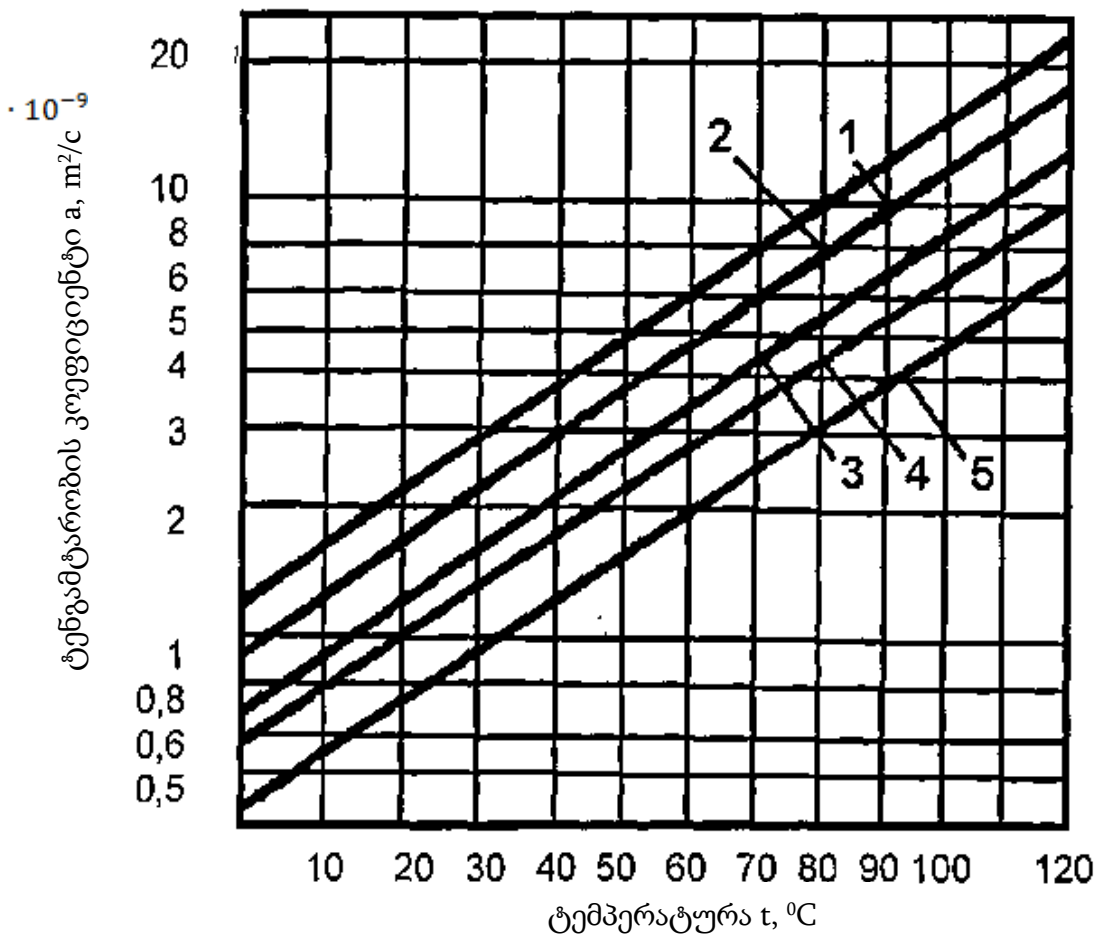
შედარებით წარმოდგენილია სურათებზე 20 და 21. მე-20 სურათზე ჩანს, რომ მერქნის წინასწარი ქიმიური დამუშავება მნიშვნელოვნად ზრდის რთულადშრობადი მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტს.



ნახ. 20. ტენგამტარობის საშუალო კოეფიციენტების საანგარიშო დიაგრამა ზოგიერთი მერქნის სახეობებისათვის ტანგენციალური მიმართულებით ქიმიური დამუშავების შემდეგ
1-ივანი; 2- წიფელი; 3-მუხა; 4-ლარიქსი

სამუშაოში ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის დასადგენად ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტული კვლევები. მერქნის ტენგამტარობა დამოკიდებულია გაჟღენთვის პირობებზე, ამიტომ ტენგამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობას აქვს ვარირების დიდი ინტერვალი და მუხის მერქნის ბუნებრივ მნიშვნელობებს 2-დან 5-ჯერ აჭარბებს [6, 9].

გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს ტენის განაწილების ხასიათი ქიმიურად დამუშავებული მერქნის სხვადასხვა გარემოს ტემპერატურაზე.



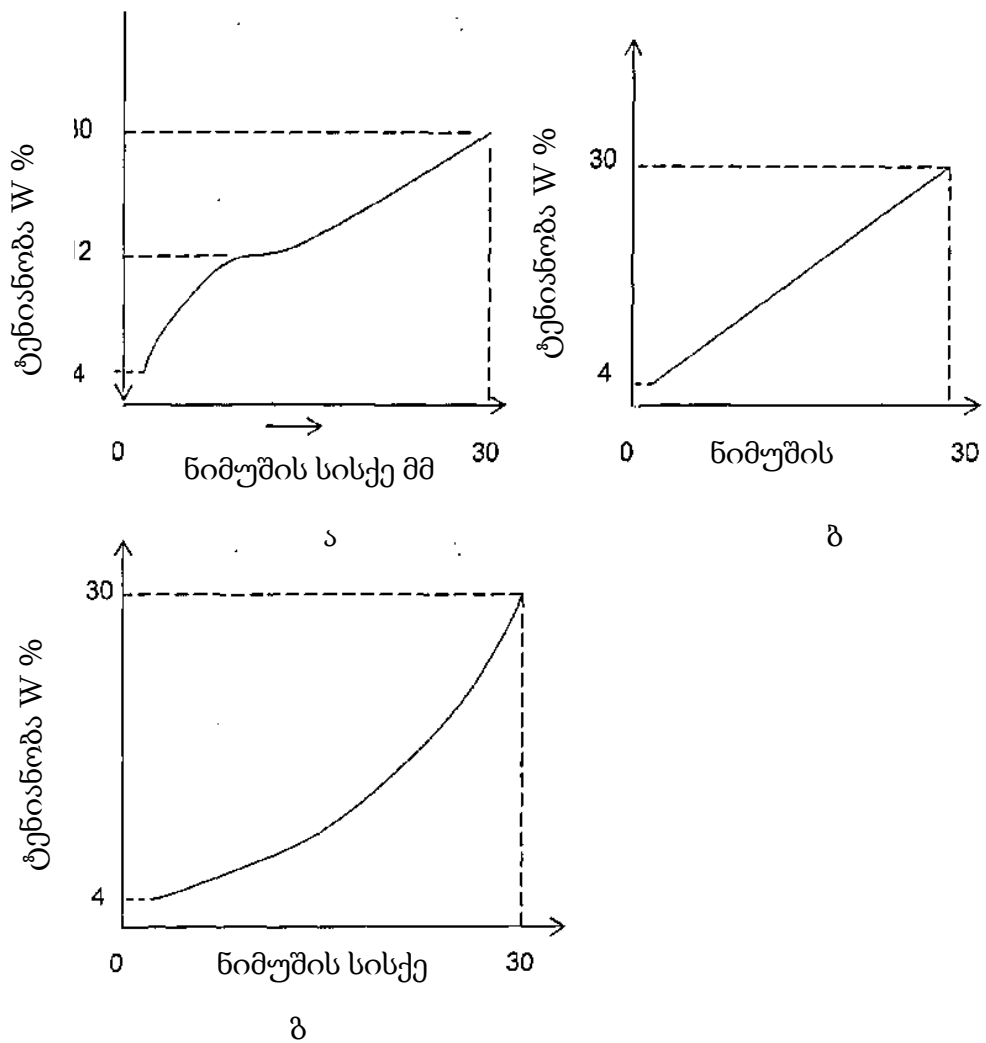
ნახ. 21. ტენგამტარობის საშუალო კოეფიციენტების საანგარიშო დიაგრამა სხვადასხვა სახეობის მერქნის განივი მიმართულებით 1-ფიჭვი, ნაძვი, ვერხვი; 2-არყის ხე; 3-წიფელი; 4-ლარიქსი; 5-მუხა

20°C ტემპერატურაზე 9...12%-იანი ტენიანობის მქონე მრუდს აქვს დამახასიათებელი გადახრა (ნახ. 22, ა), რომელიც შეესაბამება ტენიანობის გრადიენტის მინიმალურ მნიშვნელობას და შესაბამისად, ტენგამტარობის კოეფიციენტის მაქსიმალურ მნიშვნელობას.

60°C ტემპერატურისას ტენის განაწილება სისქეზე ხდება სწორი ხაზის წესით დიფუზიური ტენგამტარობის მთელ ნაწილზე. 80°C სიახლოვეს და მის ზევით დიფუზიური ტენგამტარობის ნაწილზე

შეინიშნება ტენიანობის გრადიენტის ინტენსიფიცირება, რასაც მივყავართ მასალის სისქეზე ტენიანობის არათანაბარ განაწილებასთან.

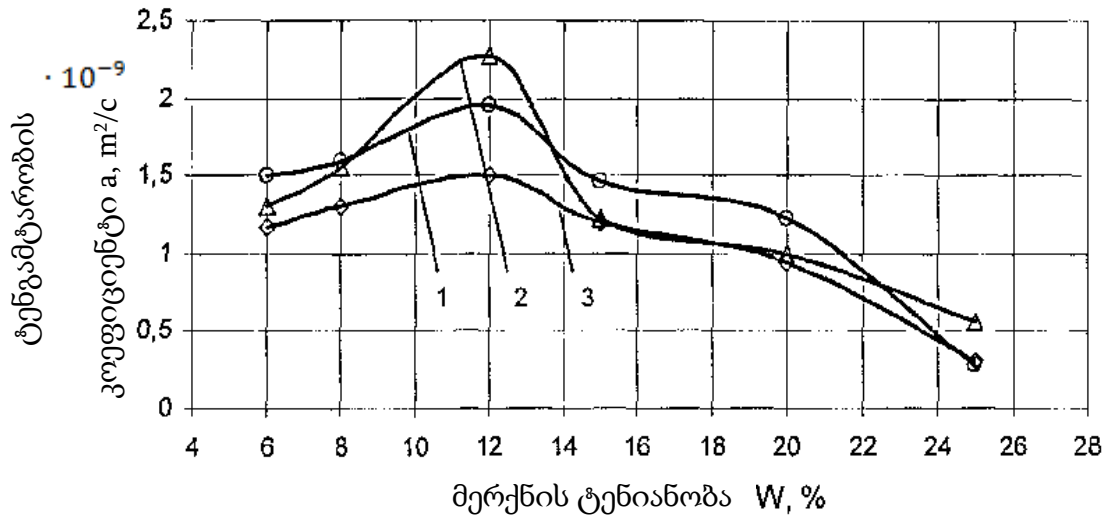
ამგვარად, გარემოს ტემპერატურის $60...65^{\circ}\text{C}$ გათბობისას, მიიღწევა ყველაზე მეტი ოპტიმალური შერწყმა ტენის გადატანის ინტენსიურობა მასალის შიგნით და მისი აორთქლება მერქნის ზედაპირიდან. ისეთი რეჟიმების გამოყენება, როდესაც გარემოს ტემპერატურა 80°C -ზე მეტია არამიზანშეწონილია, რამდენადაც ასეთ შემთხვევაში ადგილი ექნება უფრო მეტი ტენის უთანაბრო განაწილებას მასალის კვეთში, რაც თავის მხრივ გამოიწვევს დიდი შიგა დაბვეების წარმოქმნას.



ნახ. 22. ტენიანობის განაწილების ხასიათი ნიმუშების კვეთში გარემოს ტემპერატურაზე დამოკიდებულების მიხედვით

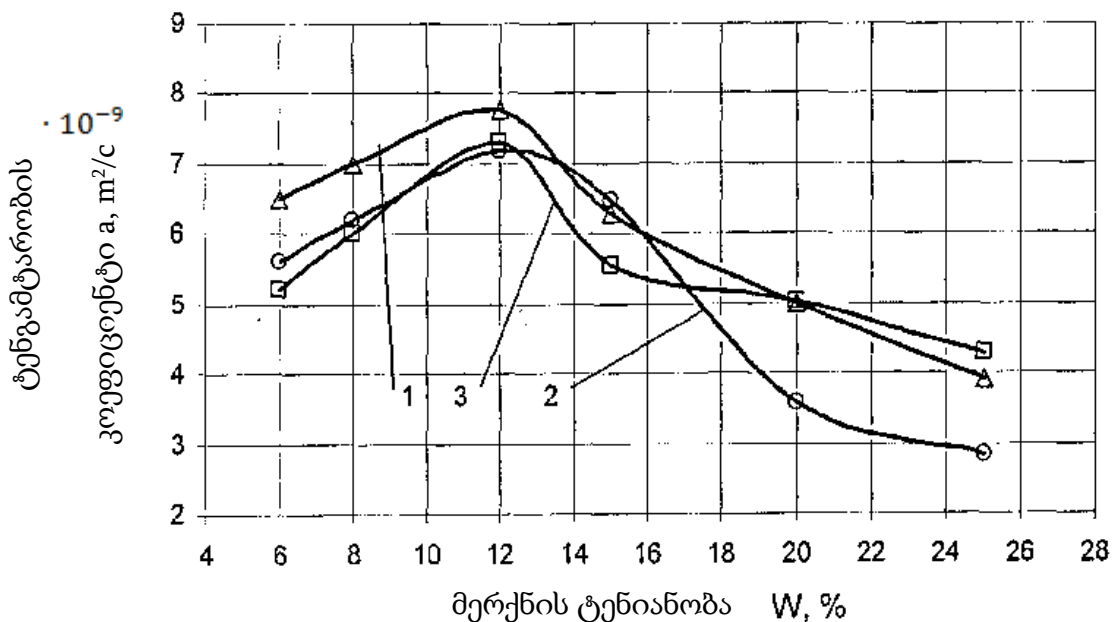
$$a - t_{cp} = 20^{\circ}\text{C}; \quad b - t_{cp} = 60^{\circ}\text{C}; \quad g - t_{cp} = 80^{\circ}\text{C}$$

განვიხილოთ ტენგამტარობის კოეფიციენტის ცვლილება ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნის მაგალითზე. ნახაზებზე 23-26 ნაჩვენებია გარემოს ტემპერატურის გავლენა და ქიმიური დამუშავების ხანგრძლივობა მუხის მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტზე.



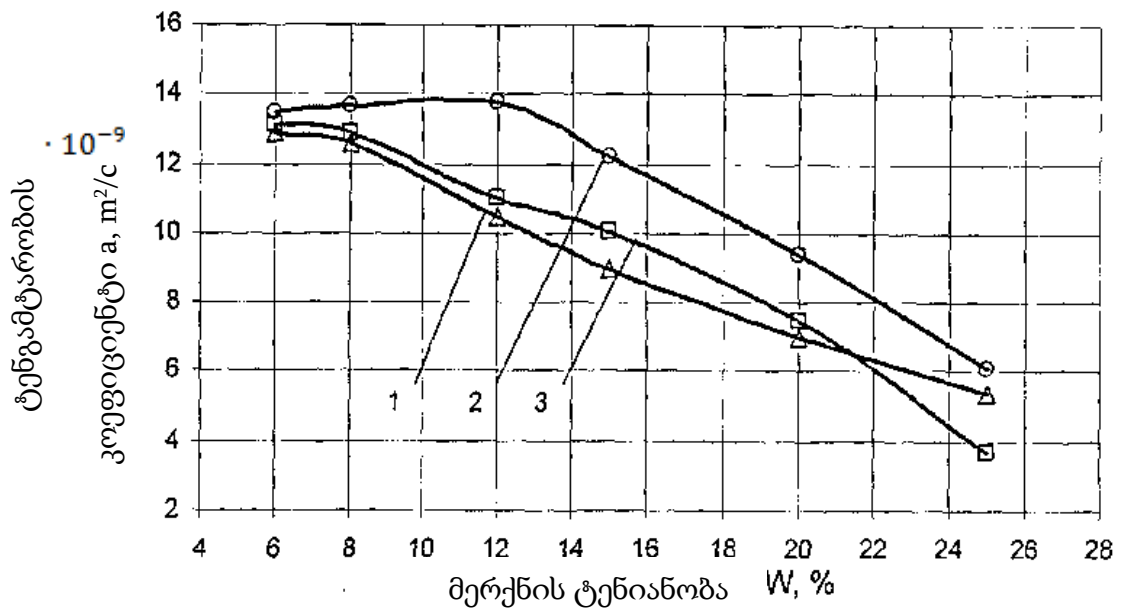
ნახ. 23. ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის ცვლილება 20°C

1,2,3-მერქნის ქიმიური დამუშავების ხანგრძლივობა 1,2 და 3 საათი



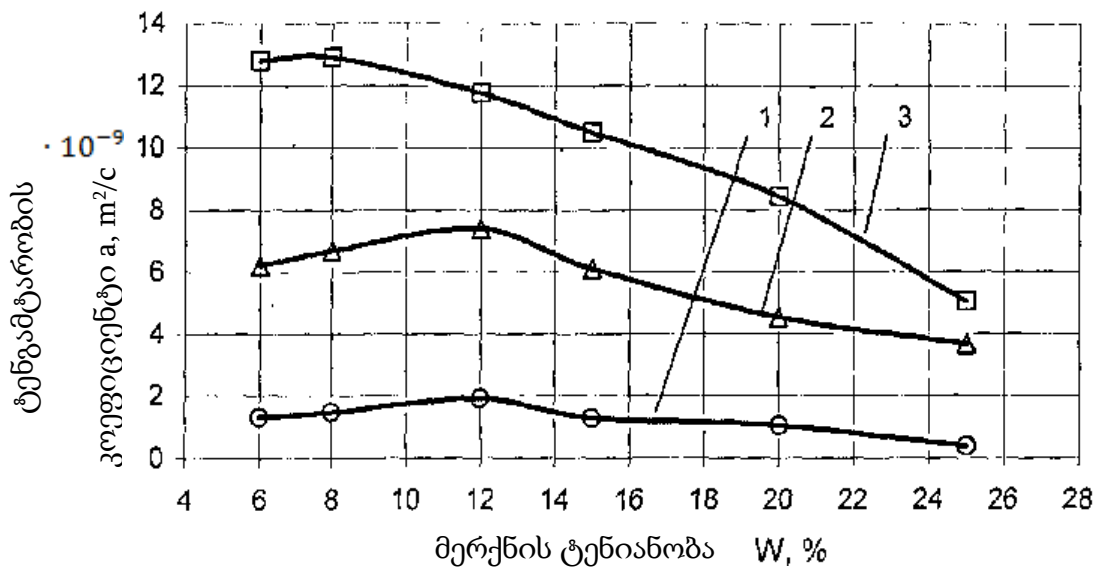
ნახ. 24. ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის ცვლილება 60°C

1,2,3-მერქნის ქიმიური დამუშავების ხანგრძლივობა 1,2 და 3 საათი



ნახ. 25. ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის ცვლილება 80°C

1,2,3-მერქნის ქიმიური დამუშავების ხანგრძლივობა 1,2 და 3 საათი



ნახ. 26. ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა სხვადასხვა ტემპერატურაზე

1-ტემპერატურა 20°C; 2-ტემპერატურა 60°C; 3-ტემპერატურა 80°C

ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნის ტენგამტარობის მრუდების ხასიათი კარგად ეთანხმება არციხოვსკაიას მონაცემებს [4]. ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტი უმნიშვნელოდ იცვლება მერქნის უჯრედების გაჯერების წერტილზე დაბლა.

მერქნის ქიმიური დამუშავების ტექნოლოგიის შესაქმნელად აუცილებელია გვექონდეს მერქნის მათემატიკური მოდელი, რომელიც აღწერდა მერქნის საწყისი ტენიანობისა და ტენგამტარობის კოეფიციენტის გავლენას მერქნის დამუშავების ხანგრძლივობაზე.

2.1.3. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენგამტარობის მათემატიკური მოდელი

ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენგამტარობა დამოკიდებულია მერქნის საწყის ტენიანობაზე და ნატრიუმქლორიდის ხსნარში მისი დამუშავების ხანგრძლივობაზე.

მერქნის ოპტიმალური დამუშავების ხანგრძლივობის განსაზღვრისათვის (მისი საწყისი ტენიანობის გათვალისწინებით), რაც უზრუნველყოფს ტენგამტარობის კოეფიციენტის მაქსიმალურ მნიშვნელობას). ჩატარებული იყო კვლევები მათემატიკური დაგეგმვისა და ექსპერიმენტების დამუშავების მეთოდისაზე.

კორელაციურმა ანალიზმა გვაჩვენა შემავალი პარამეტრების გავლენა ქიმიური დამუშავების პროცესის მიზნობრივ ფუნქციაზე. ყველაზე მეტ გავლენას ტენგამტარობის კოეფიციენტზე ახდენს მერქნის საწყისი ტენიანობა. ტენგამტარობის კოეფიციენტის მაქსიმალური მნიშვნელობა შეიძლება მიღწეული იქნეს მერქნის საწყისი ტენიანობის ყველაზე მაღალ მაჩვენებელზე [1].

მერქნის კონვექციური შრობის ეფექტურობა განისაზღვრება 2 ფიზიკური მოვლენით: მერქანში ტენის გადაადგილების ინტენსიურობით

და მერქნიდან ტენის აორთქლების ინტენსივობით და თ რომლებიც დამოკიდებული არიან მერქნის ზედაპირულ ფენებში არსებული მარილის ხსნარის რაოდენობაზე. შემუშავებული მათემატიკური მოდელი საშუალებას გვაძლევს, მივაღწიოთ ტენგამტარობის კოეფიციენტის მაქსიმალურ მნიშვნელობას მერქნის საწყისი ტენიანობის გათვალისწინებით და მერქნის ქიმიურად დამუშავების ოპტიმალური ხანგრძლივობით.

2.14. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენგამტარობის ველების კვლევა არასტაციონალური სითბოცვლის პირობებში

მერქნის შრობის მიმდინარეობის ხასიათი განისაზღვრება მერქანში ტენის გადაადგილების მექანიზმით, აორთქლების ენერგეტიკით და ზედაპირიდან გარემოში ტენის გადაადგილების მექანიზმით [1,9].

წინასწარი ქიმიური დამუშავება ცვლის მერქანში ტენის გადაადგილების მექანიზმსა და ტენცვლას გარემოში. ტენის გადატანის პოტენციალი მოცემულ შემთხვევაში შეიძლება შემჩნეული იქნეს მაშინაც კი, როცა მასალის ტენიანობა მთელ კვეთში მის ჰიგროსკოპულობაზე მაღალია [1, 2].

აქედან გამომდინარეობს, რომ მერქანში ტენშემცველობის ველის ხასიათი განსხვავებულია.

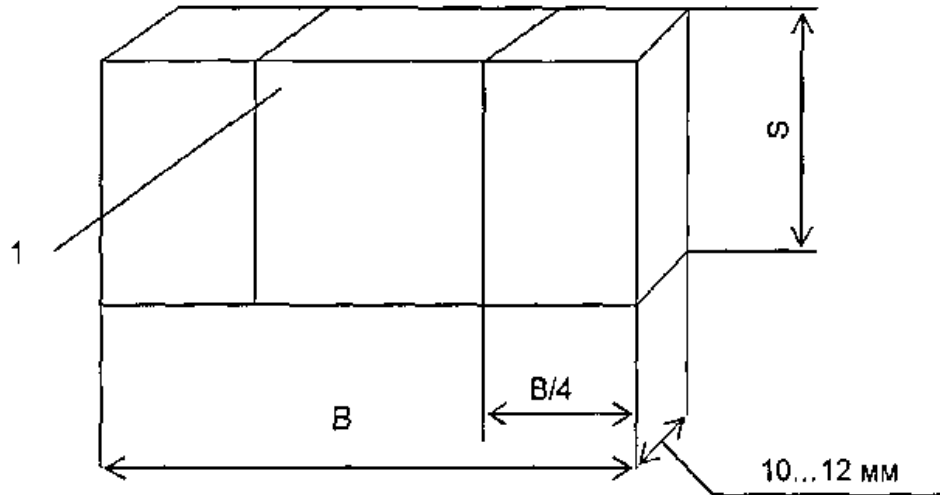
ტენშემცველობის ველი მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მერქნის დაძაბულ–დეფორმირებულ მდგომარეობასა და ხარისხობრივ მაჩვენებლებს შრობის პროცესის მიმდინარეობისას. ამიტომ ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენშემცველობის ველის განვითარება იწვევს გარკვეულ სამეცნიერო და პრაქტიკულ ინტერესს.

ობიექტი და კვლევის მეთოდები

დახერხილი მასალების სისქეზე ტენის განაწილება კონვექციური შრობის პროცესში გამოკვლეული იყო მუხის, იფანის და წიფლის მერქანზე. გამოსაკვლევი სახეობებიდან გამოხერხილი იყო ტანგენციალური მიმართულების დახერხილი მასალები სისქით 32, 40 და 50 მმ, სიგანით 100 მმ და სიგრძით 500 მმ–ზე მეტი. შემდეგ ნამზადების ნაწილმა გაიარა ქიმიური დამუშავება ნატრიუმქლორიდის ხსნარით, მისი დუღილის ტემპერატურაზე 2,5 საათის განმავლობაში. ამის შემდეგ ყველა ნამზადის ტორსები დაფარული იქნა ლაქის ორმაგი სქელი ფენით. ნამზადების შრობა ხორციელდებოდა ნორმალური რეჟიმებით, რომელიც რეკომენდებულია PTM. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის შრობის ტექნოლოგიის პროცესებიდან ამოღებული იყო მერქნის წინასწარი გახურებისა და თბოტენდამუშავების ტექნოლოგიური პროცესები.

მერქნის ფენების ტენიანობის განსაზღვრა მის სისქეზე ტარდებოდა ნამზადების თანმიმდევრული ამოღებით საშრობი დანადგარიდან და კონვექციური შრობის პროცესში 1 მმ სისქეზე სექციის შიგა ნაწილიდან შემდგომი დანაწევრებით (ნახ. 27.).

თითოეულ განახერხს სწრაფად ვათავსებდით თავსახურიან ბიუქსში და ვწონდით. შემდეგ ბიუქსიან ნიმუშებს თავსახურს ვხდიდით და ვათავსებდით საშრობ კარადაში და ვაშრობდით $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე მუდმივი მასის მიღწევამდე. შემდეგ ბიუქსებიანი ნიმუშებს ვათავსებდით გასაციებლად ექსიკატორში, რომლის ძირზეც დასხმული იყო კონცენტრირებული 94%-იანი გოგირდის მჟავა. გაცივების შემდეგ განვსაზღვრეთ ნიმუშების მასა ანალიტიკურ სასწორზე აწონვით, რომლის ცდომილებაა არაუმეტეს 0,01 გ.



ნახ. 27. სექციების დანაწევრება ფენების ტენიანობის განსაზღვრისათვის

B-ნამზადების სიგანე; S-ნამზადების სისქე; 1-სექციებად დანაწევრებული ნიმუშის შიგა მხარე, ნიმუშების ტენიანობა გამოთვლილი იყო ფორმულით

$$W = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \cdot 100\%, \quad (2.31)$$

სადაც: m_1 -ბიუქსის მასა, გ;

m_2 -ბიუქსის მასა ნიმუშებით (სექციებით) გამოშრობამდე, გ;

m_3 -ბიუქსის მასა ნიმუშებით (სექციებით) გამოშრობის შემდეგ, გ.

კვლევის შედეგები

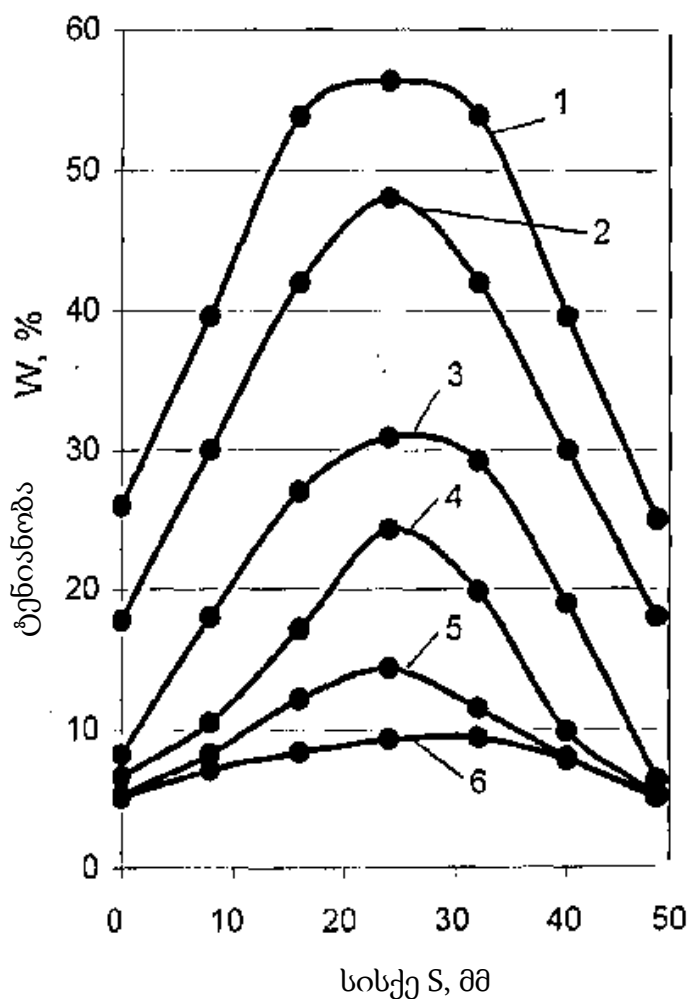
შრობის პროცესის დამთავრების შემდეგ ადგილი ქონდა მასალის სისქეზე ტენის არათანაბარ განაწილებას და ხანდახან აჭარბებდა კიდევ მოცემული ხარისხის ნორმებს. მიუხედავად იმისა, რომ შრობის პროცესი ჩატარებული იქნა ამ მოთხოვნების გათვალისწინებით [1].

საკმაოდ თვალსაჩინოდ ჩანს მასალის სისქეზე ტენის განაწილების ხასიათი წინასწარ ქიმიურად დამუშავებული მერქნის კონვექციური

შრობის პროცესში. 50 მმ მუხის მერქნის მაგალითი წარმოდგენილია ნახაზზე 28.

ქიმიურად დამუშავებული მერქანი ხასიათდება მერქნის სისქეზე უმნიშვნელო ცვლილებით. შრობის პირველი ეტაპის დამთავრების მომენტში მერქნის ზედაპირული ფენების ტენიანობა რჩება სტაბილურად 25...27 %-ის დონეზე. ამ პერიოდში მასალაში შეიმჩნევა მაქსიმალური ტენიანობის ცვლილება სისქეზე, რომლის სიდიდე 25%-ზე ნაკლებია, დაუმუშავებელ მერქანთან შედარებით სხვა თანაბარ პირობებში. მერქნის მიერ ტენიანობის 18...20 %-ის მიღწევას ე. ი. მერქნიდან მთელი თავისუფალი ტენის აორთქლების შემდეგ ადგილი აქვს ტენიანობის შემცირებას მერქნის ზედაპირზე და ის უახლოვდება წონასწორულ ტენიანობას.

ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ზედაპირული ფენების ტენიანობა მთელი შრობის პროცესის მიმდინარეობისას რჩება მაღალი გაუჟღენთავ მერქანთან შედარებით. შრობის დამთავრებისას ტენიანობის ვარდნილი ნაკლები იყო დაუმუშავებელ მერქანთან შედარებით და არ აჭარბებდა ხარისხის მეორე კატეგორიის მნიშვნელობას.



1- $W_{cp} > 35\%$; 2- $W_{cp} \approx 30\%$; 3- $W_{cp} = 18 \dots 22\%$; 4- $W_{cp} = 14 \dots 16\%$;
 5- $W_{cp} = 10 \dots 12\%$; 6- $W_{cp} = 6 \dots 7\%$;

ნახ. 28. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენიანობის განაწილების მრუდები: ნამზადების სისქე 50 მმ კონვექციური შრობის პროცესში

ამგვარად, შრობის პროცესში ტენის გადაადგილების ინტენსიურობა ქიმიურად დამუშავებულ მერქანში აღმოჩნდა უფრო მაღალი, ვიდრე დაუმუშავებელში. შრობის პროცესში, მაშინაც კი როდესაც არ მიმდინარეობს ნამზადების საწყისი გახურებისა და თბოტენდამუშავების ტექნოლოგიური პროცესები.

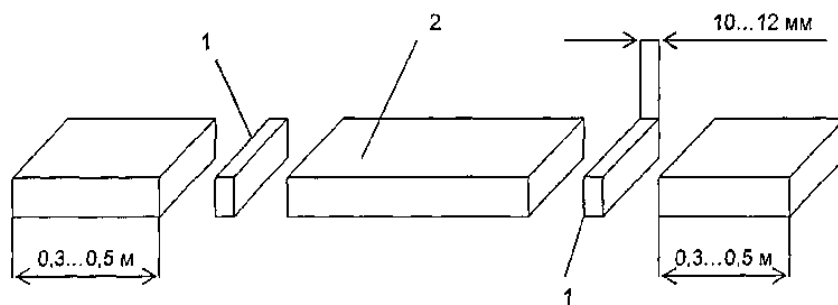
4.9. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტემპერატურის ველების კვლევა არასტაციონალური სითბოცვლის დროს

შრობის პროცესის ტექნოლოგიისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მერქნის ტემპერატურას, რომელიც დიდ გავლენას ახდენს ტენის აორთქლების პროცესში. მერქნის ქიმიურად დამუშავებას თან ერთვის მერქნის ზედაპირული ფენების ჰიგროსკოპული ხსნარით არაღრმა გაჟღენთვა (NaCl). ეს ფენა დიდ გავლენას ახდენს მერქნის კონვექციური შრობის პროცესზე [1,2]. ამიტომ მერქნის კონვექციური შრობის პროცესში ტენიანობისა და ტემპერატურის მრუდებს წინასწარ ქიმიურად დამუშავებული მერქნისათვის ექნება განსხვავებული ხასიათი დაუმუშავებელ მერქანთან შედარებით.

ობიექტი და კვლევის მეთოდები

შრობის კინეტიკის კვლევა ჩავატარეთ მუხის, იფანის და წიფელის მერქნის ნიმუშებზე, მათი საწყისი ტენიანობა იყო 55...80%. თვითოეული ფიცრიდან გამოჭრილი იყო სექციები საწყისი ტენიანობის განსაზღვრისათვის და 2 ნიმუში სქემის მიხედვით წარმოდგინილია ნახაზზე 29. გაანგარიშებული იყო 2 სექციის საშუალო ტენიანობის მნიშვნელობა, რომელიც მიღებული იქნა საწყის ტენიანობად.

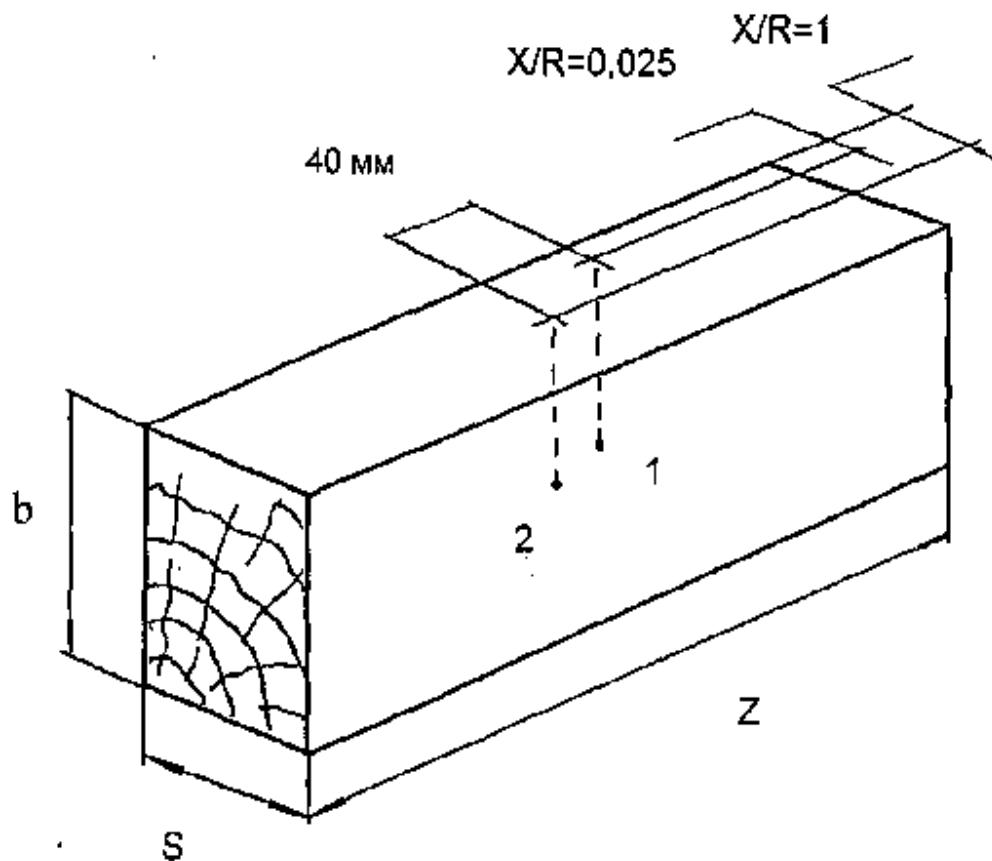
ამის შემდეგ ამ ნიმუშების ტორსები დაფარული იქნა ლაქის ფენით. ამან საშუალება მოგვცა გამოგვერიცხა ტენის აორთქლება ნამზადის ტორსული ზედაპირებიდან.



ნახ. 29. ფიცრის დანაწევრების სქემა

1-ტენიანობის სექციები; 2-ნამზადების გამოჭრის ადგილი (ნიმუშები) მერქნის ტემპერატურა იზომებოდა ქრომ - კოპელური თერმომეტრებით $d=0,2\text{მმ}$. რომელიც მოთავსებული იყო საშრობი დანადგარის გარეთ. თერმოწყვილები იზოლირებული იყო. მეორადი ხელსაწყოს სახით გამოყენებული გვექონდა მცირე ვოლტმეტრი ППР6.

საჭირო სიზუსტის უზრუნველყოფისათვის თერმოწყვილები ჩარჭობილი იყო ნიმუშების გვერდითა ზედაპირებზე, რაც წარმოდგენილია რომელიც წარმოდგენილია ნახაზზე 30. ამისათვის გვერდით წიბოებზე გაბურღული იქნა ნახვრეტები დიამეტრით 2 მმ ვერტიკალური მდგომარეობის მკაცრი დაფიქსირებით.



ნახ. 30. თერმოწყვილების განლაგების სქემა

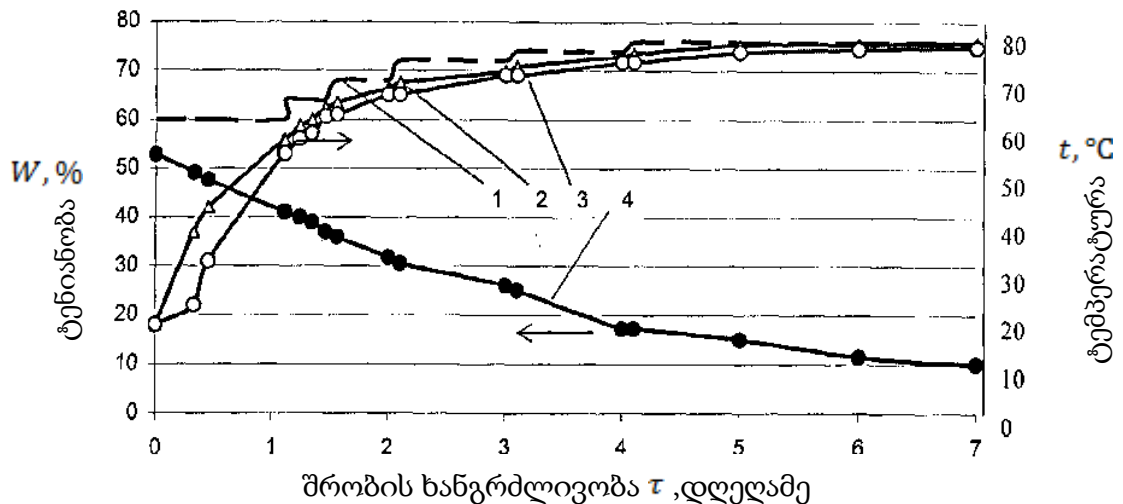
z, s, b - ნიმუშების გეომეტრიული ზომები; 1 - წერტილების განლაგება ნიმუშებში ($b/2, X/R=0.025$); 2 - წერტილების განლაგება ნიმუშებში ($b/2, X/R=1$)

კვლევის მეთოდები

მერქნიდან ტენის გამოდენის პროცესზე გავლენას ახდენს შრობის აგენტის ცირკულაცია. განვიხილოთ ცირკულაციის გავლენა შრობის მრუდებზე მუხის მერქნის მაგალითზე.

ქიმიურად დამუშავებული მერქნის შრობის პროცესი ხასიათდება ტენის უფრო ინტენსიური აორთქლებით, ამიტომ შრობის მრუდს აქვს უფრო მკვეთრი დახრა დაუმუშავებელი მერქნის მრუდებთან შედარებით.

შრობის მრუდზე (ნახ. 31) ადგილი აქვს მრუდისათვის დამახასიათებელ ტეხვას შესაბამისი ტენიანობით 18...22%. ეს ტეხვა შეესაბამება მომენტს, როდესაც მერქნიდან აორთქლდება თავისუფალი ტენი და შრობის პროცესი მიმდინარეობა მცირედ შენელება.



ნახ. 31. ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნის მრუდები შრობის აგენტის ბუნებრივი ცირკულაციის გამოყენებით. (სისქე 40 მმ)

1-გარემოს ტემპერატურა; 2-მასალის ზედაპირის ტემპერატურა; 3-მასალის ცენტრის ტემპერატურა; 4-მასალის ტენიანობა

მერქნის შრობის ძირითად მთავარ პრობლემას წარმოადგენს დიდი რაოდენობის მერქნის დახეთქვის წუნი. ამასთან დაკავშირებით აუცილებელია გამოკვლეული იქნეს მერქნის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა ქიმიურად დამუშავებული მერქნის კონვექციური შრობის პროცესში.

2.16. მერქნის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა შრობის დროს

მასალის მდგომარეობა შრობის პროცესში ხასიათდება სველ სხეულში ერთმანეთთან დაკავშირებული ველებით: ტენიანობა, ტემპერატურა და ძაბვა.

როგორც მცენარეული წარმოშობის მასალას, მერქანს გააჩნია ერთდროულად 2 მნიშვნელოვანი ფიზიკური თვისება - დრეკადობა და პლასტიკურობა. მერქნის დრეკადობის თვისებები ვლინდება უფრო მეტად მშრალ, ხოლო პლასტიკურობა - მერქნის სველ მდგომარეობაში. შრობის დროს ეს თვისებები თავს იჩენენ განივი მიმართულებით ე. ი. ფიცრის სიგანეზე [1,3,5].

მერქანი, რომ აბსოლუტურად დრეკადი სხეული იყოს თავისი მახასიათებლებით და არ იყოს დამოკიდებული ტენიანობის სიდიდესა და ტემპერატურაზე, მასში ტენიანობის გათანაბრების შემდეგ შიგა ძაბვები უნდა განუღებდეს. თუმცა, მერქანს არ გააჩნია იდეალური დრეკადობა, მასში განსაკუთრებით ხანგრძლივი დატვირთვის ზემოქმედებით ვითარდება ნარჩენი დეფორმაციები, რომლებიც რჩება პროცესის დამთავრების შემდეგაც. გარდა ამისა, ადგილი აქვს დრეკადი დეფორმაციების გარდაქმნას ნარჩენ დეფორმაციებად, მერქნის სიხისტის მაჩვენებლის ზრდის მეშვეობით, მისი ტენიანობის შემცირებით და ტემპერატურის ზრდით.

შრობის დროს შიგა ძაბვების აღმზრისა და განვითარების პროცესში დიდი მნიშვნელობა აქვს შრობის მიმდინარეობის ხასიათს, რისი გათვალისწინებაც აუცილებელია შრობის ოპტიმალური რეჟიმების შესადგენად და შრობის პროცესის სწორი მიმდინარეობისათვის. დიდი მნიშვნელობა აქვს მშრალი მერქნის შრობის ხარისხს საბოლოო ტენიანობის მიღწევასთან ერთად. ტენიანობის ვარდნილი მასალის კვეთში ხასიათდება ნარჩენი დაძაბულობების სიდიდით, რომელთა განსაზღვრა წარმოადგენს ამ კვლევების მიზანს.

ობიექტი და კვლევის მეთოდები

ყველა განხილული მერქნის თვისებებიდან გამომდინარე მერქნის შრობის პროცესი ერთმანეთისაგან განირჩევა თავისი სირთულეებითა და გამოუსადეგარი მერქნის რაოდენობით. ამიტომ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია გამოკვლეული იქნეს დამაბულ დეფორმირებული მდგომარეობა ქიმიურად დამუშავებული მუხის მერქნისა კონვექციური შრობის პროცესში.

ნამზადების ნაწილი დამუშავეთ ა ნატრიუმქლორიდის ხსნარში 2,5 საათის განმავლობაში. შემდეგ ნამზადების ტორსები დვფარეთ ლაქის ორმაგი ფენით, რამაც საშუალება მოგვცა თავიდა აგვეშორებინა ტენის აორთქლება ტორსებიდან. ამის შემდეგ მერქნის ორივე პარტია გავაშრეთ კონვექციური შრობის კამერაში.

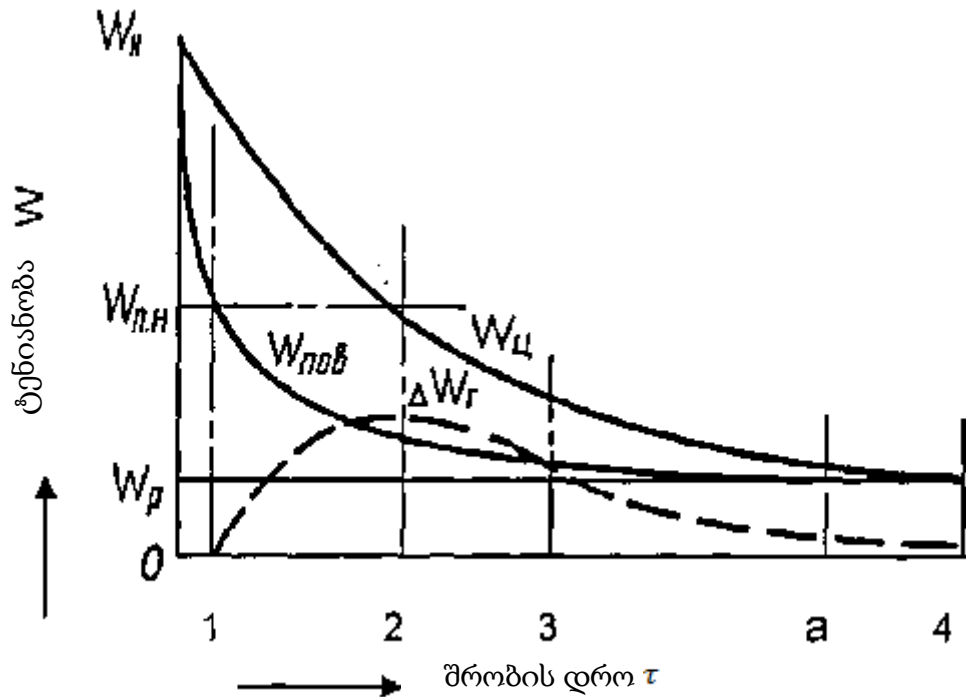
დაუმუშავებელი ნამზადებიც გავაშრეთ მიღებული ტექნოლოგიით: საწყისი გახურება, შრობა, შუალედური თბოტენდამუშავება. ხოლო ნატრიუმის ქლორიდით დამუშავებული ნამზადები გავაშრეთ და საბოლოო ტენდამუშავების ტექნოლოგიური პროცესების განხორციელებით. ტენიანობის ყოველ 7...10 %-ით შემცირებასთან ერთად, ორივე პარტიიდან ვიღებდით ერთ საკონტროლო ნიმუშს ტენიანობის ვარდნილისა და შიგა ძაბვების არსებობის გამოსაკვლევად.

ნარჩენი დეფორმაციების რაოდენობრივი გაანგარიშების მეთოდი და მათი ეპიურების აგება დაფუძნებულია ნიმუშის ცალკეული ელემენტების დრეკადი დეფორმაციების სიდიდეზე (ნიმუშის თხელი ფირფიტების დანაწევრების შემდეგ). ამ ელემენტებით უნდა განისაზღვროს მერქნის დრეკადობის მოდული.

კვლევის შედეგები

მერქანში შრობის დროს მერქანზე მომქმედი მოვქმედი ომქმედი, ე. წ. სრული შიგა ძაბვები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ალგებრული ჯამი ურთიერთსაწინააღმდეგო ნიშნის მქონე ტენიანობისა და ნარჩენი

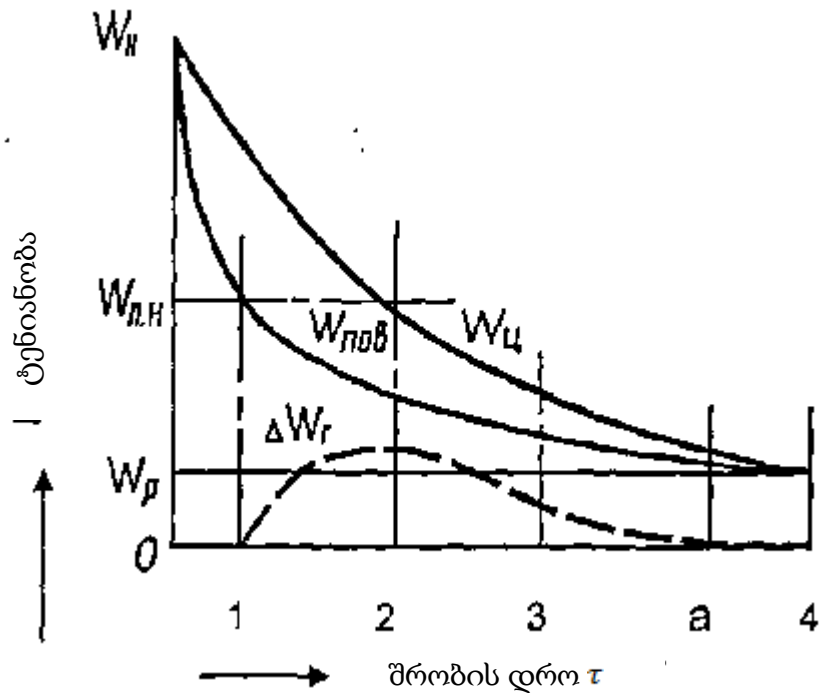
დეფორმაციების ტენიანობის დამაბულობები ხასიათდებიან აბსოლუტური დრეკადი სხეულით, რაც განპირობებულია მერქნის მოცულობის არათანაბარი შემორობით. მათ გააჩნია დროებითი ხასიათი და ქრებიან ტენიანობის გათანაბრებისთანავე. ნარჩენი დეფორმაციები განპირობებულია მერქანში არაერთგვაროვანი ნარჩენი დეფორმაციების სიდიდით. სიდიდით [1, 5].



ნახ. 32. მერქნის ტენიანობის შეცვლის გრაფიკი ქიმიურად დაუმუშავებელი მერქნის კონვექციური შრობის პროცესში

W_H - მასალის საწყისი ტენიანობა; W_{II} , W_I -მასალის ზედაპირის და ცენტრის ტენიანობა; W_p -წონასწორული ტენიანობა; W_{II} -გაჯერების ზღვრის ტენიანობა; a -შრობის დამთავრების მომენტი.

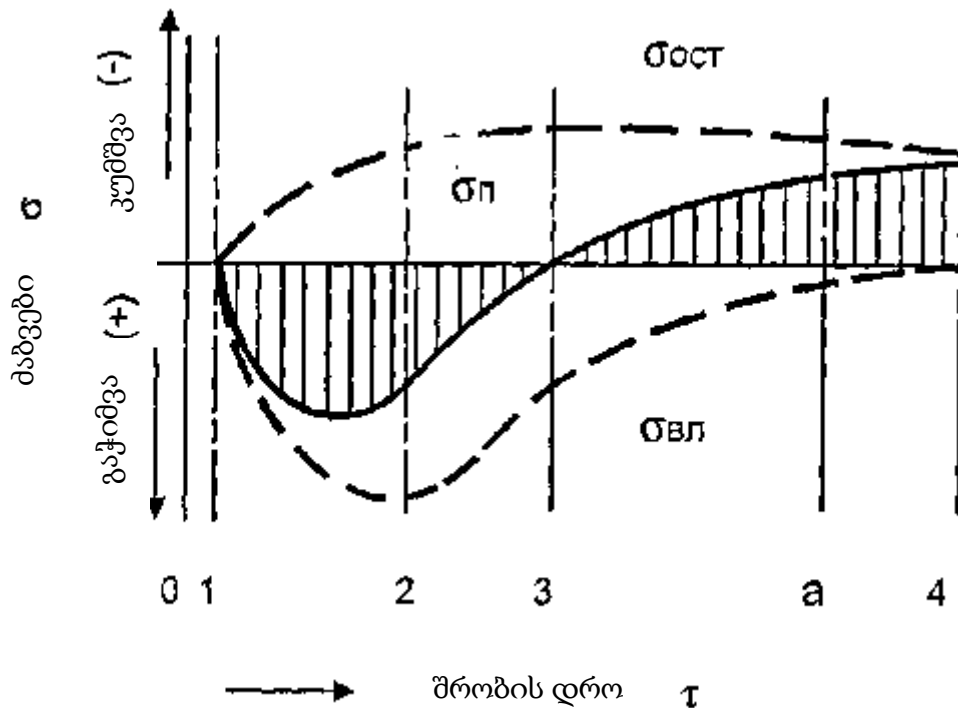
ტენიანობის ძაბვები აღიძვრება შრობის პირველ პერიოდში და დამოკიდებული არიან კვეთში ტენიანობის ვარდნილზე. ტენის განაწილების ხასიათი ნამზადების კვეთში ქიმიურად დაუმუშავების გარეშე და წინასწარი დამუშავებით წარმოდგენილია ნახაზებზე 32 და 33.



ნახ. 33. მერქნის ტენიანობის შეცვლის გრაფიკი მერქნის ქიმიურად დამუშავების შემდეგ კონვექციური შრობის პროცესში

W_H -მასალის საწყისი ტენიანობა; $W_{ПОВ}$, $W_{Ц}$ -მასალის ზედაპირის და ცენტრის ტენიანობა; W_P -წონასწორული ტენიანობა; $W_{П.Н.}$ -გაჯერების ზღვრის ტენიანობა; a -შრობის დამთავრების მომენტი

ნახაზზე 33 ნაჩვენებია ტენიანობის ზღვრის ცვალებადობა მერქნის ქიმიურად დამუშავების შემდეგ. წინასწარი ქიმიური დამუშავება ამცირებს წყლის ინტენსიურ აორთქლებას მერქნის ზედაპირიდან და ამავდროულად ააქტიურებს მასალის ცენტრიდან ზედაპირისაკენ ტენის გადაადგილებას. ამ ვარდნილის შედეგად ტენიანობა მნიშვნელოვნად მცირდება. ამასთან ერთად ადგილი აქვს სითხის შეღწევადობას ზედაპირულ ფენებში, ეს უკანასკნელი შრეა ნაკლებად, რაც არ იწვევს საშიში ძაბვების აღძვრას შრობის პირველ პერიოდში. წინასწარ დამუშავებული ნამზადებისათვის მასალის ზედაპირის ტენგამტარობა მოგვიანებით აღწევს უჯრედების ტენით გაჯერების წერტილს, დაუმუშავებელ მერქანთან შედარებით (ნახ. 32).



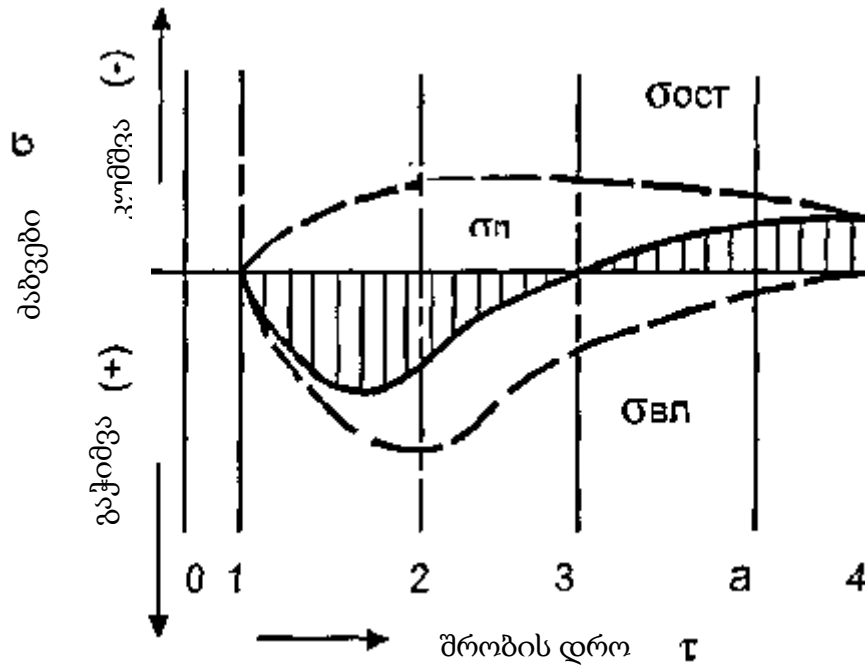
ნახ. 34. ტენიანობის ცვლილების გრაფიკი, ნარჩენი და სრული ძაბვები ქიმიურად დაუმუშავებელი მერქნის კონვექციური შრობის პროცესში (ზედაპირული ზონა)

σ_{π} , $\sigma_{\text{სრ}}$, $\sigma_{\text{ნარჩენი}}$ -სრული, ტენიანობისა და ნარჩენი დეფორმაციები მასალაში; a - შრობის დამთავრების მომენტი

შრობის პროცესის ვარდნის პერიოდში ტენის განაწილება მასალის სიგანეზე უფრო თანაბარია ვიდრე 1-4 ნაწილზე. წინასწარ დამუშავებული მერქნის შრობის პროცესის დამთავრების დროს ტენიანობის ვარდნილი მნიშვნელოვნად მცირეა, ვიდრე დაუმუშავებელი მერქნის შრობის დამთავრების დროს და დგინდება a შრობის დამთავრების მომენტზე მნიშვნელოვნად ადრე (ნახ. 33 და 34).

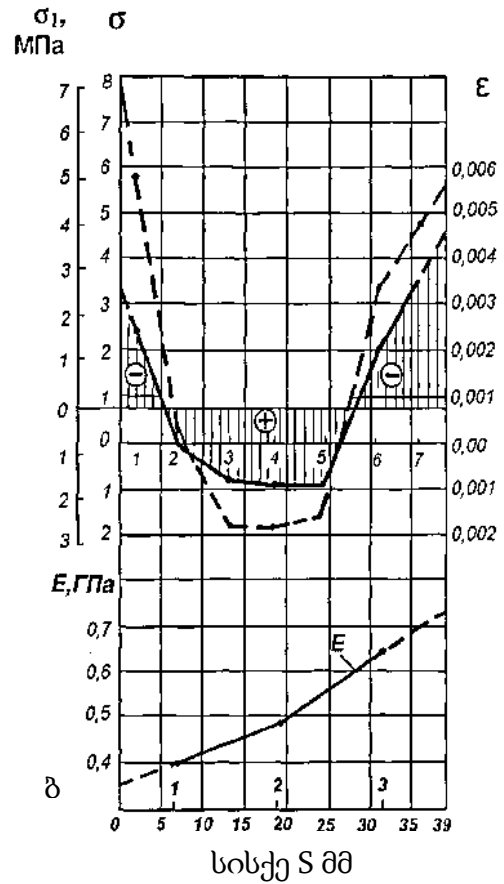
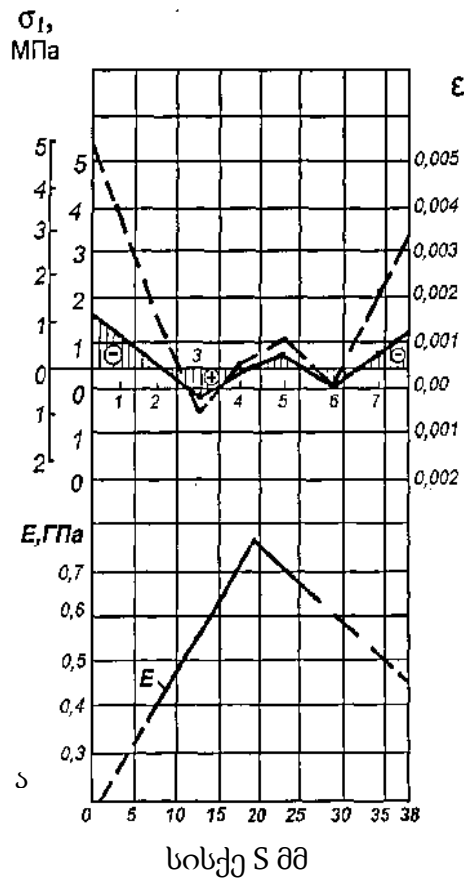
ნახაზზე 35 წარმოდგენილია ეპიურა - მუხის მერქნის ნარჩენი ძაბვები 37%-იანი ტენიანობის დროს. ეპიურაზე ასახულია ძაბვების ნიშნის შეცვლის მომენტი. მუხის ბუნებრივი მერქნისათვის კონვექციური შრობის დროს, შიგა ძაბვების ნიშნის შეცვლა ხდება მიმდინარე საშუალო ტენიანობისას დაახლოებით 45...49%-ზე. ქიმიურად დაუმუშავებული მერქნის შემთხვევაში ამ ზღვრის მნიშვნელობა მცირდება 36...40%-მდე.

გარდამავალი ტენიანობის დონის უმნიშვნელო ცვალებადობა განპირობებულია მერქნის შრობის მუდმივი პერიოდის ხანგრძლივობით.



ნახ. 35. ტენიანობის ცვლილების გრაფიკი, ნარჩენი და სრული
მაბევი მერქნის ქიმიურად დამუშავების შემდეგ კონვექციური შრობის
პროცესში (ზედაპირული ზონა)

$\sigma_{\text{სრული}}$, $\sigma_{\text{ტენიანობისა}}$, $\sigma_{\text{ნარჩენი}}$ -სრული, ტენიანობისა და ნარჩენი დეფორმაციები
მასალაში; a - შრობის დამთავრების მომენტი

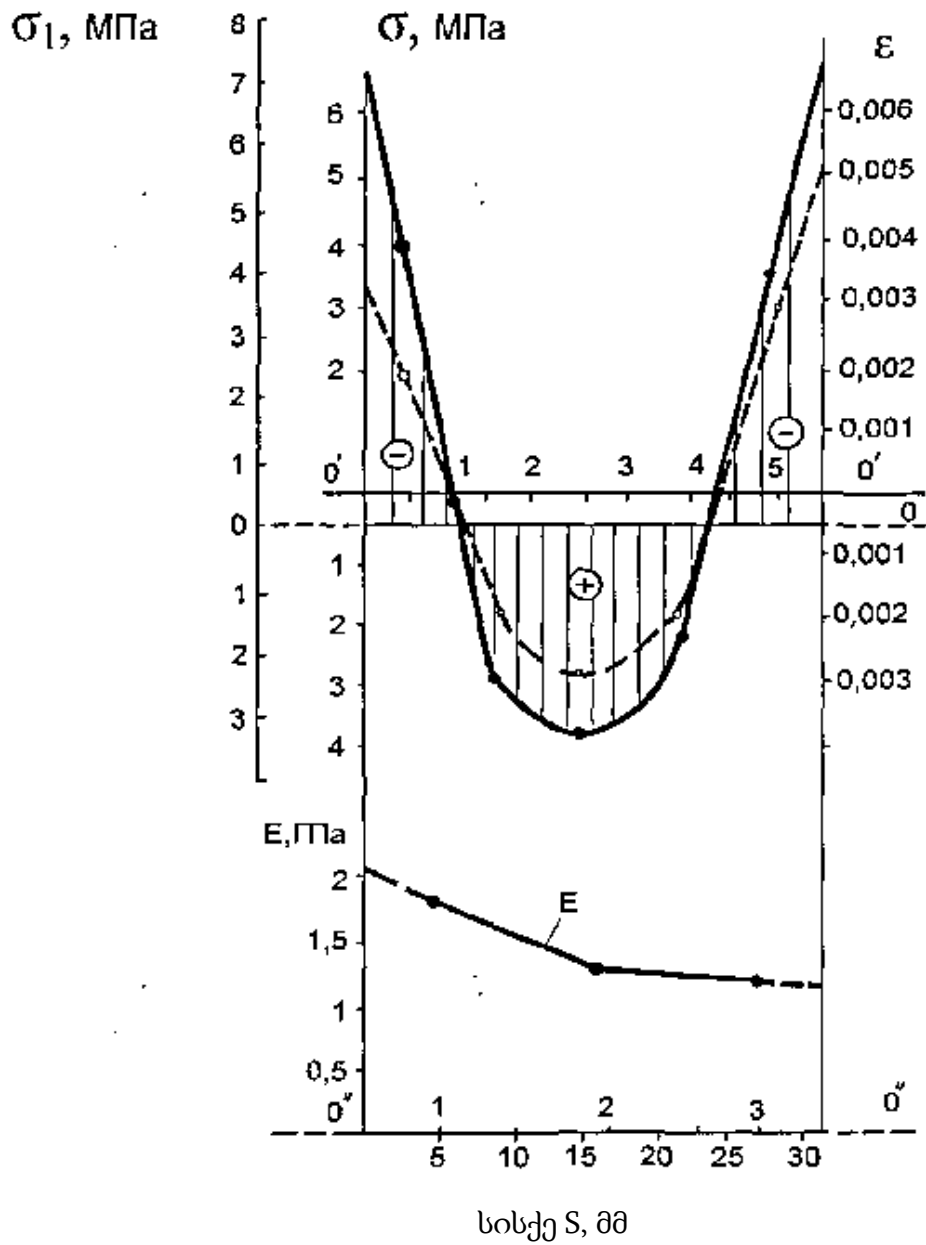


ნახ. 36. მუხის მერქანში ნარჩენი დეფორმაციების ეპიურა წინასწარ ქიმიურად დამუშავებული მერქნის კამერული შრობის შემდეგ

ა-მერქნის ტენიანობა 37%; ბ- მერქნის ტენიანობა 8%; σ, ϵ - დაძაბულობის მრუდები და შედარებითი დეფორმაციები; E-დრეკადობის მოდული

ნარჩენი დეფორმაციების სიდიდე დამოკიდებულია შრობის პროცესის მიმდინარეობის ინტენსივობაზე. კამერული შრობის შემდეგ დაძაბულობამ მერქნის ზედაპირულ და შიგა ფენებში შესაძლებელია მიაღწიოს შესაბამისად 7,5 და 3,8 მპა.

ეპიურის ნახაზიდან ჩანს, რომ წინასწარ დამუშავებული მუხის მერქნის კამერული შრობის შემდეგ კუმშვითი ძაბვები ზედაპირულ ფენებში აღწევენ 4,0 მპა-ს, ხოლო გაჭიმვი ძაბვები - 1,9 მპა.



ნახ. 37. მუხის მერქნის ფიცრის ნარჩენი ძაბვების ეპიურა კამერული შრობის შემდეგ (ტენიანობა 6%)

σ - ძაბვები; ϵ - დეფორმაცია; E - დრეკადობის მოდული

2.17. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის

ჰიგროსკოპულობისა და გაჯირჯვების პროცესის კვლევა

მერქნის ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარში დამუშავებისას, გარდა ჰიდროფობული მერქნული ნივთიერებისა, ჩნდება სხვა სორბენტი - ნატრიუმის ქლორიდი, რომელიც ცვლის მერქნის სორბციულ უნარს და გავლენას ახდენს ნაკეთობის ფორმის სიმკვრივეზე. ამიტომ ქიმიურად დამუშავებული მერქნის სორბციული თვისებები არის აქტუალური და წარმოადგენს გარკვეულ, როგორც თეორიულ, ასევე პრაქტიკულ ინტერესს.

ობიექტი და კვლევის მეთოდი

მერქნის სორბციული უნარი ხასიათდება ტენშთანტქმით, ე. ი. გარემოცვიდან ტენის შთანტქმის უნარით. თავდაპირველად გამოჭრილი იყო სწორკუთხა ნიმუშები ზომით 20x20 მმ ბოჭკოების გასწვრივ 10 მმ. პრიზმის ფორმის ნიმუშები დამუშავებული იყო ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარით დუდილის ტემპერატურაზე 2 საათის განმავლობაში. კვლევები ჩატარებული იქნა და დადგინდა მერქნის ტენშემცველობა ნიმუშების კალცირებული მარილის ხსნარში დაყოვნების დროს.

სრული რადიალური და ტანგენციალური გაჯირჯვების ექსპერიმენტალური განსაზღვრა ჩატარებული იქნა სახელმწიფო სტანდარტის მიხედვით. აღნიშნულია GOCT 16483.35-88. ამისათვის ნიმუშების ნაწილი დამუშავებული იქნა დუდილის ტემპერატურაზე ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარით 1 და 3 საათის განმავლობაში.

კვლევის შედეგები

ნატრიუმის ქლორიდით მერქნის ქიმიურად დამუშავების შემდეგ იზრდება მისი ტენშთანტქმის უნარი, რომელიც დამოკიდებულია მერქნის დამუშავების ხანგრძლივობაზე. ამასთან ტენის კონდენსაცია მიმდინარეობს ძალიან სწრაფად, მაგრამ, ძირითადად ის ილექება მერქნის ზედაპირზე.

მერქნის ფენების ტენიანობის განსაზღვრისათვის მარილით გაჟღენთილ და გაუჟღენთავი ნამზადების ცენტრალურ ნაწილს ჰქონდა თანაბარი ტენიანობა. შესაბამისად, ტენის კონდენსაციის ზრდა ნიმუშების ზედაპირზე განპირობებულია ნატრიუმის ქლორიდის აბსორბციის ცენტრებით. ეს დასკვნა მტკიცდება მერქნის გაჯირჯვების სიდიდით [4].

ნატრიუმის ქლორიდით მერქნის გაჯირჯება და მისი დაყოვნება სველი ჰაერის გარემოში დაბალია, ვიდრე დაუმუშავებელი მერქნისა. შესაბამისად, იზრდება ნატრიუმქლორიდით დამუშავებული მერქნის ტენშთანთქმა. ეს არ იწვევს მისი ზომების ცვალებადობას. ეს იმას ნიშნავს, რომ ტენი შეიწოვება არა მერქნის აბსორბციის ცენტრების მიერ, არამედ მერქნის ზედაპირზე ნატრიუმ ქლორიდის აბსორბციის ცენტრების მიერ. მერქნის გაჯირჯვების შემცირება კანონზომიერია მისი დამუშავების შემდეგ ხსნარის დუდილის ტემპერატურაზე. გაჯირჯვების კოეფიციენტები განისაზღვრებოდა ნიმუშებზე, რომლებიც დაყოვნებული იყვნენ წყალში. ცდების შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 2.5.

დადგინდა, რომ ქიმიურად დამუშავების შემდეგ მერქანში გაჯირჯება მცირდება და შესაბამისად მცირდება გაჯირჯვების კოეფიციენტი. კერძოდ, ტანგენციალური მიმართულებით გაჯირჯვების შემცირება ქიმიურად დამუშავებულ მერქანში, დაუმუშავებელ მერქანთან შედარებით, კონვექციურ საშრობ კამერაში ბუნებრივი გამოშრობის შემდეგ არის 18,4%, ხოლო საშუალო მოცულობით 1,43%.

გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს საკითხი, შენარჩუნდება თუ არა გაჯირჯვების შემცირება დამუშავებულ მერქანში თუ მას ხანგრძლივად დავაყოვნებთ ჰაერზე ფარდობითი ტენიანობის $\varphi < 0,6 \pm 0,05$ მნიშვნელობაზე.

ცხრილი 2.5. მუხის მერქნის გაჯირჯვებისა და კოეფიციენტის სიდიდის მნიშვნელობა

დამუშავების სახე და დაყოვნების დრო	მერქნის გაჯირჯვება a, %			გაჯირჯვების კოეფიციენტი Ka, %		
	ტანგენციალური	რადიალური	მოცულობითი	ტანგენციალური	რადიალური	მოცულობითი
ბუნებრივი შრობა	14,7	7,5	21,0	0,49,	0,25	0,7
წინასწარ ქიმიური ხსნარით დამუშავებული მერქნის კამერული შრობა	12,0	7,5	20,7	0,40	0,25	0,69
მერქნის წინასწარ ქიმიური ხსნარით დამუშავება და შემდგომი დაყოვნება	10,1	6,5	17,2	0,34	0,22	0,57

2.18. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის მექანიკური

მახასიათებლების კვლევა

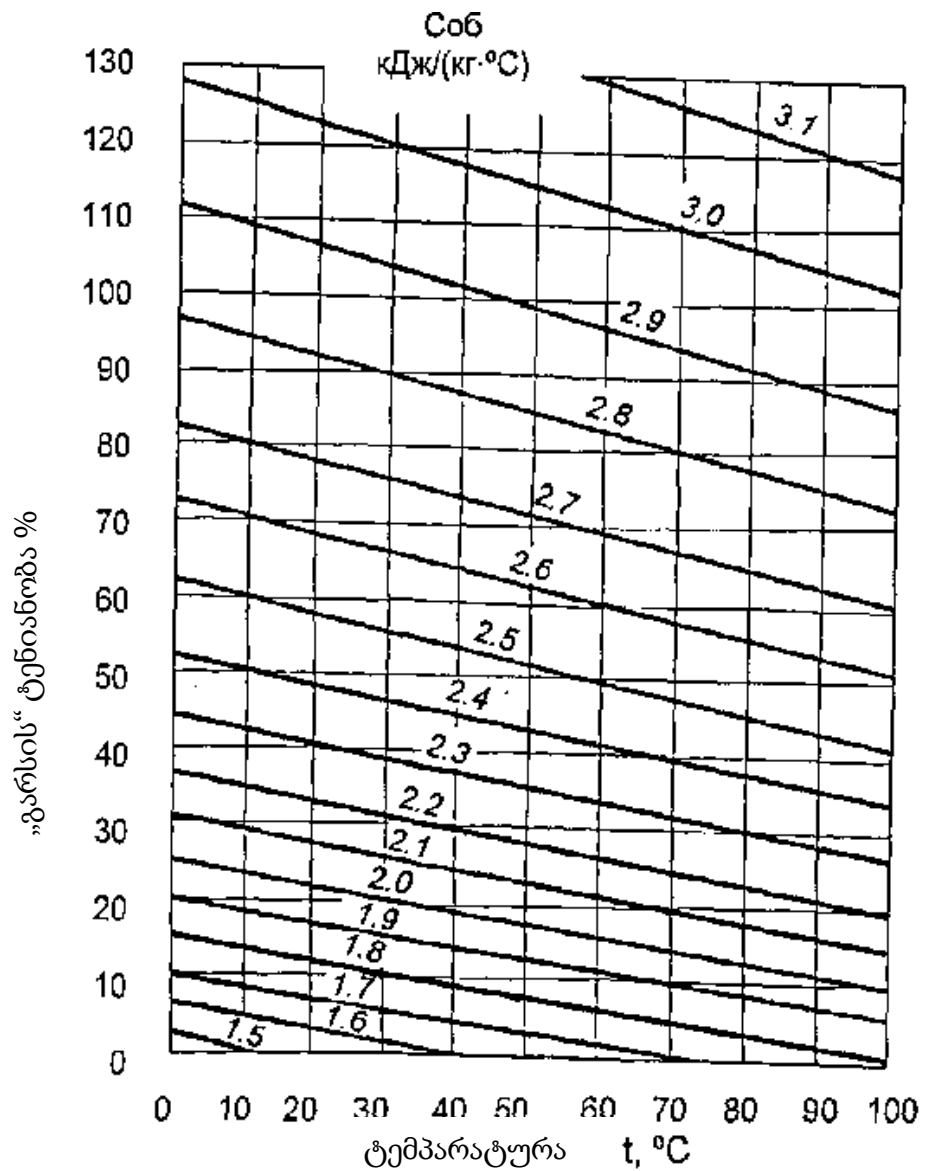
მერქნის კონვექციური შრობის ტექნოლოგიური რეკომენდაციებისათვის, წინასწარ ქიმიურად დამუშავებული მერქნის საწარმოო გამოყენებისათვის აუცილებელია დავადგინოთ მისი გავლენა მერქნის მექანიკურ თვისებებზე.

ამგვარად მერქნის ხანგრძლივი ქიმიური დამუშავება ნატრიუმ ქლორიდით შესამჩნევ გავლენას ახდენს მის მექანიკურ თვისებებზე და შესაძლებელია რეკომენდაციების გაცემა შეზღუდვის გარეშე.

მერქნის სითბოგამტარობის კოეფიციენტზე სრული ინფორმაციის მისაღებად ტემპერატურის გავლენისა და ნატრიუმის ქლორიდით გაჟღენთილი ყველა ნიმუში რამოდენიმე ჯგუფად გაყოფილი და დაყოვნებული იყვნენ სხვადასხვა კლიმატურ პირობებში. ნიმუშების მიერ

მოცემული ტენიანობის მიღწევის დროს მერქნის თითოეულ ჯგუფში ჩატარდა ექსპერიმენტების სერია სხვადასხვა ტემპერატურაზე.

ექსპერიმენტული მეთოდით მიღებული სითბოგამტარობისა და სითბოტევადობის კოეფიციენტების რიცხვითი მნიშვნელობების ცოდნა საშუალებას გვაძლევს ანალიტიკური მეთოდით განვსაზღვროთ ტემპერატურის არასტაციონალური განაწილება ნატრიუმ ქლორიდით გაჟღენთილ მერქანში.



ნახ. 38. ნატრიუმ ქლორიდით გაჟღენთილი მერქნის ხვედრითი სითბოტევადობა

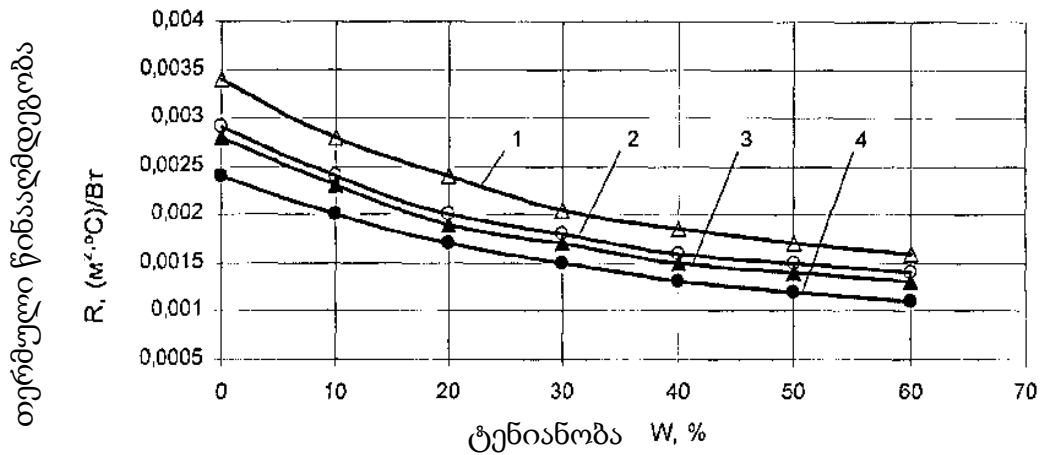
მერქნის თერმული წინააღმდეგობა დამოკიდებულია ტენიანობაზე. წყალი წარმოადგენს სითბოს საუკეთესო გამტარს, ვიდრე მერქნული

ნივთიერება, ამიტომ, რაც მეტია ტენიობა, მით ნაკლებია მერქნის თერმული წინააღმდეგობა. „გარსის“ მაქსიმალური მნიშვნელობა და თერმული წინააღმდეგობა აღწევს აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობას. ტენიანობის მატებით მარილის ხსნარის კონცენტრაცია და გარსის თერმული წინააღმდეგობა მცირდება.

მერქანი წარმოადგენს ანიზოტროპულ მასალას, ე. ი. მას აქვს არათანაბარი თვისებები სხვადასხვა მიმართულებით, ამიტომ მისი თერმული წინააღმდეგობა დამოკიდებულია ასევე სითბოს ნაკადის მიმართულებაზე. მერქანს ყველაზე მაღალი თერმული წინააღმდეგობა აქვს ტანგენციალური მიმართულებით, შედარებით ნაკლები რადიალური და ყველაზე მცირე ბოჭკოების გაწვრივ. ეს განპირობებულია მერქნის სტრუქტურის თავისებურებებით.

ფოთლოვანი მერქნის თერმული წინააღმდეგობა კარგად განვითარებული გულგულის სხივები ტანგენციალური მიმართულებით მეტია ვიდრე რადიალური მიმართულებით. მაგალითად, მუხის მერქანში ეს განსხვავება შეადგენს დაახლოებით 12%, ხოლო წიფელში –15%.

ნატრიუმის ქლორიდით გაჟღენთილი მერქანი გავლენას ახდენს მის თერმულ წინააღმდეგობაზე. მერქნის გაჟღენთილი ფენა წარმოადგენს კომპოზიციურ მასალას, რომელიც შედგება მერქნული ნივთიერებებისა და ნატრიუმის ქლორიდისაგან. ვინაიდან ნატრიუმის ქლორიდის თერმული წინააღმდეგობა ნაკლებია, ვიდრე ბუნებრივი მერქნისა, შესაბამისად ადგილი ექნება თერმულ წინააღმდეგობას. ფოთლოვანი სახეობის მერქნისათვის თერმული წინააღმდეგობა აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში შეადგენს საშუალოდ დაახლოებით 25%.



ნახ. 39. წიფლის მერქნის თერმული წინააღმდეგობა განივი მიმართულებით $t = 20^{\circ}\text{C}$

1–ტანგენციალური მიმართულებით ქიმიური დამუშავების გარეშე; 2–რადიალური მიმართულებით ქიმიური დამუშავების გარეშე; 3–ტანგენციალური მიმართულებით ქიმიური დამუშავების შემდეგ; 4–რადიალური მიმართულებით ქიმიური დამუშავების შემდეგ.

ამგვარად, წინასწარი ქიმიური დამუშავება გავლენას ახდენს მერქნის სითბურ და ფიზიკურ თვისებებზე. „გარსი“ ზრდის მასალის სითბოცვლას გარემოსთან ამცირებს თერმულ წინააღმდეგობას. ასევე ხელს უწყობს ინტენსიურ სითბოცვლას გარემოსთან და მერქნის შიდა ფენებიდან ზედაპირისაკენ ტენის გადაადგილებას. ამით დამატებით ასტიმულირებს ტენის გადაადგილებას მასალის ზედაპირისაკენ.

2.19. ნატრიუმის ქლორიდით გაჟღენთილი მერქნის სიმკვრივის განსაზღვრა

ექსპერიმენტის ფიზიკური არსი მდგომარეობს იმაში, რომ გამოვიკვლიოთ მარილის ხსნარით გაჟღენთილი მერქნის სიმკვრივის მაჩვენებელი, მისი გაჟღენთვის სიღრმე და ნიმუშის მასის ცვლილება ქიმიური დამუშავების შემდეგ.

მერქნის მასა წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს და დამოკიდებულია მასში არსებულ ტენის რაოდენობაზე. ამიტომ მეთოდის შერჩევას

აუცილებელი იყო გაგვეთვალისწინებინა ეს ფაქტი და დაგვედგინა მისი გავლენა ექსპერიმენტების შედეგების სიზუსტეზე. ზუსტად განისაზღვროს ნიმუშში მასის ცვლილება და შესაბამისად, შეწოვილი ხსნარის რაოდენობა სისტემის სტაბილური ნაწილში, რომელსაც წარმოადგენს მერქნული ნივთიერების მასა.

მერქნის მიერ შეწოვილი ჰიგროსკოპული ხსნარისა და შეწოვილი მასის რაოდენობა დამოკიდებულია მერქნის საწყის ტენიანობაზე. ამიტომ ნიმუშების წინასწარი ქიმიური დამუშავების პროცესი აუცილებელია მიმდინარეობდეს იმ ტენიანობაზე, რომელიც შეესაბამება დახერხილი გასაშრობი მასალების ტენიანობას. ამ ექსპერიმენტისათვის ნიმუშები დატენიანებული 55...60%-მდე და წინასწარ ქიმიურად დამუშავებული იყო ნატრიუმის ქლორიდით $t > 100^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე 3 საათის განმავლობაში. ამის შემდეგ ნიმუშები განმეორებით გავაშრეთ და ავწონეთ აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში. აწონვის შედეგად დადგინდა ნიმუშების აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში ქიმიურ დამუშავებამდე და მის შემდეგ მერქანში შეღწეული ნატრიუმ ქლორიდის რაოდენობა.

ნატრიუმქლორიდის სიმკვრივე - ეს არის მერქნული ნივთიერების მასის შეფარდება წყლისა და ნატრიუმ ქლორიდით გაჟღენთილი ზონის მოცულობასთან. ნატრიუმქლორიდის ყველაზე დიდი რაოდენობა აღწევს ფოთლოვანი მერქნის ზედაპირულ შრეებში. ნატრიუმ ქლორიდით მერქნის გაჟღენთვისას ქიმიური დამუშავების დროს მერქნის სიმკვრივე აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში ფოთლოვან სახეობებში საშუალოდ 15%-ით იზრდება.

ქიმიური დამუშავების დროს მერქანში მიმდინარეობს ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები, რომელიც გამოწვეულია მისი ტემპერატურისა და ჰიგროსკოპული ხსნარის ერთობლივი მოქმედებით. ამ დროს მერქნიდან ნაწილობრივ გამოიდევენება ექსტრაქტული ნივთიერებები. თუმცა ზედაპირული ფენების ნატრიუმქლორიდით არაღრმა გაჟღენთვა მერქნის საერთო მასის შემცირების კომპენსირებას ახდენს.

2.20. ქიმიურად დამუშავებული მერქნის

ენერგოტეკვადობის პრაქტიკული მნიშვნელობა კონვექციური

შრობის დროს

მოვახდინოთ ტემპერატურის ველების ანგარიში კონვექციური შრობის პროცესში არასტაციონალური სითბოცვლის დროს.

მუხის დახერხილი მასალები სისქით 40 მმ, რომელთაც აქვთ საწყისი ტემპერატურა 18 °C და ტენიანობა 53%, რომელიც შრება კონვექციურ საშრობ კამერაში ქიმიურად დამუშავების შემდეგ 60 °C ტემპერატურაზე. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა $\varphi=0,73$ და შრობის აგენტის ბუნებრივი ცირკულაცია წინასწარ ქიმიურად დამუშავების შემდეგ. გაჟღენთილი მერქნის ფენის სისქე $h=0.5$ მმ.

გაჟღენთილი და ნატურალური მერქნის ტემპერატურული ზღვარი ანალიტიკური გაანგარიშების შედეგად შეტანილია ცხრილში 2.6 და წარმოდგენილია მრუდით 2 ნახაზზე 40.

ცხრილი 2.6. ტემპერატურის ანგარიში

დრო τ, c	კრიტერი უმი Bi	სიდიდე ηK	ტემპერატურა, °C		უგანზომილ ებო ტემპერატუ რა θ	ტემპერატუ რა სიღრმეზე 0,5 მმ, °C
			გარემ ო	საწყი სი		
1800	0,0065	38,8	60	18	0,828	25,2
3600	0,0065	38,8	60	18	0,686	31,2
7200	0,0065	38,8	60	18	0,471	40,2
10800	0,0065	38,8	60	18	0,323	46,4
14400	0,0065	38,8	60	18	0,221	50,7
18000	0,0065	38,8	60	18	0,152	53,6
21600	0,0065	38,8	60	18	0,104	55,6
25200	0,0065	38,8	60	18	0,071	56,9
28800	0,0065	38,8	60	18	0,049	57,9

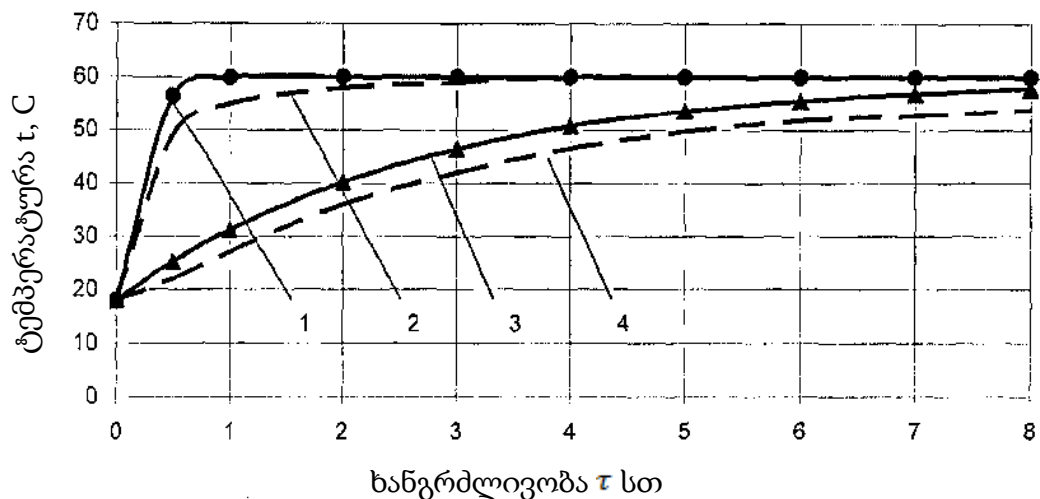
ნატურალური მერქნის ტემპერატურული ველების გაანგარიშების ანალიზი და ცნობილ კვლევებთან მისი შედარების მონაცემები გვაჩვენებს, რომ როდესაც $\varphi=80...85$ % ცდომილების დასაშვები წილი შეიძლება ჩავატაროთ ზღვრულ პირობებში პირველ, და ასევე მესამე ხარისხში. უფრო

დაბალი მნიშვნელობისას Fi შეიძლება შევადაროთ მონაცემები ზღვრული პირობების მიხედვით პირველ და მესამე ხარისხში, მათ შორის რომელი უნდა დაედოს გაანგარიშებას საფუძვლად.

რამდენადაც ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა $\varphi=83\%$, მაშინ ტემპერატურული ველების ანგარიში უნდა მიმდინარეობდეს პირველი ხარისხის სასაზღვრე პირობების გათვალისწინებით, როდესაც $Bi \rightarrow \infty$.

ბუნებრივი მერქნის ტემპერატურის ანალიტიკური გაანგარიშების შედეგები მერქნის სიღრმეში 0,5 მმ მოცემულია ცხრილის სახით 2.6. და წარმოდგენილია მრუდით 1 ნახაზზე 40.

ექსპერიმენტული კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტემპერატურა (მრუდი 2, ნახ. 40) 0,5 სიღრმეზე აღწევს გარემოს ტემპერატურას დაახლოებით 2...2,5 საათში. ქიმიური დამუშავების შემდეგ მერქნის ტემპერატურა (მრუდი 4, ნახ. 40) 0,5 სიღრმეზე მუდმივად იზრდება შრობის მთელი პროცესის განმავლობაში მაგრამ ვერ აღწევს გარემოს ტემპერატურას. ნატრიუმის ქლორიდით გაჟღენთილი ფენა ანელებს ტენის აორთქლებას და მასალის ზედაპირი არ ხმება. ნატრიუმის ქლორიდით გაჟღენთილი მერქნის ზედაპირის ტემპერატურა ნაკლებ ინტენსიურად იზრდება.



ნახ. 40. მერქნის ტემპერატურული მრუდები 0,5 მმ სიღრმეზე.

1–გაანგარიშების შედეგად მიღებული ბუნებრივი მერქანი; 2–
ბუნებრივი მერქანი ექსპერიმენტალური მონაცემების მიხედვით; 3–

ნატრიუმ ქლორიდით გაჟღენთილი მერქანი გაანგარიშების მონაცემებით; 4–ნატრიუმ ქლორიდით გაჟღენთილი მერქანი ექსპერიმენტალური მონაცემების მიხედვით

ანალიტიკური გაანგარიშებით მიღებულია დაუმუშავებელი მერქნის ტემპარატურა და დამუშავებული ნატრიუმქლორიდით (მრუდი 3, ნახ. 40) 0,5 მმ სიღრმეზე. ნახაზზე ჩანს ტემპერატურის მრუდები, რომლებიც შედგენილია ანალიტიკური გაანგარიშების შედეგად მიღებული მონაცემებით, ადეკვაურად აღწერს მერქნის გახურების განსახილველ პროცესს. გადახრა ექსპერიმენტალური მრუდებისა ანალიტიკური გაანგარიშების შედეგად მიღებული არ აჭარბებს 1,5...2,0°C და არ აჭარბებს 5% მნიშვნელობის დონეს.

2.21. კონვექციური შრობის ხანგრძლივობის გაანგარიშება

კამერული შრობა

პრაქტიკისათვის ძალიან მნიშვნელოვანია მერქნის შრობის პროცესის ხანგრძლივობის ცოდნა. მშრობი აგენტის ცნობილი მდგომარეობა და საბოლოო ტენიანობა.

მართკუთხა სორტიმენტის შრობის ხანგრძლივობა საწყისი გახურების გარეშე შეიძლება ვიპოვოთ განტოლებით:

$$\tau_{np} = c_{\tau} \cdot \tau, \quad (2.32)$$

სადაც c_{τ} –კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ორგანოზომილებიან ფიცარს ან ნამზადს (ნახაზზე 42);

τ –კონკრეტულად შრობის დრო,

$$\tau = \frac{S^2}{\pi^2 \cdot a'} \ln \left(0,81 \frac{1}{\theta'} \right), \quad (2.33)$$

სადაც S–ნამზადის სისქე, მ;

a' –ტენგამტარობის კოეფიციენტი;

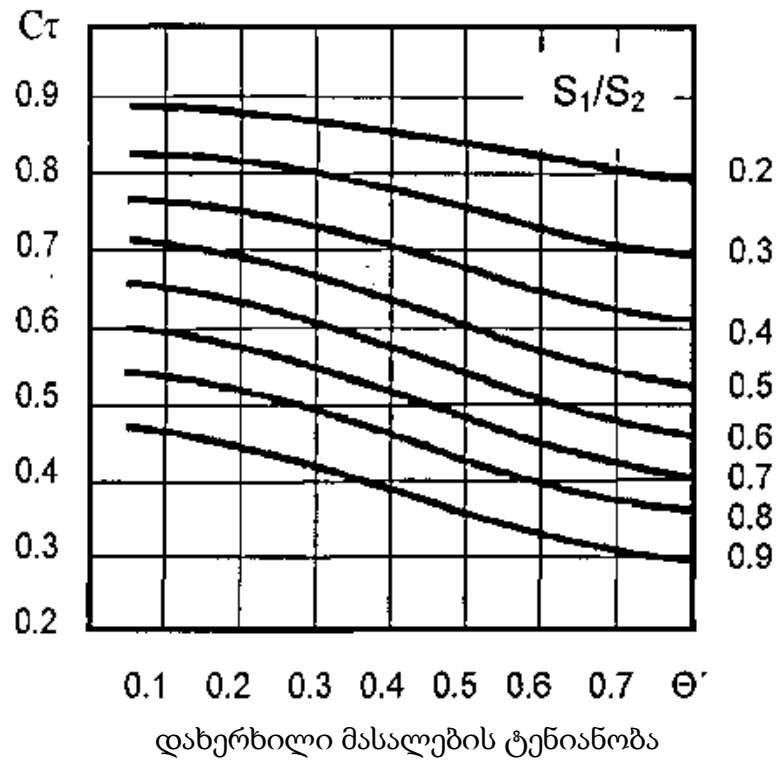
θ' –უგანზომილებო ტენიანობა:

$$\theta' = \frac{W_K - W_P}{W_H - W_P}, \quad (2.34)$$

სადაც: W_H – დახერხილი მასალების საწყისი ტენიანობა, %;

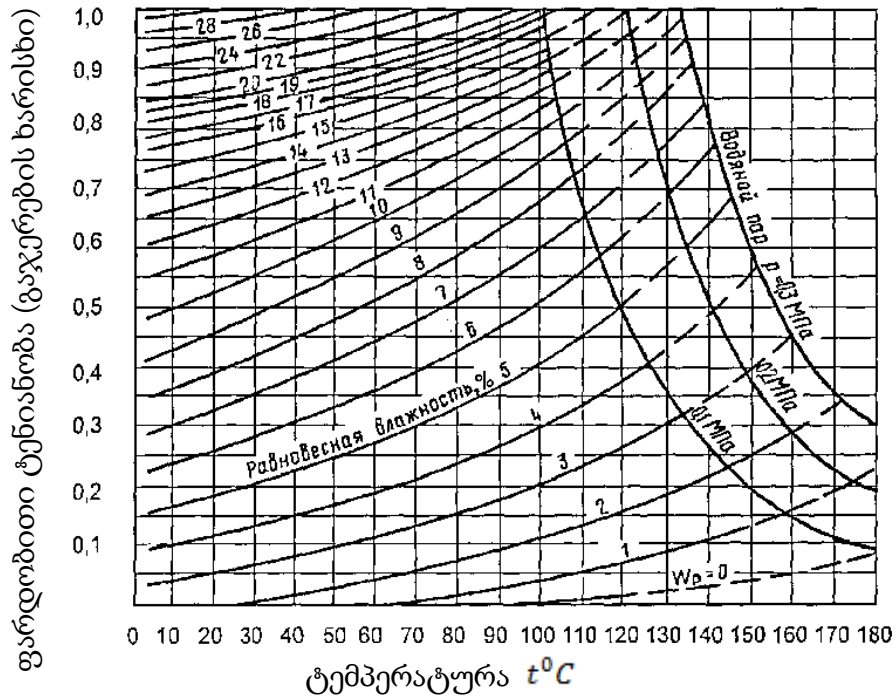
W_K – დახერხილი მასალების საბოლოო ტენიანობა, %;

W_P – წონასწორული ტენიანობა, % (ნახაზზე 41)



ნახ. 41. $C\tau$ კოეფიციენტის დიაგრამა

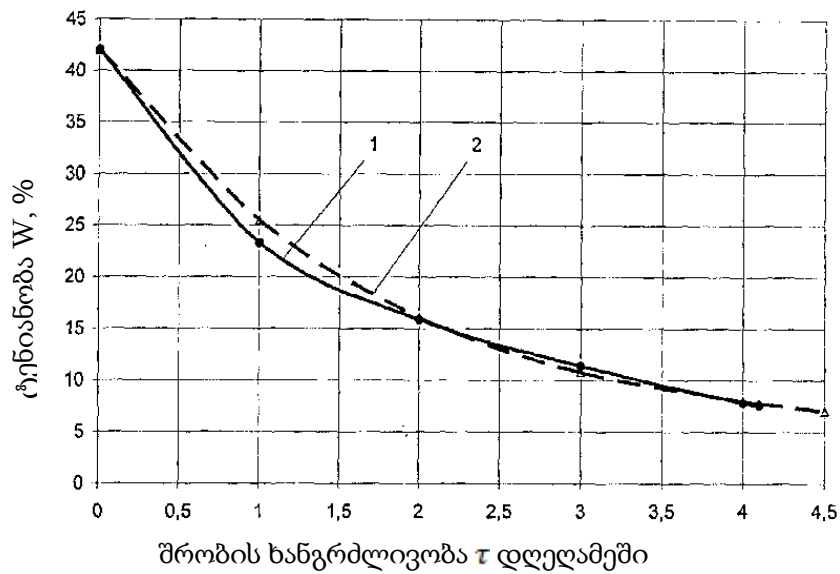
მაგალითი 1. განვსაზღვროთ ნამზადების კამერული შრობის ხანგრძლივობა 40x100 ზომების იფანის მერქნის ქიმიური დამუშავების შემდეგ საწყისი ტენიანობიდან 34% საბოლოო 7% ტენიანობამდე 70°C-ზე და 0,35 გაჯერების ხარისხით.



ნახ. 42. წონასწორული ტენიანობის დიაგრამა

იფნის მერქნის ნამზადების შრობის რეალური დრო საწყისი 34% ტენიანობიდან საბოლოო 7% ტენიანობამდე წინასწარი ქიმიური დამუშავების შემდეგ. დამუშავებამ შეადგინა დაახლოებით 4,1 დღეამე.

ექსპერიმენტალური მონაცემების ანალიტიკური გაანგარიშების შედეგად ქიმიურად დამუშავებული მერქნის შრობის ხანგრძლივობა წარმოდგენილია ნახაზზე 43.



ნახ. 43. შრობის მრუდები

1-საანგარიშო მნიშვნელობები; 2-ექსპერიმენტული მონაცემები

2.22. ენერგოდანაკარგებისა და ეკონომიკური

ეფექტურობის ბალანსი

ქიმიურად დამუშავებული მერქნის შრობის ტექნოლოგიას წარმოებაში დანერგვისათვის სანამ რეკომენდაციას მივცემთ აუცილებელია, რომ იყოს უფრო ეფექტური ამჟამად გამოყენებული შრობის სხვა მეთოდებთან შედარებით. ამისათვის საჭიროა შევასრულოთ შრობის პროცესის ენერგო დანახარჯების ანგარიში და მოვახდინოთ მისი ეკონომიკური ეფექტურობის შეფასება.

კამერის შემოფარგვლებიდან დაკარგული სითბოს ხარჯი საშუალო წლიურ პირობებში იანგარიშება ფორმულით:

$$q_{\text{ოვპ}} = \frac{\sum Q_{\text{ოვპ}}}{m_c}, \quad (2.35)$$

სადაც m_c – კამერაში აორთქლებული ტენის მასა წამში,

$$m_c = \frac{m_{\text{ობ.კამ}}}{3600 \cdot \tau_{\text{ცუს}}}, \quad (2.36)$$

მერქნის კონვექციური შრობის სითბოს ბალანსი

განვსაზღვროთ სითბოს ბალანსი მერქნის კონვექციური შრობის დროს ქიმიური დამუშავების გარეშე. საწყის მონაცემებს ავიღებთ ადრე განხილული მაგალითიდან.

მერქნის შრობის საეთო ბალანსი კონვექციური შრობის დროს შედგება შემდეგი დანახარჯებისაგან: საწყის გახურებაზე დახარჯულ სითბოს რაოდენობაზე, მასალიდან ტენის აორთქლებასა და საშრობი კამერის შემოფარგვლებიდან სითბოს ჯამურ დანაკარგებზე, თბო-ტენდამუშავების ტექნოლოგიური პროცესის ჩატარებაზე.

ცხრილი 2.7. მუხის მერქნის შრობის პროცესის ენერგოტევალობა

ენერგოტევალობის სახეობა	ზომის ერთეული	ენერგოტევალობა და ენერგომატარებლების ხარჯი 1მ ³ მშრალ მერქანზე		
		წინასწარ ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ატმოსფერულ-კონვექციური შრობა	კონვექციური შრობა ქიმიური დამუშავების შემდეგ	კონვექციური შრობა
წინასწარი ქიმიური დამუშავება და ორთქლის ხარჯი	კვტ კგ/მ ³	$\frac{357}{313}$ $\frac{221,8}{145,6}$	$\frac{357}{313}$ $\frac{221,8}{145,6}$	--- ---
კონვექციური შრობა მათ შორის ხარჯი:	კვტ	227,2	644,8	1204,5
სითბოს	კვტ	179,6	527	907
მატარებელი ელექტრო ენერგია	კვტ	47,6	117,8	197,5
ორთქლის საერთო ხარჯი	კგ/მ ³	$\frac{526,8}{450,6}$	$\frac{1117,2}{1041}$	1540,8
ერთი ბრუნვის ხანგრძლივობა	დღეღამე	0,2+8-10+4,11	0,2+10,1	25,5
სრული ენერგოდანახარჯები	კვტ	$\frac{584,2}{540,2}$	$\frac{1001,8}{957,8}$	1204,5

მნიშვნელში მოყვანილია სითბოს საშუალო ხარჯი შრობის პროცესში ქიმიური ხსნარის ერთჯერადი გამოყენების დროს, ხოლო მრიცხველში სითბოს ხარჯის მნიშვნელობა მისი სამჯერადი გამოყენების დროს.

2.23 ქიმიურად დამუშავებული მერქნის კონვექციური

შრობის საფუძვლები

ქიმიურად დამუშავების ტექნოლოგია მდგომარეობს მერქნის ჰიგროსკოპულ ნივთიერებებში მოხარშვაში ხსნარის დუღილის ტემპერატურაზე, რაც ხელს უწყობს ჭარბი ორთქლჰაერული ნარევით მერქნის ცენტრში პარცეალური წნევის შექმნას. ასეთი დამუშავების შედეგად ხდება ჭურჭლებში თილების დარღვევა, ექსტრაქტიული ნივთიერებებისა და ციტოპლაზმის გამორეცხვა პარენქიმული უჯრედებიდან, ხოლო მერქნის ზედაპირი იჟღენთება ჰიგროსკოპული ხსნარით.

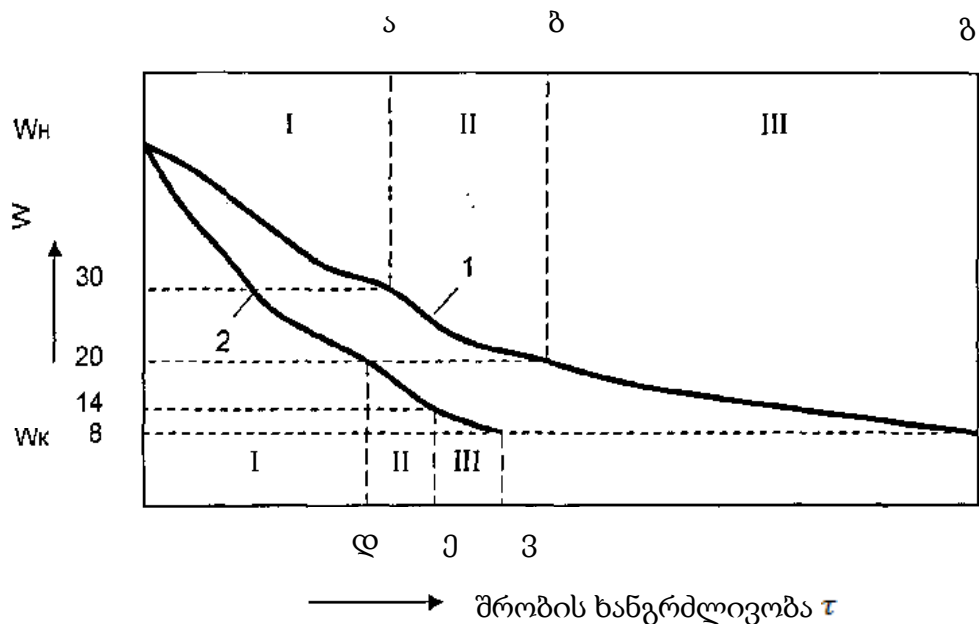
ჰიგროსკოპული ხსნარის არჩევის დროს მისი უნარის გარდა (დაწიოს ორთქლის პარცეალური წნევა სხვადასხვა კონცენტრაციისა და ტემპერატურის დროს) აუცილებელია გათვალისწინებული იქნეს ეკონომიკური და ეკოლოგიური მარილების გამოყენება. ყველაზე მეტად ამ მოთხოვნებს სრულყოფილად აკმაყოფილებს 15...17%-ის მქონე ნატრიუმქლორიდი. სითხის უფრო დაბალი კონცენტრაცია არ გამოირიცხავს ზზარების გაჩენას მერქნის დახერხილი მასალების კონვექციური შრობის პროცესში, ხოლო მაღალ კონცენტრაციას მივყავართ ნატრიუმქლორიდის ზედმეტ გადახარჯვასთან.

რეჟიმის ეფექტურობა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია შრობის ერთი საფეხურიდან მეორეზე სწორად გადასვლის მომენტზე. ასეთი გადასვლა განპირობებულია იმით, რომ თითოეული საფეხურის ბოლოს მერქნის ზედაპირი აღწევს წონასწორულ მდგომარეობას გარემოსთან, შრობის პროცესი ნელდება და ტენის აორთქლება იმდენად მცირდება, რომ ცალკეულ შემთხვევებში არც კი ფიქსირდება საკონტროლო ნიმუშის წონა, მიუხედავად ფსიქრომეტრული სხვაობისა (წერტილები ა, ბ, გ, მრუდი 1 ნახ. 44).

ტრადიციული კონვექციური შრობის დროს გადასვლა ერთი საფეხურიდან მეორეზე დამოკიდებულია გასაშრობი მასალის

მდგომარეობაზე, მიმდინარე ტენიანობაზე, შიგა ძაბვებზე და აორთქლებული ტენის რაოდენობაზე.

მერქნის მიმართ სრული მოცულობით ამ მეთოდის გამოყენება ქიმიური დამუშავების შემდეგ არ მიგვაჩნია მიზანშეწონილად, რადგან მერქნის ზედაპირული ფენა, რომელიც გაჟღენთილია ნატრიუმის ქლორიდით, გავლენას ახდენს კონვექციური შრობის სითბოცვლაზე. ამიტომ აუცილებელია შევადგინოთ მერქნის ქიმიური დამუშავების შემდეგ კონვექციური შრობის რეჟიმები [8].



ნახ. 44. მერქნის კონვექციური შრობის მრუდების ხასიათი

1-ქიმიური დამუშავების გარეშე; 2-ქიმიური დამუშავების შემდეგ;

W_H -მერქნის საწყისი ტენიანობა; W_K -მერქნის საბოლოო ტენიანობა; I, II, III-

შრობის პირველი, მეორე და მესამე ეტაპები

შრობის პირველ პერიოდში მერქნის შრობა შენელებულია. როგორც ჩანს, შრობის პირველი ეტაპის დამთავრება ხდება მაშინ, როდესაც მერქნის გაჟღენთილ ფენაში ორთქლის პარცეალური წნევა და შრობის აგენტი გათანაბრებული იქნება.

წონასწორობის ასეთი შეფარდება შეესაბამება იმ პერიოდს, როდესაც მერქნიდან აორთქლებული იქნება ტენის მთელი რაოდენობა. ეს მომენტი წარმოადგენს შრობის პირველი ეტაპის დასასრულს. შრობის მრუდზე ეს

მომენტი შეესაბამება წერტილების გაგრძელებას ნახ. 44. დ), მერქნის საბოლოო ტენიანობაზე 18...23%. ყველა სახეობისათვის მცირეოდენი დაშვებით შეგვიძლია მივიღოთ 20 %-ის ტოლი.

შრობის დამამთავრებელ ეტაპზე პრაქტიკულად მთელი ნატრიუმქლორის ხსნარი გადადის კრისტალურ ფაზაში. ამიტომ მასალაში ტენის გადაადგილების სიჩქარეზე გაჟღენთილი ფენა უკვე ვერ ახდენს მნიშვნელოვან გავლენას. ამას მივყევართ შრობის სიჩქარის შენელებამდე. შრობის პროცესის შემდგომი ეტაპი მერქნის საბოლოო ტენიანობამდე წარიმართება ძირითადად ტენის გრადიენტის საშუალებით. შესაბამისად, შრობის რეჟიმის სიხისტე შეიძლება გავზარდოთ, რადგან მერქანი 12...14% ტენიანობაზე მკვრივი და მაგარი ხდება, მაღალი ტემპერატურების ზემოქმედება თითქმის ვეღარ ახდენს გავლენას მისი სიმკვრივის შემცირებაზე.

ქიმიურად დამუშავებული მერქნის მრუდს დამამთავრებელ ეტაპზე აქვს მდორე სახე, მაგრამ საკმაოდ მოხრილი დაუმუშავებელ მერქანთან შედარებით (მრუდი 2, ნახ. 44).

ტენის გადაადგილებისა და აორთქლების პროცესები ექვემდებარებიან ერთიდაიგივე კანონზომიერებას ყველა განხილული მერქნის სახეობებისათვის და განისაზღვრება: ორთქლის პარცელური წნევის ხასიათით მერქნის შიგნით და მერქნის ზედაპირზე, რომელიც გაჟღენთილია ჰიგროსკოპიული ხსნარით და ჰაერში არსებული ორთქლით.

2.24. ქიმიური დამუშავება, როგორც მშრალი მერქნის ხარისხის გაუმჯობესების მეთოდი

დახერხილი მასალების შრობის ხარისხი ხასიათდება რამოდენიმე მახასიათებლით. მათ მიეკუთვნება მერქნის თვალხილულიმანკები. დაბრეცვა, დახერხილი მასალების დასკდომა და თვალთ უხილავი დეფექტები.

შრობის ერთ–ერთ ყველაზე გავრცელებულ დეფექტს წარმოადგენს დახერხილი მასალების დასკდომა ტორსებიდან, რასაც მივყავართ ძვირფასი მშრალი მერქნის მნიშვნელოვან დანაკარგებამდე. შეიძლება გამოვყოთ სამი ტიპის ბზარების წარმოქმნა: ჰიგროსკოპიული ტენიანობის არათანაბარი განაწილება, სხვადასხვა ზომის შეშრობა სამი ძირითადი სტრუქტურული მიმართულებით, გულგულის სხივების გავლენა.

ლიტერატურული მიმოხილვის საფუძველზე შრობის ყველა მეთოდი და დახერხილი მასალების დაცვის საშუალებებით უნდა დავიცვათ დახეთქვისაგან კამერული შრობის დროს. მეთოდები წარმოდგენილია 4 ჯგუფად [8, 9]:

1. სპეციალურად დახერხილი მასალების დაწყობა თაკარებად.
2. დაცვის მექანიკური საშუალებები (დახერხილი მასალების წინასწარი გაშალაშინება, ხის ტორსული დახერხვა და სხვა).
3. დახერხილი მასალების ტენგაუმტარი ტორსების დაფარვა ცივი ოლიფებით, საგოზავით, კონსისტენტური ფისის ხსნარებით და ცხელი ფისებით ან ბითუმით.
4. მასალების წინასწარი გაჟღენთვა ქიმიური ნივთიერებებით.

დაცვის საშუალებების ეკონომიურად, მიზანმიმართულად გამოყენება მხოლოდ იმ შემთხვევაში შეიძლება, თუ შრობის შედეგად მიღებული წუნის ხარჯი (თანხები) არ აჭარბებს დამცავი ნივთიერების ღირებულებას.

მშრალი მერქნის ხარისხის ერთ–ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან დაცვის მეთოდს წარმოადგენს მერქნის წინასწარი გაჟღენთვა ქიმიური ნივთიერებებით.

საცდელი შრობის ჩატარების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მერქნის წინასწარი გაჟღენთვისას კამერული შრობის დროს ადგილი არ აქვს დეფექტების წარმოქმნას. დახერხილი მასალების ნატრიუმ ქლორიდით წინასწარი გაჟღენთვა დახეთქვის თავიდან აცილების მიზნით ხორციელდება, შრობის წუნის რაოდენობა 1 წლის განმავლობაში ხანდახან აღწევს 10%-ს, ხოლო თბილ ამინდში უფრო მეტს.

მერქნის ხარისხი არ შეიძლება იყოს მერქნის შრობის პროცესის ერთადერთი შეფასების კრიტერიუმი, რადგან შრობის პროცესი წარმოადგენს ენერგიატევად ტექნოლოგიას. ამიტომ მერქნის შრობის ხარისხის ამაღლების საკითხები გადაწყვეტილი უნდა იქნეს კომპლექსურად შრობის ხანგრძლივობის შემცირების გათვალისწინებით.

ხანმოკლე ქიმიური დამუშავების დროს ჰიგროსკოპული ხსნარის დუღილის ტემპერატურაზე მნიშვნელოვნად იზრდება მერქნის ხარისხი და ამასთან მცირდება კონვექციური შრობის ხანგრძლივობა 1,5...2,5–ჯერ ტრადიციულ – კონვექციურ შრობასთან შედარებით.

ექსპერიმენტების საშუალებით დავადგინეთ, რომ მერქანში ხსნარის შეღწევის სიღრმე დამოკიდებულია მისი დუღილის ტემპერატურაზე მერქნის სახეობაზე, მერქნის საწყის ტენიანობაზე, დამუშავების ხანგრძლივობაზე და შეღწევის სიღრმე 0,25...0,5 მმ–ს აღწევს. გაჟღენთილი ფენა ადვილად და სრულად მოიხსნება ნამზადის გაშალაშინებით და მისი შემდგომი მექანიკური დამუშავებით.

ჩატარებული ექსპერიმენტების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ წინასწარი ქიმიური დამუშავება მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მერქნის სიმკვრივის მაჩვენებლებზე. შემოთავაზებული ტექნოლოგიით გამშრალი მერქანი შეიძლება გამოყენებული იქნეს წარმოებაში ყოველგვარი შეზღუდვების გარეშე.

3. დასკვნები განსჯაზე

1. თეორიული კვლევების საფუძველზე ჩატარებულია ტემპერატურული ველის განაწილების ანგარიში მერქანში არასტაციონალური სითბოცვლის დროს, შემუშავებულია მეთოდика და გაანგარიშებულია წინასწარ ქიმიურად დამუშავებული მერქნის შრობის ხანგრძლივობა.
2. ქიმიური დამუშავება საშუალებას გვაძლევს შემცირდეს მერქნის შრობის ენერგოტევადობა შემდგომი კამერული შრობის პროცესში^{1,2}-ჯერ.
3. შემოთავაზებულია ქიმიურად დამუშავებული მერქნისა და კონვექციური შრობის საფუძვლები.
4. დადასტურებულია ქიმიურად დამუშავებული მერქნის კონვექციური შრობის მექანიზმი.
5. საწარმოო ცდებმა გვიჩვენა მერქნის კონვექციური შრობის შემუშავებული ტექნოლოგიის მაღალეფექტურობა ჰიგროსკოპიული ხსნარებით მერქნის ქიმიური დამუშავების შემდეგ. შრობის შემუშავებული ტექნოლოგია საშუალებას გვაძლევს შევამციროთ მერქნის შრობის ხანგრძლივობა.
6. შემუშავებული ტექნოლოგიის ეკონომიური ეფექტურობა შეადგენს 40 ლარს 1 მ³ მშრალ მერქნზე.
7. წინასწარ შემუშავებული იქნა რეკომენდაციები მერქნის შრობის ტექნოლოგიის წარმოებაში დასანერგად.
8. მუხის მერქნის შრობის პროცესის ენერგოტევადობისა და ენერგომატარებლების ხარჯი 1მ³ მშრალ მერქანზე შეადგენს 1204,5 კვტ-ს.

ძირითადი დასკვნები და რეკომენდაციები

1. შრობის პროცესის ინტენსიფიცირება, ანუ შრობის ხანგრძლივობის მნიშვნელოვანი შემცირება მშრალი მასალის ხარისხის გაუმჯობესება წარმოადგენს მნიშვნელოვნად აქტუალურ სამეცნიერო-პრაქტიკულ პრობლემას.
2. შემდგომი ტექნოლოგიური პროცესის სრულყოფა არსებული და ახალი კონკურენტუნარიანი ტექნოლოგიის დანერგვა შესაძლებელია პრობლემისადმი კომპლექსური მიდგომით. რაც გამოიხატება შრობის პროცესში მერქნის სტრუქტურის გათვალისწინებითა და მისი თვისებების ცვლილებით, რომელიც მიმართულია მერქნის შრობის ხანგრძლივობისა და ენერგოტევადობის შემცირებაზე, და რაც მთავარია მშრალი მერქნის ხარისხის შენარჩუნებაზე.
3. მერქნის სტრუქტურულმა ანალიზმა საშუალება მოგვცა გაგვეფართოებინა თეორიული კვლევები, შეგვემცირებინა მერქნის ანატომიური ელემენტები ონტოგენეზში, გამოგვევლინა მერქნის წყალ და ტენ-გამტარობის გააქტიურების შინაგანი რეზერვები.
4. ექსპერიმენტალურად დადგინდა, რომ ფოთლოვანი სახეობების მერქნის წყალ და ტენ-გამტარობის უნარი შესაძლებელია გავააქიუროთ თილების, ჭურჭლებისა და ექსტრაქტიული ნივთიერებების მოცილების ხარჯზე.
5. შემოთავაზებულია ქიმიური დამუშავების ტექნოლოგია, რომლის გამოყენებითაც აქტიურდება მერქნის ტენ და წყალ-გამტარობის უნარი, ასევე ადგილი აქვს ორთქლის პარციალური წნევის შემცირებასა და გამჟღენთი ნივთიერების კონცენტრაციის მატებას მერქნის ზედაპირულ ფენებში.
6. ქიმიური დამუშავება ყველაზე მეტ გავლენას ახდენს ფოთლოვანი სახეობის მერქანზე.

7. მერქნის ნატრიუმქლორიდით გაჟღენთვის სიღრმე ხსნარის დუღილის ტემპერატურაზე კამერული შრობის დროს შეადგენს 0,15...0,25 მმ-ს.
8. განსაზღვრული იქნა ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტი, მათემატიკური მოდელისა და ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე. დავადგინეთ, რომ ქიმიური დამუშავება ზრდის მერქნის ტენგამტარობის კოეფიციენტს, შესაბამისად მცირდება მერქნის შრობის ხანგრძლივობა 1,3...3,0-ჯერ.
9. დადგენილი იქნა ქიმიურად დამუშავებულ მერქანში ტენიანობისა და ტემპერატურის განაწილების ხასიათი შრობის პროცესში. ტენიანობის მრუდები ხასიათდებიან მასალაში მთელ სისქეზე თანაბარი განაწილებით. შრობის მრუდები უფრო მეტად ხასიათდება ტენის გადაადგილების სტაბილური და თანაბარი ინტენსიურობით. კონვექციური შრობის პროცესი ხასიათდება ტემპერატურის მაღალი გრადიენტით Δt ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ზედაპირსა და საშრობ გარემოს შორის დაუმუშავებელ მერქანთან შედარებით.
10. ექსპერიმენტულად დადგენილი იქნა ქიმიურად დამუშავებული მერქნის ძირითადი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გავლენა მერქნის შრობის ხანგრძლივობის შემცირებაზე. ქიმიური დამუშავების შემდეგ შიდა ნარჩენი დეფორმაციები და დამაბულობები ორჯერ ნაკლებია დაუმუშავებელ მერქანთან შედარებით. მერქნის სორბციული უნარი რჩება უცვლელი შენობაში ნაკეთობის ექსპლუატაციის პირობებში ჰაერის ფარდობითი ტენიანობისას $\varphi < 0,7 \pm 0,05$. დამუშავებული მერქნის გაჯირჯვება ბევრად ნაკლებია დაუმუშავებელთან შედარებით. იზრდება ნაკეთობის სიმყარე; მერქანი ხანგრძლივი დაყოვნებისას არ იბრიცება და არ სკდება; სიმკვრივე ბოჭკოების გასწვრივ

კუმშვაზე და ქიმიურად დამუშავებული მერქნის სტატიკური სიმაგრე უმნიშვნელოდ მცირდება.

11. ნატრიუმის ქლორიდით გაჟღენთვა ამალებს მერქნის სითბოგამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობას.
12. წინასწარი ქიმიური დამუშავება შემდგომი შრობის პროცესის ხანგრძლივობას ამცირებს 2,0...3,0-ჯერ.
13. შემუშავებულია მერქნის კონვექციური შრობის ტექნოლოგია, რომელშიც არ მიმდინარეობს მერქნის წინასწარი გახურებისა და თბოტენდამუშავების ტექნოლოგიური პროცესები, რაც ამცირებს ენერგოტევადობასა და მატერიალურ ხარჯებს.
14. წინასწარი ქიმიური დამუშავება 1,2-ჯერ ამცირებს ენერგოტევადობას მერქნის კამერული შრობის დროს.
15. მოცემული ტექნოლოგიური პროცესის ეკონომიკური ეფექტურობა შეადგენს 40 ლარს 1 მ³ მერქანზე.
16. გაანგარიშების საფუძველზე მშრალი მერქანი შეიძლება გამოყენებული იქნეს წარმოებაში ყოვლგვარი შეზღუდვების გარეშე.

გამოყენებული ლიტერატურული წყაროები

1. Курьянова, Т. К. Влияние хлорида натрия на теплофизические свойства древесины – 2004 тр. 4 междунар. симп., 13-16 окт. с. 279-282.
2. ბორის ბოქოლიშვილი. მერქნული მასალებისა და მერქნის ნაკეთობათა წარმოების ტექნოლოგია. 368 გვ. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2005 წელი.
3. Дюжина И.А. Расев А.И. Шубин Г.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М.: МГУЛ. 2004. 40 стр. 157 из 158
4. Стенина Е.И. Левинский Ю.Б. Защита древесины и деревянных конструкции. –Екатеринбург.:Уральский государственный лесотехнический Университет. УГЛТУ. 2007; 219 стр.
5. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение. М.: МГУЛ. 2007. 351 стр.
6. Б. Н. Уголев. Древесиноведение и лесное товароведение. Учебник. - М. ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 351 с.
7. А. И. Расев. Тепловая обработка и сушка древесины. Учебник. М. ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. – 360с.
8. მ. ტეფნაძე, ლ. მიროტაძე, დ. ლიტკინი. მერქანმცოდნეობა სასამართლო კრიმინოლოგიაში, 140-143 გვ. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი მშენებლობა № 4(27) 2012 წ.
9. მ. ტეფნაძე, ლ. მიროტაძე, დ. ლიტკინი. მერქნის გადამუშავების საკითხები, 41-46 გვ. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული ჟურნალი სატყეო მოამბე №6 2013 წ.
10. მ. ტეფნაძე, ლ. მიროტაძე, დ. ლიტკინი. დახერხილი ხე-ტყის კონვექციური შრობის ზოგიერთი შედეგი, 47-52 გვ. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული ჟურნალი სატყეო მოამბე №6 2013 წ.

11. М. Тепнадзе, Л. миротадзе, Д. Литкин. Некоторые результаты исследования парокв древесины бука. стр 297-304. Науковий весник. Национального університету біоресурсов и природокористування України. 185 частина 2. 2013 г.
12. გამოგონების დასახელება: ფაროვნი დეტალების ლაქით დაფარული ზედაპირების კონვექციური საშრობი, პატენტმფლობელები: მარინე ტეფნაძე, ზაურ ბალამწარაშვილი, პეტრე დუნდუა, ლაშა მიროტაძე, დავით ლიტკინი, ზაურ ქორქია. GEP 2015 6258 B. გაცემის თარიღი: 2015-03-16
13. ГОСТ 24329-80 Древесина модифицированная, Способы модифицированная стр. 7.
14. ГОСТ 16483.35-88 Древесина Метод определения разбухания, стр. 5