

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

საინჟინრო-ტექნოლოგიური ფაკულტეტი

კვების პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიის დეპარტამენტი

მაკარონის წარმოების
ტექნოლოგია

ავტორები: ე. გ. ფრუიძე
მ. ა. სილაგაძე,

ქუთაისი 2007წ.

ლექციების კონსპექტი განკუთვნილია კვების პროდუქტების ტექნოლოგიის სპეციალობის ბაკალავრის სტუდენტებისათვის.

რეცენზენტები: ტ.მ.კ. ასისტენტ პროფესორი გ. ხეცურიანი
ტ.მ.კ.. ასოცირებული პროფესორი ო. სესიკაშვილი

შინაარსი

1. მაკარონის ნაწარმის კლასიფიკაცია. თვისებები და კვებითი ღირებულებები	4
2. მაკარონის მომზადების ძირითადი სტადიები და ტექნოლოგიური სქემა	5
3. მაკარონის ნაწარმის ავტომატიზირებული წარმოება	7
4. მაკარონის წარმოებაში გამოყენებული ნედლეულის დახასიათება	7
5. ნედლეულის შენახვა და მისი მომზადება წარმოებისათვის	15
6. მაკარონის ცომის მომზადება	17
7. ფქვილის წებოგვარას და დაფქვის ხარისხის გავლენა ცომის თვისებებზე	20
8. ცომის მომზადების დროს მიმდინარე პროცესები	23
9. ცომის რეცეპტურა	24
10. ნედლეულის ხარჯის ანგარიში	27
11. მაკარონის ნაწარმის დაფორმება. დაწნეხვის თეორიული საფუძვლები	29
12. ცომის ვაკუუმირება	33
13. დაწნეხის რეოლოგიური თვისებები	34
14. მაკარონის ნაწარმის დაყოფა	41
15. მაკარონის ნაწარმის შრობის თეორიული საფუძვლები	42
16. შრობის რეჟიმები	51
17. შრობის რეჟიმების რეალიზაცია სამრეწველო საშრობ დანადგარებში	55
18. მაკარონის ნაწარმის სტაბილიზაცია, შეფუთვა, შენახვა	58
19. მაკარონის წარმოების ტექნო-ქიმიური კონტროლი	59
20. გამოყენებული ლიტერატურა	64

მაკარონის ნაწარმის კლასიფიკაცია. თვისებები და კვებითი ღირებულება.

მაკარონის ნაწარმი ცომის კონსერვს წარმოადგენს, რომელიც მზადდება ხორბლის ფქვილისა და წყლისაგან. ზოგჯერ მას უმატებენ გამამდიდრებლებს, კვერცხის, ხორბლის წებოგვარას და სხვა ნივთიერებების სახით.

მაკარონის ნაწარმი სათანადოდ დაყალიბებული და გამშრალია 13% ტენიანობამდე, ინახება 1 წელზე მეტი ხნის განმავლობაში გემოსა და კვებითი ღირებულების შენარჩუნებით. კვების პროდუქტებიდან, რომელიც მარცვლოვანი კულტურისაგან მზადდება, მაკარონის ნაწარმს შუა ადგილი უკავია ფქვილსა და პურს შორის, რადგანაც ცომის მომზადების სტადია უკვე გავლილია და საკვებად გამოყენების მიზნით მას სჭირდება მხოლოდ ხანმოკლე ხარშვა.

მაკარონის ნაწარმის ძირითადი თვისებებია მისი დიდხანს შენახვა, ხანმოკლე და ჩქარი მომზადება, მაღალი ნოყიერება და შეთვისების უნარი. მაკარონის ნაწარმის კალორიულობა 100გ პროდუქტზე 360 კ.კალ.

მაღალხარისხოვანი მაკარონის ნაწარმი შეიცავს მიახლოებით 12% ცილოვან ნივთიერებებს, 72%-ზე მეტ ნახშირწყლებს, 13%-მდე ტენს, 0,5-0,7%-ს ცხიმებს, მცირე რაოდენობის მინერალურ მარილებს და უჯრედისას.

ГОСТ 875-69 თანახმად მაკარონის კლასიფიკაცია ხდება რამდენიმე ნიშნის მიხედვით.

გამოყენებული ფქვილის ხარისხისაგან დამოკიდებულებით მაკარონის ნაწარმი იყოფა ხარისხებად. დამზადებული უმაღლესი ხარისხის ფქვილისაგან და პირველი ხარისხის ფქვილისაგან.

გემოვნებითი და გამამდიდრებლების დამატების მიხედვით დასახელებას ემატება შესაბამისი დამატების დასახელება. მაგ. «უმაღლესი კვერცხიანი», « I ტომატისანი» და ა.შ. I ხარისხის ფქვილზე კვერცხის პროდუქტის დამატება აკრძალულია.

ფორმისაგან დამოკიდებულებით მაკარონის ნაწარმი იყოფა შემდეგ ტიპებად: მილისებური, მაფისებური, ლენტური და ფიგურული. თავის

მხრივ მაკარონის ნაწარმის ყველა ტიპი იყოფა სახეებად: მილისებრი ნაწარმი – მაკარონი რკალისებრი, ფრთისებრი. შიგა დიამეტრისაგან დამოკიდებულებით მაკარონი იყოფიან: ჩალისებრი – /დიამეტრი 4მმ-მდე/, განსაკუთრებული - /5,6-7,0მმ/, მოყვარულთათვის - /7,0მმ-ზე/.

ვერმიშელი დიამეტრის მიხედვით ისინი იყოფიან: ობობისებრი - /დიამეტრი არა უმეტეს 0,8მმ-სა/, წვრილი - /დიამეტრი არა უმეტეს 1,2მმ-სა/, ჩვეულებრივი - /არა უმეტეს 1,5მმ/, მოყვარულთათვის - /არა უმეტეს 3,0მმ/.

ლენტისებრი ნაწარმი – ლაფშა, მზადდება სხვადასხვა სახის დასახელების: გლუვი ან დაჭრილი, სწორი ან ტალღისებრი ბოლოებით და ა.შ. ლაფშის სიგანე დასაშვებია ნებისმიერი, მხოლოდ არა უმეტეს 3მმ. სისქე არა უდიდეს 2 მმ.

ფიგურული ნაწარმი შეიძლება გამოშვებული იქნეს ნებისმიერი ფორმის და ზომების. დატვიფრული ნაწარმის მაქსიმალური სისქე დასაშვებია 1,5მმ, გამოწნეხილი ნაწარმისათვის 3.0 მმ. სიგრძის მიხედვით მაკარონის ნაწარმი იყოფა გრძელ ნაწარმად, სიგრძით 15-დან 50სმ-მდე და მოკლედდაჭრილი ნაწარმად 1,5-დან 15სმ-მდე მაკარონი გამოდის მხოლოდ გრძელი, აგრეთვე მოკლე: რქისებრი, ფრთისებრი და ფიგურული ნაწარმი მზადდება მხოლოდ მოკლე.

ვერმიშელი, ლაფშა და მაკარონი შეიძლება მომზადდეს ბადისებრი და გორგალისებრი, მათი ზომები და მასა არ არის შეზღუდული. ფორმის მიხედვით მოკლე ნაწარმი იყოფა მოკლედდაჭრილ და დატვიფრულად.

მაკარონის მომზადების ძირითადი სტადიები დატექნოლოგიური პროცესების სქემა

მაკარონის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის ძირითადი სტადიები არის შემდეგი.

1. ნედლეულის მომზადება წარმოებისათვის.
2. ცომის მომზადება.
3. ნედლი ნაწარმის დაფორმება

4. ნაწარმის შრობა
5. გამშრალი ნაწარმის სტაბილიზაცია
6. მზა ნაწარმის შეფუთვა.

ცომის მომზადება. ეს პროცესი ხდება ცომსაწნეხებში, ფქვილის, წყლის, ცილისა და წყლის ნარევის მიწოდება ხდება სპეციალური დოზატორებით. ცომსაზელი შედგება ერთი ან რამდენიმე განყოფილებისაგან. პირველ განყოფილებაში ხდება ფქვილისა და წყლის წინასწარი შერევა, შემდეგში მათი საბოლოო შერევა. თანამედროვე ცომსაზელი წნეხები ალქურვილი არიან ვაკუუმის ტუმბოთი, ამიტომ შემდეგ განყოფილებაში ხდება ვაკუუმირება.

დაფორმება.- ცომსაზელის ბოლო განყოფილებაში ცომი მიეწოდება თვითდინებით შნეკური საკნის საშუალებით, სადაც განიცდის ინტენსიურ მექანიკურ დამუშავებას და თანდათან გადაადგილდება შნეკის არხის გასწვრივ მატრიცისაკენ.

მაკარონის ნაწარმის დაფორმება ხდება სამი გზით: გამოწნეხვით, დატვიფრით და დაჭრით. დაფორმების შემდეგ ხდება მაკარონის ნაწარმის შებერვა ჰაერით და ხდება ნაწარმის ზედაპირიდან ტენის მოცილება. ნაწარმი უმნიშვნელოდ მაგრდება, ინარჩუნებს დრეკადობას, რათა შემდეგ ოპერაციებში ნაწარმი ერთმანეთს არ მიეწებოს, შემდეგ ნაწარმი ეწყობა საშრობ ზედაპირზე, კასეტებში და მიეწოდება საშრობ კარადას.

შრობა. –მაკარონის წარმოებაში შრობის პროცესი არის საპასუხისმგებლო, ხანგრძლივი და ენერგოტევადი პროცესი. ამ დროს ნაწარმის ტენიანობა დადის ნორმამდე-არაუმეტეს 13%.

შრობა იყოფა ორ სტადიად: წინასწარი შრობა, რომლის დროსაც ტენის მოცილება ხდება გაცხელების მკაცრ რეჟიმებში და საბოლოო შრობა, რომლის დროსაც ირჩევა ისეთი რეჟიმი, რომ ნაწარმი არ მივიღოთ მსხვრევადი.

სტაბილიზაცია – შრობის შემდეგ ნაწარმი არის ცხელი და აქვს სხვადასხვა ტენიანობა, როგორც სიგრძეზე ასევე განივ კვეთაზე. იმისათვის, რომ არ მოხდეს ნაწარმის დახეთქვა და დეფორმირება, ისინი ყოვნდება რამდენიმე ხანს კარადა შემგროვებელში, სადაც ისინი თანდათან ცივდება გარემოს ტემპერატურამდე. ამ დროს ნაწარმის დაყოვნებას ეწოდება

სტაბილიზაცია, ხოლო კარადებს სტაბილიზატორები.

შეფუთვა. - არის წარმოების დამათავრებელი სტადია. შეფუთვა ხდება სპეციალური შემფუთი ავტომატების საშუალებით.

მაკარონის ნაწარმის ავტომატიზირებული წარმოება

თანამედროვე მაკარონის ფაბრიკა წარმოადგენს მაღალორგანიზებულ წარმოებას, სადაც ნედლეულისა და ნახევარფაბრიკატების დამუშავების ყველა ოპერაცია გაერთიანებულია ერთიან ავტომატურ ხაზებში.

დონის როსტოვის მანქანათმშენებლობის ქარხანა 1961 წლიდან უშვებს ЛМБ მარკის ავტომატურ ხაზებს, ხოლო ამჟამად უშვებს Б6-ЛМБ Б6-ЛКС, Б6-ЛМР ნაკადური ხაზებს. აღნიშნული ხაზები გარდა ЛКС-სი გათვალისწინებულია გრძელი ნაწარმის წარმოებისათვის დაკიდებული შრობით, ხოლო ЛКС ხაზი მოკლედ დაჭრილი ნაწარმისათვის ლენტურ ტრანსპორტიორზე შრობით საზღვარგარეთის ფირმები უშვებენ მაკარონის ფაბრიკის მოწყობილობებს “Брайбанти «Паван» იტალია; «Бюлер» შვეიცარია «Бассано» საფრანგეთი. ჩვენს ქვეყანაში ბოლო წლებში წარმატებით მუშაობენ აღნიშნული ფირმების ხაზები.

მაკარონის წარმოებაში გამოყენებული ნედლეული და მისი მომზადება წარმოებისათვის

მაკარონის წარმოების ძირითად ნედლეულს მიეკუთვნება ფქვილი უმაღლესი და პირველი ხარისხის (ბურღული და ნახევრადბურღული), რომელიც მიიღება მაგარი ჯიშის ხორბლის სპეციალური დაფქვით ГОСТ 12307-66 შესაბამისად. დასაშვებია აგრეთვე მაკარონის წარმოება ისეთივე ხარისხის ფქვილისაგან, მიღებული რბილი ჯიშის მაღალი მინისებრი ანატეხის მქონე ხორბლისაგან ГОСТ 12307-66 შესაბამისად, აგრეთვე გამოიყენება პურის ცხობის ფქვილი, რომელიც წებოგვარის შემცველობისა და მისი ხარისხით შეესაბამება ფქვილს, რომელიც მიღებულია

მაგარი, მინისებური ანატეხის ხორბლისაგან ГОСТ 12306-66 შესაბამისად.

მაკარონის ნაწარმის დასამზადებლად საჭიროა მკვრივი და ბლანტი ცომი, რომელიც კარგად უნდა იწელებოდეს და ეწინააღმდეგებოდეს გაწყვეტას, იყოს საკმაოდ პლასტიკური და დრეკადი დაყალიბების დროს, არ უნდა იჭყინებოდეს გამოყვანისა და გაშრობის პროცესში.

გამშრალ მდგომარეობაში მაკარონის ცომმა უნდა შექმნას მკვრივი მასა, რომელსაც უნდა ჰქონდეს საკმაო მექანიკური მდგრადობა, არ სკდებოდეს, არ იყოს მყიფე და კარგად ინარჩუნებდეს მოცემულ ფორმას.

ყველა ეს თვისება აქვს ისეთ ცომს, რომელიც მზადდება მაღალხარისხოვანი ხორბლის ფქვილისაგან, რომლის ცილოვანი ნივთიერებები ცომის მოზელვის დროს ქმნის შეკრულ, ადვილად გამოსარცხ წებოგვარას.

წებოგვარას ჰიდრატაციული უნარიანობა იმდენად დიდია, რომ მას შეუძლია შთანთქოს მისი მშრალი ნივთიერებების წონის 20%-მდე მეტი წყალი.

იმ ხორბლის თვისებები, რომელსაც მაკარონის დასამზადებლად იყენებენ, ძირითადად დამოკიდებულია ცილოვანი ნივთიერების რაოდენობასა და მათ მიერ მდგრადი, ბლანტი, დრეკადი და ელასტიკური წებოგვარას შექმნის უნარიანობაზე.

მაღალხარისხოვანი მაკარონის ნაწარმის დასამზადებლად გამოყენებული უნდა იქნას მაგარი ჯიშის ხორბალი, რომლის მარცვალი ქარვისებრ-მინისებრი სტრუქტურის, რბილი ჯიშის ხორბლისაგან დამზადებული მაკარონის ნაწარმს დაბალი ხარისხი აქვს.

მაკარონის ფქვილის ხარისხი დამოკიდებულია აგრეთვე ხორბლის ენდოსპერმის სტრუქტურაზე, რომელიც ხშირად სხვადასხვაა. ფქვილოვანი ანატეხის მარცვალს აქვს თეთრი, ფხვიერი ფერი, ხოლო მინისებრი ანატეხისას ნახევრად გამჭვირვალეს მუქი ყვითელი ელფერი.

მინისებრ ენდოსპერმაში სახამებლისა და ცილების მარცვლები უჯრედის კედლებთან ქმნის მთლიან, მკვრივ რძისებრ მასას, რომელიც იფქვება. ცილოვანი ნივთიერების რაოდენობა, ხარისხი და ენდოსპერმის სტრუქტურა დამოკიდებულია ბევრ ფაქტორზე: იმ რაიონზე, საიდანაცაა მიღებული ხორბალი (კლიმატურ თუ ნიადაგურ პირობებზე), დათესვის

დროზე (გაზაფხულის თუ საშემოდგომო), ბოტანიკურ სახეზე და აგრეთვე თესლის სელექციურ ხარისხზე.

რბილი ჯიშის ხორბლის სახეობიდან მაკარონის ნაწარმის დასამზადებლად იყენებენ მხოლოდ ულტრამინისებრ და მინისებრ ხარისხის ხორბალს. ხორბალი ხარისხის მაჩვენებლების მიხედვით იყოფა ტიპებად, ქვეტიპებად და კლასებად. დაყოფა ხდება შემდეგი ნიშან-თვისებების მიხედვით: შეხედულებით (რბილი და მაგარი ჯიშის), დათესვის სეზონის ხარისხით (გაზაფხულის ან შემოდგომის), ფერით (წითელმარცვლიანი ან თეთრმარცვლიანი). ხორბალი ჩვეულებრივად იყოფა ხუთ ტიპად, რომელიც თავის მხრივ, მარცვლის ფერისა და მინისებრის ენდოსპერმის მიხედვით იყოფა ქვეტიპებად. თითოეული ქვეტიპი თავის მხრივ იყოფა კლასებად.

საუკეთესო ხარისხის მაკარონის თვისებებით ხასიათდება ხორბალი II ტიპის, მაგარი, საშემოდგომო. ის იყოფა ორ ქვეტიპად: 1) გაზაფხულის მუქი ქარვისფერი და 2) გაზაფხულის ღია ქარვისფერი. 2 ტიპის ხორბლისაგან მიღებული ფქვილი იძლევა სასიამოვნო ყვითელ ქარვისფერ მაკარონის ნაწარმს.

ხორბალი იყოფა კლასებად ნატურა სხვა მარცვლეულის შემცველობისა და ტენიანობის მიხედვით. აღნიშნული მაჩვენებლის განსაზღვრის მეთოდები მოცემულია შესაბამის სახელმძღვანელოებში.

რადგან მაკარონის ნაწარმზე მარცვლის დეფექტით გამოწვეული ნაკლოვანებები განსაკუთრებულად გამოიხატება, ვიდრე პურის ნაწარმზე, ამიტომ მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნას 1 კლასის მარცვალი, რომლის მაჩვენებლებია: ნატურა (მოცულობითი მასა) არა უმცირეს 785მლ, გარეშე მინარევები – 1%, მარცვლოვანი ნარევი საშემოდგომო მარცვლისათვის 3%, საგაზაფხულოსათვის 2%, ტენიანობა 15,5%, 1,75x20მმ ზომის საცერში გატარდება 5%.

მარცვლის მიზნობრივი გამოყენება განისაზღვრება ბიოლოგიური, ფიზიკო-ქიმიური, ტექნოლოგიური და სამომხმარებლო ნიშნების ერთობლივი განხილვით. ამ რთული კომპლექსიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მის ტექნოლოგიურ თვისებებს, რომელიც გულისხმობს მარცვლის ხარისხის კონკრეტულ მაჩვენებლებს, რაც თავის მხრივ

მჭიდრო კავშირშია ფქვილის ხარისხთან.

ძლიერი ჯიშის ხორბლიდან მიღებული უმაღლესი ხარისხის ფქვილს აქვს ღია კრემისფერი, ყვითელი შეფერილობა. ბოლოს იგივე ხორბლიდან 1 ხარისხის ფქვილს ღია კრემისფერი. რბილი ჯიშის ხორბლისაგან მიღებული უმაღლესი ხარისხის ფქვილს თეთრი-მოყვითალო შეფერილობა, ხოლო 1 ხარისხის – თეთრი კრემისფერი შეფერილობა.

სუნი და გემო ახასიათებს ფქვილის სიახლეს. მას არ უნდა ჰქონდეს არასასიამოვნო – მომწარო გემო.

დაფქვის სიმსხო განაპირობებს მზა ნაწარმის ხარისხს. ძლიერი ჯიშის ხორბლისაგან მიღებული ბურღულისებრი ფქვილის მოზელა მიმდინარეობს უფრო ხანგრძლივად, ვიდრე წვრილად დაფქვილის, რომელსაც წყლის შთანთქმის უნარი აქვს მაღალი. ბურღულისებრი ფქვილის დაწნეხვის სიჩქარე უფრო დიდია, ვიდრე ფხვნილისებრისათვის.

ფქვილის თვისებები განისაზღვრება წებოგვარას შემცველობითა და თვისებებით, მღებავი კაროტინოიდული პიგმენტური შემცველობისა და დაფქვის სიმსხოთი.

წებოგვარას შემცველობა და თვისებები განსაზღვრავენ გამოწნეხილი ნედლი ნაწარმის ფიზიკურთვისებებს-დრეკადობას, პლასტიკურობასა და სიმტკიცეს. გავლენას ახდენს მზა ნაწარმის ხარისხზე და განსაზღვრავს კვებით ღირებულებას.

მარცვლის ქიმიური შედგენილობა დამოკიდებულია მარცვლის სახეზე, სეზონურობაზე, აგრო-კლიმატურ პირობებზე. მარცვლის ტექნოლოგიური მაჩვენებლებია: მოცულობითი მასა (ნატურა), 1000 მარცვლის მასა, სიმსხო და ფერი, სუნი და გემო, მარცვლის სისუფთავე. ტექნოლოგიური შეფასებისათვის განსაზღვრული მნიშვნელობა აქვს ტენიანობას და ნაცრიანობას.

მაკარონის ნაწარმს უნდა ჰქონდეს სასიამოვნო ფერი, ანატეხი მინისებრი, მაღალი სიმტკიცე და არ უნდა იყოს დეფორმირებული. მზა ნაწარმის ყველა ეს თვისება მჭიდრო კავშირშია მარცვლის ენდოსპერმის სტრუქტურასა და მასში შემავალ ცილების რაოდენობასა და თვისებებთან.

მაკარონის წარმოებისათვის გამოიყენება მარცვალი წებოგვარას მა-

ღალი შემცველობით და კარგი სტრუქტურულ-მექანიკური ხარისხით, რომელსაც განსაზღვრავს მინისებრი ანატეხი.

მინისებრი ანატეხის მაჩვენებელი გამოისახება პროცენტებში (მინისებური მარცვლის რაოდენობა საერთო რაოდენობასთან შედარებით) და იცვლება 10-დან 100%-მდე. ამ უკანასკნელის მიხედვით მარცვალი იყოფა სამ კატეგორიად: 1) მინისებრი ანატეხით 95% და მეტი, 2) 85-95%, 3) 85%-ზე ნაკლები.

ძირითადად გამოიყენება 1 კატეგორიის მარცვალი, ენდოსპერმის სტრუქტურაზე გავლენას ახდენს როგორც ცილები, ასევე სახამებელი, მათი კოლოიდური და ოპტიკური თვისებები.

მაკარონის ფქვილის დასაფქვავად რბილი ჯიშის მარცვლიდან გამოიყენება მხოლოდ ულტრა, მინისებრი მარცვალი, ხოლო ხორბალი სახამებლისებრი მარცვლით არ გამოიყენება.

ცილების მაღალი შემცველობა მარცვალში არის აუცილებელი, რათა ფქვილში და ნაწარმში ცილების შემცველობა იყოს არა უმცირეს 11-12%. კუ ბალინჯოს მიერ დაზიანებულ მარცვლიდან მიღებული ფქვილი მაკარონის წარმოებაში არ გამოიყენება. მაკარონის წარმოებისათვის უნდა იყოს გამოყენებული ღია-ქარვისფერი მარცვალი. მის ფერს განაპირობებს პიგმენტები-კაროტინოიდები. მარცვლის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები განისაზღვრებიან საერთო მიღებული მეთოდებით, რომლებიც რეგლამენტირებულია ГОСТ 9353-67-ით.

მაკარონის წარმოებაში გამოყენებული ფქვილი მკვეთრად განსხვავდება პურის ცხობისა და საკონდიტრო წარმოებაში გამოყენებული ფქვილისაგან. მას აქვს ბურღულისებრი სტრუქტურა, ცილების მაღალი შემცველობა და წებოგვარას კარგი ხარისხი. მიუხედავად ცილების დიდი შემცველობისა, წყლის შთანთქმის უნარი მცირეა, რაც აიხსნება მისი ბურღულისებრი სტრუქტურით.

როგორც აუცილებელი პირობა, მაკარონის ფქვილს გადამუშავების დროს არ უნდა ჰქონდეს გამუქების უნარი. მსოფლიოს პრაქტიკაში მაკარონის ფქვილი იყოფა ორ ჯგუფად: 1) მიღებული ძლიერი ჯიშის ხორბლისაგან სემოლინა და 2) მიღებული რბილი ჯიშის მაღალი მინისებრი ანატეხის მქონე ხორბლისაგან.

მაკარონის ფქვილის მიღების სქემა საკმაოდ რთულია. ის შეიცავს მარცვლის მომზადების მრავალ ეტაპობრივ მომზადებას. ძლიერი ჯიშის ხორბლის დაფქვის სქემა შეიცავს ექვს დამღერლ სისტემას, 6-8 გამხეხ და 3-4 დამქუცმაცებელ სისტემას.

მარცვლისაგან განსხვავებით ფქვილი განისაზღვრება ცილოვანი ნივთიერებისა და ნახშირწყლების მაღალი შემცველობით.

ფქვილის ფერი, სუნი, გემო და მინერალური ნივთიერების შემცველობა განისაზღვრება ორგანოლექტიკურად, ხოლო ისეთი ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები და თვისებები როგორცაა, მავნე და მეტალური მიწარეების შემცველობა და ამბარული მავნებლებით დაზიანება განისაზღვრება GOCT 12307-66 და GOCT 12306-66-ის მიხედვით.

სემონილაში ცილების შემცველობა 11,5-13% უზრუნველყოფს ნორმალურ საწარმოო პროცესს და ნაწარმის კარგ ხარისხს, ხოლო 9-11% ცილების შემცველობის ფქვილიდან მიიღება მსხვრევადი ნაწარმი. ბურღულში ნედლი წებოგვარას მინიმალური შემცველობაა 30-32%, ხოლო ნახევრადბურღულში 28-30%. მაკარონის დაკიდებული შრობისათვის ფქვილში წებოგვარას შემცველობა უნდა იყოს 30-35%. მჟავიანობა განაპირობებს ფქვილის გემოსა და სუნს და განსაზღვრავს შენახვის ხანგრძლივობას. შენახვისას მჟავიანობა იზრდება, მასში შემავალი ლიპიდების დაშლის გამო. მჟავიანობა არ უნდა აღემატებოდეს 3-3.5^oH

კაროტინოიდები მზა ნაწარმს აძლევენ კარგ შეფერილობას. ფქვილი შეიცავს ფერმენტ ლიპოქსიგენაზას, რომელიც შლის კაროტინოიდებს წყლისა და ჟანგბადის თანაობისას. დადგენილია, რომ მიუხედავად ლიპოქსიგენაზას დიდი შემცველობისა, მაკარონის წარმოებისას არ შეიმჩნევა პიგმენტების დაშლა, მოზელვისა და შრობის დროს კაროტინოიდები უერთდებიან ცილებს და წარმოქმნიან მუქი შეფერილობის მქონე კაროტინოიდულ პიგმენტებს, რომლებსაც არ შლის ლიპოქსიგენაზა.

მაკარონის წარმოებაში გამოყენებული ფქვილის ქიმიური შემცველობა მოცემულია ცხრილში №1.

ფქვილის ხარისხი	ნაცრიან.	უჯრედისა	აზოტური ნივთიერება	სახამებელი	ცხიმი	წებოგვარა
უმაღლესი		0,08-0,14	14,5	77,1-75,1	1,0-1,22	34,9-35,1
პირველი		0,21	16,95	74,3	1,4	37,3

წყალი

წყალი არის მაკრონის შემადგენელი ნაწილი და განაპირობებს მის ბიოქიმიურ-კოლოიდურ თვისებებს. ტექნოლოგიური დანიშნულები-სათვის გამოიყენება სასმელი წყალი, რომელიც უნდა აკმაყოფილებდეს ГОСТ 2874-73-ით წაყენებულ მოთხოვნებს. მაკრონის წარმოებისათვის გამოიყენება ზომიერად ხისტი წყალი.

წყლის სიხისტეს განაპირობებს კალციუმისა და მაგნიუმის მარილების შემცველობა. განისაზღვრება 1ლ წყალში Ca და Mg იონების მგ.ექვ-ის შემცველობით, 1მგ-ექვ. შეესაბამება 20,04 მგ Ca და ან 12,16 მგ. Mg შემცველობას.

წყლის სიხისტის ხარისხი ხასიათდება შემდეგი მაჩვენებლებით, მგ-ექვ.ძალიან სუსტი - 1,5 მდე ზომიერად ხისტი 3,0-6,0 სუსტი -1,5 – 3,0 ხისტი - 6,0 –9,0 ძალიან ძლიერი - 9,0-ზე მეტი.

გამამდიდრებელი დანამატები

გარდა ძირითადი ნედლეულისა მაკრონის წარმოებაში გამოიყენება სხვადასხვა გამამდიდრებლები, რომლებიც იყოფიან შემდეგ ჯგუფებად:

- ა) მაკრონის წარმოების ცილოვანი გამამდიდრებლები;
- ბ) გემოვნებითი და არომატული გამაუმჯობესებლები;
- გ) გამაუმჯობესებლები (ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები);
- დ) ვიტამინები.

ცილოვანი გამამდიდრებლები არიან ძირითადი დანამატები მათ

მიეკუთვნება ცოცხალი კვერცხი და კვერცხის პროდუქტები, მელანჟე, კვერცხის ფხვნილი, მშრალი კვერცხის გული, მშრალი ცილა, ხორბლის ფქვილის წებოგვარა, კაზეინი, მოუხდელი და მშრალი რძე, რძის შრატი, ცილოვანი იზოლატები და ა.შ.

კვერცხი უნდა აკმაყოფილებდეს GOCT 8016-63 წაყენებულ მოთხოვნებს, ხოლო კვერცხის პროდუქტები უნდა აკმაყოფილებდეს GOCT 4939-67 და GOCT 28-58-69 მოთხოვნებს

ცილოვანი იზოლატორი უნდა აკმაყოფილებდეს GOCT 18-2-374 მოთხოვნებს.

რძის პროდუქტები უნდა შეესაბამებოდეს GOCT 4495-75 და GOCT 10970-74, GOCT 248-56, GOCT 49173-73 მოთხოვნებს.

კვერცხის ცილის შემცველად გამოიყენება ცილის იზოლატი, რომელიც მიიღება სოიას, მზესუმზირას და სხვა ცხიმოვანი კულტურის შრობისაგან. მაკარონის ცომში ცილის შეტანით მზა ნაწარმში ცილის შემცველობა გაიზარდება 20-25%-ით. ხშირად ცილოვანი გამადიდებლის შეტანა იწვევს მზა ნაწარმის ფერის გაუარესებას, ამიტომ მათი შეტანა მკაცრად შეზღუდულია. ხორბლის სახამებლის წარმოების ნარჩენად ითვლება წებოგვარა, რომელიც გამოიყენება მაკარონის ცომის გასაუმჯობესებლად. შეიძლება გამოყენებული იქნას, როგორც მშრალ, ასევე ნედლ მდგომარეობაში, ამასთან ნედლ მდგომარეობაში მისი გამოყენებით ხარისხის გაუმჯობესება არის უფრო შესამჩნევი.

კვერცხის ცილის კარგი შემცველი არის ცხოველური წარმოების კაზეინი, რომელსაც დიდი რაოდენობით შეიცავს მშრალი ცხიმგაცილილი რძე. მისი დამატებით მზა ნაწარმში ცილოვანი ნივთიერებათა შემცველობა შეიძლება გაიზარდოს 30-40%-მდე.

ყოველ 1კგ ცომზე მშრალი რძე ემატება 25გ რაოდენობით. ნატურალურ რძეზე დამზადებული მაკარონის ნაწარმი ხასიათდებიან ნაკლები სიმტკიცით და მცირე შენახვის ხანგრძლივობით. რძეში შემავალი ცხიმი ასუსტებს ცომს, ხოლო მზა ნაწარმის დიდი ხნით შენახვისას იწვევს მის გამწარებას. რძიანი მაკარონის ნაწარმის შენახვის ხანგრძლივობა არ აღემატება 3 თვეს.

ჩატარებული არის გამოკვლევები მაკარონის ნაწარმის ხაჭოთი

ხორცის ექსტრაქციით, ხორცისა და რძის ფქვილით გამდიდრების მიზნით. მათი დამატებით ხდება მზა ნაწარმის ხარისხის და გემოვნებითი თვისებების გაუმჯობესება, მაგრამ მომხმარებელთა შორის ვერ ჰპოვა გამოყენება.

გემოვნებითი დანამატები – ძირითადად გამოიყენება ბოსტნეულის დანამატები. მაგ, ტომატის პროდუქტები, რომლებიც უნდა შეესაბამებოდეს ГОСТ 3348-71.

სხვადასხვა დანამატებად გამოიყენება სხვადასხვა ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები, ვიტამინიზაციის მიზნით გამოიყენება B ჯგუფის ვიტამინები: B₁ B₂ და PP.

ნედლეულის შენახვა

მაკარონის ნაწარმის დასამზადებლად ფქვილს ინახავენ სილოსებში. ახლადდაფქვილი ფქვილის გამოყენება არ შეიძლება, ამიტომ მას რამდენიმე ხნით აჩერებენ. ფქვილის შენახვის დროს ხდება მისი «მომწიფება», რომლის დროსაც მასში ხდება მთელი რიგი რთული პროცესები, ფქვილი ხდება უფრო ღია ფერის, კაროტინოიდული და ქსანტოფილური პიგმენტების ჰაერის მოქმედებით დაჟანგვის გამო. მატულობს ტიტრული და აქტიური მჟავიანობა, უმჯობესდება წებოგვარას და ცომის ფიზიკური თვისებები. ფქვილის დამწიფების პროცესი განხილულია პურის ცხობის წარმოების ტექნოლოგიაში.

ფქვილის წინასწარი მომზადება ითვალისწინებს:

1. მის წინასწარ გათბობას ცომის მოსამზადებლად საჭირო ტემპერატურამდე.
2. გაცრას შემთხვევით მოხვედრილი მინარევების და კომტების მოსაშორებლად.
3. მაგნიტურ გაწმენდას
4. სხვადასხვა პარტიის ფქვილის ერთმანეთთან შერევას რეცეპტურის მიხედვით.

მაკარონის ცომის ოპტიმალური ტემპერატურის მისაღებად მოზელის

დროს ფქვილის ტემპერატურა ახლოს უნდა იყოს ოთახის ტემპერატურასთან, ამისათვის სახარჯო ფქვილის საწყობები თბება და ზა-მთრის პერიოდში ფქვილს ამუშავებენ თბილ მდგომარეობაში. ასეთ საწყობებში გადამუშავების წინ ფქვილი ინახება 10-14 დღის განმავლობაში.

ფქვილის ერთმანეთთან შერევის დროს კომპონენტების შეფარდებას განსაზღვრავს ლაბორატორია ფქვილის ანალიზის საფუძველზე. ნარევი იანგარიშება ფორმულით.

$$X_{\text{ფ}} = \frac{A - B}{B - C}$$

თუ A და C არის ორი პარტიის ფქვილის ძალა, საჭიროა მიღებულ იქნას B ძალის ნარევი (მაგ: $A > B > C$), მაშინ 1კგ პირველი პარტიის ფქვილი საჭიროებს შეერიოს მეორე პარტიის ფქვილის $X_{\text{ფ}}$ რაოდენობას.

შერევის დანიშნულებაა გააუჯობესოს ერთი ფქვილის რომელიმე მაჩვენებელი მეორის ხარჯზე. აკრძალულია სხვადასხვა ხარისხის ფქვილების შერევა.

ხაზზე გაშვების წინ ფქვილი იცრება და გადის მაგნიტურ გამწმენდში. წყალი უნდა გათბეს ლაბორატორიის მიერ დადგენილ ტემპერატურამდე. გამამდიდრებელი დანამატები იყოფა ორ ჯგუფად: მშრალი, წყალში ცუდად ხსნადი და თხევადი ან პასტისებური. მშრალი დანამატები ერევა ფქვილს, ხოლო თხევადი და პასტისმაგვარი იხსნება წყლის მთლიან რაოდენობაში.

კვერცხი ირეცხება MS-300 M ტიპის სარეცხ მანქანაში და შრება, რისთვისაც გამოყოფილია სპეციალური ოთახი.

მელანჟი აუცილებელია გალღვეს, რისთვისაც გამოიყენება მეტალური აბაზანა მარკით KΦE-11

ცხიმგაცლილი ხაჭო – ქუცმაცდება დამქუცმაცებელ ვალციან მანქანებში.

ტომატის პასტის ქილები გახსნამდე ირეცხება.

ვიტამინები – შეფუთული ვიტამინების გახსნა უნდა მოხდეს ვიტამინების ნარევის დადგენის შემდეგ.

ზ.ა.ნ. – წინასწარ მზადდება წყლის სუსპენზიის სახით 65-70°C ტემპერატურის პირობებში. ყველა სახის ხსნარები შეიძლება მომზადდეს

ხაზზე გაშვების წინ უნივერსალურ დანადგარზე. მარკის BB – ЛОА რომ-ლითაც შეიძლება განხორციელდეს უწყვეტი დოზირება.

მაკარონის ცომის მომზადება.

თავისი შემადგენლობითა და დამუშავების ხერხით მაკარონის ცომი ყველაზე მარტივია (პურისა და საკონდიტრო ცომთან შედარებით). იგი მზადდება ფქვილისა და წყლის შერევით და არ სჭირდება გამაფუე-ბელი ნივთიერებები. გამამდიდრებელი, რომლებსაც ემატება მაკარონის ცომს, არ ცვლის ცომის ძირითად თვისებებს, წინააღმდეგ საკონდიტრო ცომისა, რომელშიც ცხიმისა და შაქრის დიდი რაოდენობით დამატების გამო ცომის თვისებები მკვეთრად იცვლება.

მაკარონის ცომი უნდა მოიზილოს მაგარი. ცომის მოზელის დროს მას ემატება წყლის მინიმალური რაოდენობა. ნახევარი იმ რაოდენობისა, რომლის შთანთქმა შეუძლია ფქვილს. ცომის ტენიანება 27-32%-ს შეად-გენს და ცომის მოზელის დასაწყისში მას აქვს მსხვილი კომპოზიანი და ზოგჯერ ნამცეცოვანი სტრუქტურა. ასეთი მაგარი ცომის მთლიან ლენ-ტად შემჭიდროვებისა და შეკავშირებისათვის საჭიროა მოზელის შემდეგ გლინვა.

ცომის მოზელა არის შემადგენელი კომპონენტების წყალთან შერე-ვის რთული პროცესი, რომლის დროსაც მექანიკურ მოვლენებს თან ახ-ლავს ფქვილში შემცველი ცილებისა და სახამებლის ღრმა ფიზიკო-ქიმი-ური გარდაქმნები. ტერმინი «მოზელა» არის პირობითი. მაკარონის წნე-ხის ცომსაზელში არ მიიღება მზა ცომი. აქ ხდება მხოლოდ შემადგენელი ინგრედიენტების შერევა ფხვიერი მასის მისაღებად. ფქვილისა და წყლის პირველი შეხებისთანავე იწყება ფქვილის კოლოიდების მიერ წყლის შე-კავშირება და მისი გაჯირჯვება.

შერევა ხდება უწყვეტად 25-30 წთ-ის განმავლობაში, რომლის დრო-საც კომპონენტები თანაბრად ნაწილდება ცომში, რაც უზრუნველყოფს მის ოპტიმალურ ფიზიკურ თვისებებს.

როგორც გამოკვლევებმა გვჩვენეს, ცომში მცირე ჰაერის ბუმბულაკე-

ბიც აუარესებენ მზა ნაწარმის თვისებებს. შრობის დროს ნაწარმი იკლებს, რის გამოც ბუმტულაკებიც იკლებენ მოცულობაში და სწრაფად იზრდება წნევა, რაც იწვევს ნაწარმის სტრუქტურის დარღვევას, ამიტომ უკანასკნელ პერიოდში ფართო გამოყენება ჰპოვა მოზელის დროს ვაკუუმის გამოყენებამ.

საზღვარგარეთის ფირმების წნეხები შედგებიან რამოდენიმე განყოფილებისაგან, ამასთან ვაკუუმირების პროცესი ხდება მოზელის დროს, ხოლო ფირმების «Гован», Босано» წნეხებზე P-600 და P-1800 ხდება ვაკუუმირება ყველა ჩანში.

შნეკური წნეხების შემრევ განყოფილებაში მიიღება ფხვიერი მასა. ასეთი ცომი არის უვარგისი დაწნეხვისათვის. ამიტომ ასეთი წნეხები პირობითად მიეკუთვნებიან ცომსაზელებს, რადგან აქ არ ხდება ცომის მოზელა, არამედ ხდება ფქვილის თანაბარი დასველება.

შნეკური კამერის არხში შნეკური ფრთების მოქმედებით ფხვიერი მასა მჭიდროვდება და განიცდის პლასტიფიცირებას, რის შედეგადაც მიიღება ცომის დაფორმებისათვის აუცილებელი სტრუქტურა და თვისებები.

ცომის მოზელისათვის საჭიროა მასას მიენიჭოს ენერგიის გარკვეული რაოდენობა. ენერგიის მიწოდება ხდება სხვადასხვა ხერხით ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მცირე იმპულსირებით და პირიქით, დიდი დოზით დროის მცირე მონაკვეთში. საზელი ორგანოს ფრთების ბრუნთა რიცხვის ზრდასთან ერთად იზრდება ცომის დრეკადობა. ეს გამოწვეულია იმით, რომ მოზელის შემდეგ მაკარონის ცომი წარმოადგენს სამფაზოვან დისპერსიულ სისტემას. მყარი დისპერსიული ფაზის როლს ასრულებდა დასველებული ფქვილის ბურღულის ნარჩენები და სახამებლის მარცვლები, დისპერსიული არე არის პლასტიფიცირებული წებოვარა, აიროვანი ფაზა – ჰაერის ბუმტულები.

ცომის რეოლოგიური თვისებები ხასიათდება შემდეგი მაჩვენებლებით: დაჭიმულობის ზღვარი, რომელიც გამოხატავს ცომის დრეკადობის თვისებებს, ხოლო მისი პლასტიკური თვისებები განისაზღვრება სიმტკიცის ზღვარით. სიმტკიცე σ_n და შეფარდებითი ნარჩენი დაგრძელება δ (პლასტიკურობა) $\sigma_n = \frac{P_n}{F_0} \text{ ნ/მ}^2$, სადაც P_n პლასტიკური დეფორმაციის

მაქსიმალური დატვიფრაა ნ. F_0 ცომის განივი კვეთის საწყისი ფართი, მ²

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

სადაც e_1 -მაკარონის ლენტის სიგრძეა გაწყვეტის მომენტში, მ.

l_0 -ნიმუშის საწყისი სიგრძე, მ.

მაკარონის ნაწარმის ხარისხის გაუმჯობესების ერთ-ერთ მეთოდად ითვლება ცომის მოზელის ტექნოლოგიის სრულყოფა. ძლიერი მექანიკური ზემოქმედების შედეგად იზრდება ფქვილის ჰიდრატაციული უნარი და ნედლი წებოგვარას რაოდენობა, აგრეთვე მატულობს მარედუცირებელი შაქრების და წყალში ხსნადი აზოტის რაოდენობა. ე.ი. ხდება ცომის მომწიფების პროცესის დაჩქარება. ცომსაზელი ფრთების ბრუნთარიცხვის გაზრდითა და ზელის ხანგრძლივობის ზრდის შედეგად მატულობს ტენის ადსორბცია, რაც იწვევს მზა ნაწარმის ხარისხის გაუმჯობესებას. ძლიერი მექანიკური დამუშავება იწვევს ცომის დრეკად-ბლანტი თვისებების გაუარესებას ცილების სტრუქტურის ნაწილობრივი დარღვევის შედეგად.

ძლიერი ჯიშის ხორბლისაგან მიღებული ბურღული, ნახევრადბურღული ხასიათდება მაღალი მალტოზური რიცხვით, რომელიც უჩვენებს ამილაზური კომპლექსის აქტივობას და სახამებლის მდგომარეობას, ის დაკავშირებულია დაფქვის შედეგად ცილების ფუძეზე დამაგრებულ სახამებლის მარცვლების დაზიანებასთან. დადგენილია, რომ დაზიანებული სახამებლის მარცვლების რაოდენობის გაზრდით შეიძლება მივიღოთ კარგი ხარისხის მზა ნაწარმი ცომსაზელის ბრუნვათა რიცხვის გაზრდით 170ბრ/წთ და ზელის ხანგრძლივობის შემცირებით.

ნებისმიერი ტენიანობის ცომის სიმტკიცე ზელის ხანგრძლივობის გაზრდით მატულობს მაქსიმალური მნიშვნელობის მიღწევამდე, შემდეგ იწყებს შემცირებას, ნედლი ნაწარმის პლასტიკურობა იზრდება. ცომის ტენიანობის შემცირებით მისი სიმტკიცე იზრდება, ხოლო რაც ნაკლებია ტენიანობა, მით ნაკლებია პლასტიკურობა და პირიქით.

მაკარონის ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების მახასიათებლები მთლიანად შეესაბამება ჰეტეროგენული სისტემის ფიზიკო-ქიმიურ მექანიკას, რომლის თანახმადაც სისტემის სიმტკიცე დამოკიდებული

ლია მყარი ფაზის ნაწილაკის დისპერსიულობის ხარისხზე, მათ კონცენტრაციაზე მათ ურთიერთქმედებასა და დისპერსიულ არესთან ზემოქმედების ხასიათზე, აგრეთვე მათი შერევის ინტენსიურობაზე.

დისპერსიულ არეში მყარი კონცენტრაცია, რომელიც განპირობებულია ფქვილის სხვადასხვა ფრაქციებით, გავლენას ახდენს ცომის და დეფორმირებული ნაწარმის სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებზე.

მაკარონის ცომის სტრუქტურა მკვეთრად განსხვავდება პურის ცომის სტრუქტურისაგან. პურის ცომში მკვეთრად შეიმჩნევა წებოგვარას ძაფების და აპკებისაგან შექმნილი ბადე, რომელშიც მოთავსებულია სახამებლის მარცვლები, მაკარონის ცომში ასეთი ბადე არ შეიმჩნევა. წებოგვარას ცილები მცირედ განვითარებულია და არასაკმარისად გავრცელებული მთელ მასაში. ამიტომ ერთგვაროვანი მაკარონის ცომის მიღება არ არის მარტივი ამოცანა.

ფქვილის წებოგვარას და დაფქვის ხარისხის გავლენა ცომის თვისებებზე

ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებები დამოკიდებულია წებოგვარას ფიზიკურ თვისებებზე- ფქვილის ცილოვან კომპლექსზე. ცომის მომზადებისას მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება მექანიკური ზემოქმედების შედეგად წებოგვარას ფორმის ცვლილებას. წებოგვარას სტრუქტურა და აღნაგობა გაანალიზებულია ხორბლის ფქვილის პურისცხობის თვისებების განხილვისას.

წებოგვარა ასრულებს სტრუქტურული ჩონჩხის როლს, რომელიც ცომს ანიჭებს ელასტიურობას, დრეკადობას, სიბლანტეს და პლასტიკურობას, ცილების შემცველობითა და მდგომარეობით განისაზღვრება ჩონჩხების თვისებები და ცომის ფიზიკო-მექანიკური მახასიათებლები.

დადგენილია, რომ მაღალი ხარისხის ნაწარმი მიიღება ფქვილისაგან ნედლი წებოგვარას შემცველობით არა უმცირეს 24-25%. წებოგვარას თვისებების ცვლილება დამოკიდებულია ცილებში დისულფიდ-სულჰიდრინული ჯგუფების ცვლილებებზე: - SH ჯგუფების რაოდენობის

გაზრდა იწვევს პლასტიკურობის ზრდას, ხოლო -S-S- კავშირების გაზრდა ცომის სტრუქტურის გამტკიცებას.

ცდებით დადგენილია, ცომის სხვადასხვა ინტენსივობით მოზელის დროს ხდება -SH ჯგუფებისა და -S-S- კავშირების თანა ფარდობის(-S-S- / -SH) ზრდა, რაც მტკიცდება წებოგვარას და ცომის გამაგრებით. ცომსა-ზელი ორგანოს ბრუნვათა რიცხვის ზრდასთან ერთად მცირდება -SH ჯგუფები, რაც გამოწვეულია სულფიდრინული ჯგუფების ფერმენტაციული და ქიმიური დაჟანგვით.

მოზელის დროს ცომზე მოქმედებს ორი ფაქტორი: 1. ჰაერის ჟანგბადის ჟანგვა-აღდგენითი მოქმედება, 2. მექანიკური მოქმედება . პირველი იწვევს -SH ჯგუფის შემცირებას და -S-S- კავშირების გაზრდას, მეორე კი დამჟანგველ-აღდგენითი რეაქციის გაადვილებას.

წებოგვარას ცილებს ახასიათებს პირველადი, მეორადი და მესამეული სტრუქტურა. პირველადი სტრუქტურა ანუ წებოგვარას ამინომჟავური შემადგენლობა განსაზღვრავს ცილების კვებით ღირებულებას, მაგრამ არ მოქმედებს მის ფიზიკო-ქიმიურ თვისებებზე. მეორადი და მესამეული სტრუქტურა განსაზღვრავს მის რეოლოგიურ თვისებებს.

მოზელის პირველ სტადიაზე ხდება დისულდფიდ - კავშირების ზრდა, რაც იწვევს წებოგვარას სიმტკიცის მომატებას. ხოლო მოზელის შემდგომი გაგრძელება იწვევს ცილის მოლეკულაში პირველ რიგში წყალბადკავშირების, შემდეგ კი სხვა კავშირებისაც, მექანიკურ რღვევას და წებოგვარას ცილების მექანიკურ დენატურაციას. რაც იწვევს წებოგვარას და ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების ცვლილებებს. წებოგვარას ცილების თვისებებზე გავლენას ახდენს pH, ტემპერატურა , წნევა და სხვა.

ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად დადგენილია, რომ მაკრონის ცომში სახამებლის გაზრდა და ამის ხარჯზე წებოგვარას შემცირება იწვევს ცომის სიმტკიცის გაზრდას, პლასტიკურობის შემცირებას. ეს კიდევ ამტკიცებს ჰეტეროგენული სისტემის ფიზიკო-ქიმიური მექანიკის თანამედროვე საფუძვლებს. ჩვენს შემთხვევაში მყარი ფაზა წარმოდგენილია ენდოსპერმის გრანულებით, რომელიც ცომში ინარჩუნებს საკუთარ თვისებებს, ცომის სახამებლის მარცვლებით ცომის თხევადი ფაზა კი

წარმოადგენს წებოგვარას ზოლს. ასეთ სისტემაში კოაგულაციური პროცესი მიმდინარეობს შემდეგნაირად: დისპერსიული ფაზა წარმოქმნის სივრცულ ბადეს, რომელიც მოიცავს მთლიან დისპერსიულ სისტემას და წარმოქმნის მის მაგარ კარკასს. ეს მყარი ნაწილაკები შეკავშირებული არიან ერთმანეთთან დისპერსიული არით და წარმოქმნიან ერთიან მასას. მაკრონის ცომში წებოგვარული აფსკი გარშემორტყმულია სახამებლის მარცვლებით, კრავენ ერთიან სისტემას.

წებოგვარას გაჭიმვის უნარი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნედლი ნაწარმის სიმტკიცეზე, მაგრამ პრაქტიკულად არ მოქმედებს გამშრალი პროდუქციის სიმტკიცეზე.

სუსტი წებოგვარას შემცველობის ფქვილის გამოყენების დროს დაფორმებისას ნედლ ნაწარმს უჩნდება ნახეთქები. შრობისა და შენახვისას უჩნდება ნატეხები. ძალიან სუსტი წებოგვარას შემცველობის ფქვილი იძლევა წებვად ნაწარმს, შრობის პროცესი გართულებულია და იწვევს ბევრ წუნს. ძლიერ ჭიმვადი წებოგვარა იძლევა ნაწარმს მაღალი პლასტიკურობით.

როგორც უკვე ავღნიშნეთ მაკრონის წარმოებისათვის გამოიყენება ბურღულისებური ფქვილი. დაფქვის სიმსხო გავლენას ახდენს მზა ნაწარმის ფერზე. რაც უფრო წვრილადაა დაფქვილი ფქვილი, მით უფრო იკარგება სიყვითლე და მით უფრო მეტად გამოიხატება რუხი-ყვავისფერი ფერი, მაგრამ ასეთი ფქვილისაგან მიღებულ ნაწარმს აქვს ნორმალური ყვითელი ფერი. თუ ცომი არ იქნება ძალიან მკვრივი, დაფქვის სიმსხოს შემცირებით უმნიშვნელოდ მცირდება ნედლი ნაწარმის სიმტკიცე გაწყვეტაზე. ეს გამოწვეულია იმით, რომ წვრილად დაფქვილი ფქვილი იძლევა უფრო მკვრივ ნაწარმს. სიმკვრივის გაზრდასთან ერთად მცირდება პიგმენტური ნახშირწყალბადების მოლეკულების მიერ სინათლის სხივების შთანთქმა. ამასთან ასეთ ფქვილს აქვს დიდი წყლის შთანთქმის უნარი, რაც იწვევს მკვრივი ცომის მიღებას და შესაბამისად მზა ნაწარმი მიიღება დაბალი მინისებრი ანატეხით და ცუდი ფერით.

დაფქვის სიმსხოს ნებისმიერი სიდიდის მიუხედავად მზა ნაწარმს უნდა ჰქონდეს გლუვი ზედაპირი, მინისებრი ანატეხი, მოხარშვის დროს უნდა ინარჩუნებდეს ფორმას, არ ეწებებოდეს და არ იშლებოდეს. ნედლი

ნაწარმის სიმტკიცის შემცირება შეიძლება კომპენსირებულ იქნას ტენიანობის შემცირებით და სხვა მეთოდებით, ნაწილაკების თანაბარი გაჯირჯვების მიზნით ნაწილაკებს უნდა ჰქონდეს ერთი და იგივე ზომა.

ცომის მომზადების დროს მიმდინარე პროცესები

მაკარონის ცომი წარმოადგენს მარტივს არა მარტო რეცეპტურით, არამედ მომზადების ხერხით. ის არ განიცდის არც აფუებას და არც ფერმენტაციას, მაკარონის ცომს გააჩნია მხოლოდ მასზე მინიჭებული ფიზიკო-მექანიკური თვისებები, რომელიც გამოწვეულია იმით, რომ არის ძალიან მშრალი და მაგარი. მისი ტენიანობა მოთავსებულია ზღვრებში 28-32,5%. ასეთი დაბლი ტენიანობა და ფქვილის მაღალი ჰიდროფილური თვისებები განაპირობებენ ცომის სპეციფიკურ თვისებებს. ცომში მშრალი ნივთიერებების გაზრდით იზრდება მისი წინააღმდეგობა მექანიკური დამუშავებისადმი და პირიქით, მაკარონის ცომში ფქვილის წყლის შთანთქმის უნარი განპირობებულია ხორბლის ფქვილის ცილისა და სახამებლის შემცველობით, რომლებსაც აქვს რთული აღნაგობა, გააჩნიათ სხვადასხვა, მაგრამ მკაცრად განსაზღვრული წყლის შთანთქმის უნარი. მსგავს კოლოიდებთან წყლის მოქმედება მიმდინარეობს ორ ფაზად. თავიდან ხდება ადსორბციული, ძალიან თხელი აფსკის წარმოქმნა ფქვილის ნაწილაკების ზედაპირზე. ამ დროს შთანთქმება წყლის მცირე რაოდენობა და გამოიყოფა სითბო. შემდეგ ფქვილის ნაწილაკების მიერ ხდება წყლის შეწოვა, რაც ხდება სახამებლისა და ცილის წყალში ხსნადი ფრაქციებით, ოსმოსური წნევის წარმოქმნით. ამ დროს ადგილი აქვს ოსმოსს, წყლის შეღწევას პროდუქტში. სახამებლის ფრაქცია ცომის წარმოქმნისას ნაკლებად იჯირჯვება. სახამებლის ოსმოსურად წყლის შთანთქმნა ხდება 50°C-ზე ზევით ტემპერატურისას, რაც არ შეიმჩნევა ცომის მომზადების ნორმალურ პირობებში. წებოგვარას გაჯირჯვების მაქსიმუმი მიიღწევა 20-30°C, შემდეგი ტემპერატურის გაზრდით გაჯირჯვება მცირდება. ფქვილის გაჯირჯვება დაბალი ტემპერატურის პირობებში განპირობებულია წებოგვარას გაჯირჯვებით. რბილი ხორბლის წებოგვარა იჯირ-

ჯვება სწრაფად და შთანთქავს მცირე წყალს, ხოლო ძლიერი ხორბლის წებოგვარა პირიქით – იჯირჯვება ნელა და შთანთქავს დიდი რაოდენობით წყალს. როგორც ავლინიშნეთ მაკარონის ცომის მომზადებისას არ მიმდინარეობს ფერმენტაციული პროცესები, მაგრამ ეს არ ნიშნავს, რომ მასში არ მიმდინარეობს ბიოქიმიური გარდაქმნები. ფქვილის და წყლის შერევისთანავე მიმდინარეობს ფერმენტაციული პროცესები, მხოლოდ ნაწილი ფერმენტები მეტად აქტიურად, ნაწილი – ნაკლებ აქტიურად მოქმედებენ. პროტეილიტური ფერმენტები ამჟღავნებენ ძალიან მცირე აქტივობას. ცილების ჰიდროლიტური დაშლის პროდუქტები არ შეიმჩნევა, მხოლოდ შრობის პროცესის გაგრძელებისას შეიმჩნევა ცილების პროტეოლიტური დაშლა და ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების გაუარესება.

მაკარონის ფქვილის ნახშირწყლოვან – ამილაზური კომპლექსი ხასიათდება სახამებლის დაბალი შემტევუნარიანობით, ამიტომ ამილოლიტური ფერმენტების მოქმედებით გამოწვეული პროცესები არ შეიმჩნევა.

ძალიან დიდ და არასასიამოვნო როლს თამაშობს დამჟანგველი ფერმენტები ოქსიდორედუქტაზები, კერძოდ ლიპოქსიგენაზა და პოლიფენოლოქსიდაზა, რომლებიც იწვევენ ფქვილის ფენოლური ნაერთების დაჟანგვას და მუქი შეფერილობის პროდუქტების მელანინების დაგროვებას, რაც აუარესებს მაკარონის ნაწარმის ფერს.

ცომის რეცეპტურა

ცომის მოზელა ხდება ლაბორატორიის მიერ შედგენილი რეცეპტურით. მაკარონის ნაწარმის ნარჩენები სასურველია დაემატოს წნეხში მოკლედ დაჭრილი ნაწარმის მომზადებისას – ტენიანობისაგან დამოკიდებულებით არჩევენ ცომის მოზელის სამ ტიპს: მაგარი – ტენიანობით 28-29%, საშუალო – 29,5 –31% და რბილი – 31,5-32,5% ტენიანობით. ყველაზე გავრცელებულია საშუალო მოზელა. ასორტიმენტის და წებოგვარას შემცველობის დამოკიდებულებიდან ცომის ტენიანობა % არის შემდეგი:

მაკარონის დაკიდებული შრობით	31,0 – 32,5%
-----------------------------	--------------

მაკრონი დიამეტრით 6მმ-ზე მეტი	29,0-31,0%
მაკრონი დიამეტრით 6მმ-ზე ნაკლები	29,0-31,5%
ვერმიშელი და ლაფშა	29,0-31,0%
ფიგურული ნაწარმი	29,0-31,3%

საჭირო წყლის რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით:

$$B = \frac{M(W_{\text{ფ}} - W_{\text{ფ}})}{100 - W_{\text{ფ}}}$$

სადაც, M და B-ფქვილის და წყლის რაოდენობაა კგ/ლ.

$W_{\text{ფ}}$ და $W_{\text{ფ}}$ -ცომისა და ფქვილის ტენიანობა %

რეცეპტურით გათვალისწინებულია აგრეთვე ნარჩენების დამატება. ნარჩენებად ითვლება ნახევარფაბრიკატები, რომლებსაც არა აქვთ დაკარგული კვებითი ღირებულება. მაკრონის ბოლოების ჩამონაჭრები, დეფორმირებული, შეწებებული და სხვა ნარჩენები.

ნარჩენები გამოიყენება მხოლოდ ლაბორატორიის თანხმობით. სველი ნარჩენების 12%, რომელიც გადამუშავდება წნეხში აუარესებენ მზა ნაწარმის ხარისხს. სუსტი წებოგვარას ფქვილიდან მიღებული ნარჩენები უმჯობესია გამოიყენებულ იქნან ლაფშის წარმოებისათვის. ბოლოები მიეწოდება ცომსაზელში. მშრალი ნარჩენები რეკომენდირებულია დაქუცმაცდეს და ბურღულის სახით მიეწოდოს წნეხში არა უმეტეს 10%-ის რაოდენობით. მცირე წარმადობის ფაბრიკებში, სადაც არ არის დაქუცმაცებული მშრალი ნარჩენები, უნდა დალბეს ავზებში 65-70°C წყლით. 25-30წთ-ის შემდეგ ზედმეტი წყალი უნდა გადაიღვაროს და არაუმეტეს 10% მიეწოდოს მოზელილ ცომს.

ცომის ტემპერატურა გავლენას ახდენს ცომის სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებზე. მოცემული ტემპერატურის ცომის მისაღებად წყლის საჭირო ტემპერატურა იანგარიშება ფორმულით:

$$t_{\text{ბყ}} = \frac{Tt_{\text{ბ}}C_{\text{ბ}} - Mt_{\text{ფ}}C_{\text{ფ}} - \Gamma M - PT}{C_{\text{ბყ}}B}$$

T – მიღებული ცომის რაოდენობა; კგ;

M - ფქვილის რაოდენობა; კგ

$t_{\text{ბ}}$, $t_{\text{ფ}}$, $t_{\text{წყ}}$ --ცომის ფქვილის და წყლის ტემპერატურაა.

$C_{\text{ბ}}$, $C_{\text{ფ}}$ $C_{\text{წყ}}$ ცომის, ფქვილის და წყლის სითბოტევადობაა, ჯ/კგ, ° K

Г - ჰიდრატაციის სითბო კჯ/კგ.

P - მექანიკური ენერჯის თბურ ენერჯიაში გადასვლის შედეგად სითბოს ნაზარდი აორთქლებითა და სითბოგადაცემით, თბური დანაკარგების გარეშე, კჯ/კგ.

B- წყლის რაოდენობა.

პრაქტიკაში ტემპერატურა იანგარიშება ფორმულით:

$$t_{\text{ბყ}} = \frac{Tt_{\text{ბ}} C_{\text{ბ}} - Mt_{\text{ფ}} C_{\text{ფ}}}{BC_{\text{ბყ}}}$$

ცომის მოზელის და დაწნეხვის დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს მის ტემპერატურას. მაკარონის დამზადების პრაქტიკაში ცომის მოზელა შეიძლება სამი წესით: ცივი წყლით 20°C-ზე დაბალი ტემპერატურის დროს; ცხელი წყლით 75-85°C ტემპერატურით და თბილი წყლით 55-65°C ტემპერატურის დროს. ცხელი და თბილი წყლით ზელის დროს ცომი უფრო კარგადაა შეკრული და პლასტიკურია, რაც თავის მხრივ აადვილებს ნაწარმის დაყალიბების პროცესს. ცხელი მოზელის დროს ხდება ფქვილის შეხარშვა, რის შედეგადაც სახამებელი განიცდის კლეისტერიზაციას, რაც თავის მხრივ აფუჭებს მზა ნაწარმის შეხედულებას და ხარისხს. ასეთ მეთოდს იყენებენ მხოლოდ მაშინ, როცა მუშავდება ფქვილი მაღალი წებოგვარას შემცველობით. მზა ნაწარმი დიდხანს არ ინახება.

ცომს ცივად ზელენ მაშინ, როცა წებოგვარა სუსტი და დაბალი ხარისხისაა და როდესაც საჭიროა მზა ნაწარმის შედარებით დიდხანს შენახვა. ამ ბოლო დროს გავრცელდა ცომის მოზელა ცივი წყლით, რადგანაც მზა ნაწარმის დაყალიბება მიმდინარეობს თანამედროვე, უწყვეტი ქმედების მძლავრ, შნეკურ წნეხზე, სადაც ცომი მოზელის და დაწნეხის შედეგად გამოყოფილი ენერჯის მოქმედებით თბება 20-25°C-მდე. ფქვილის ტემპერატურა მოზელის წინ 16°C-ზე დაბალი არ უნდა იყოს. მაშასადამე, მაკარონის ცომის ტემპერატურა დამოკიდებულია ფქვილისა და წყლის ტემპერატურასა და მათ შეფარდებაზე.

ნედლეულის ხარჯის ანგარიში

მაკარონის წარმოებაში ნედლეულის ხარჯი იანგარიშება 1ტ. მზა ნაწარმზე კგ-ში, საწარმოო ხარჯი არის შემდეგი:

$$H_c = 3_T + Y + B$$

სადაც, H – ნედლეულის ხარჯია 1 ტ მზა ნაწარმზე, კგ.

3_T - ნედლეულის ტექნოლოგიური ხარჯი.

Y -- ნედლეულის გათვალისწინებული დანაკარგები.

B --- ნედლეულის აუნაზღაურებელი დანაკარგები.

ნედლეულის ტექნოლოგიური ხარჯი იანგარიშება შემდეგნაირად:

$$3_T = 1000 \frac{100 - W_{\text{მარ}}}{100 - W_{\text{მდგ}}}$$

$W_{\text{ნაწ}}$ -- ნაწარმის ტენიანობა, %

$W_{\text{ნედ}}$ -- ნედლეულის ტენიანობა, %

მაკარონის ნაწარმის მომზადების დროს ადგილი აქვს ტექნოლოგიურ დანაკარგებს, რომლებსაც ეწოდება გათვალისწინებული დანაკარგები. ის ითვალისწინებს ნედლეულის ნახევარფაბრიკატების და მზა ნაწარმის ყოველნაირ სანიტარულ წუნს, ე.ი. ისეთი ნარჩენები, რომელთა მეორედ გადამუშავება არ შეიძლება. ამ დანაკარგების სიდიდე დამოკიდებულია ტექნოლოგიური და სატრანსპორტო დანადგარების ტიპისა და ტექნოლოგიურ მდგომარეობაზე, მუშა ადგილების სწორ ორგანიზაციაზე, მექანიზაციის ხარისხსა და სხვა ფაქტორებზე.

მაკარონის მომზადებისას დამატებების გარეშე ნედლეულის ხარჯი ტოლია ფქვილის ხარჯის.

დანამატებით მაკარონის ნაწარმის მომზადებისას ფქვილის ხარჯის ნორმა იანგარიშება ცალკეული სახეობისათვის (კგ/ტ) შემდეგი ფორმულით:

$$H_{\text{ფ}}^p = \frac{85,5H_b}{85,5 + a_1 + a_2 + \dots + a_n} \text{ (კგ/ტ)}$$

სადაც $H_{\text{ფ}}^p$ ფქვილის ხარჯის ნორმა 1 ტ მზა ნაწარმზე დანამატებით კგ-ში, როცა $W_{\text{ფ}} = 14,5\%$

H_b – ნედლეულის ხარჯის ნორმა ტენიანობით 14,5% კგ.

a_1, a_2, a_n - დანამატები შემასწორებელი კოეფიციენტებისა, რომლებიც გამოითვლება:

$$a_1 = 0,001P_r^1 (100 - W_r)$$

$$a_2 = 0,001P_r^1 (100 - W_r) \text{ და ა.შ.}$$

სადაც: $P_{\text{დ}} - 1$ ტ ფქვილზე დანამატების ნორმაა, როცა $N_{\text{ფ}} = 114,5\%$, აი-
 ლება ცხრილებიდან დამტკიცებული ნორმატივებით N_2 დიამეტრები ტე-
 ნიანობა %-ში.

ფქვილის საშუალო შეწონილი ხარჯი იანგარიშება ფორმულით:

$$H_{\text{ფ}}^{\text{caш}} = \frac{H_{\text{ფ}} U + H_{\text{ფ}}^r U_1 + \dots + U_{\text{ფ}}^{\text{en}} U_n^r}{U_1 + U_1^2 + \dots + U_n^{50}}$$

სადაც, $H_{\text{ფ}}$ -- ფქვილის ხარჯის შეწონილი მნიშვნელობაა კგ.

$H_{\text{ფ}}$ - ფქვილის ხარჯის ნორმა 1 ტ ნაწარმზე დამატებების გარეშე, კგ.

$H_{\text{ფ}}$ - ფქვილის ხარჯის ნორმა 1 ტ ნაწარმზე დამატებებით, კგ.

U - ნაწარმის რაოდენობა დამატებების გარეშე.

$U_1^r, U_2^r \dots U_n^r$ არის დამატებით ნაწარმის რაოდენობა, ტ გათვა-
 ლისწინებული დანაკარგების ხვედრითი სიდიდე გამოითვლება:

$$I = \frac{G \cdot (100 - w_{\text{в}})}{H_0 \cdot (100 - w_{\text{м}})}$$

სადაც I - გათვალისწინებული დანაკარგის მნიშვნელობა კგ/ტ

G - გათვალისწინებული დანაკარგების ჯამური მნიშვნელობა კგ.

$w_{\text{в}}$ - გათვალისწინებული დანაკარგების ტენიანობა %

$w_{\text{м}}$ -- ნედლეულის ტენიანობა %

H_0 - ნაწარმის რაოდენობა, რომელიც მომზადებისას მიღებულია
 ნარჩენები.

ნედლეულის აუნაზღაურებელ ხარჯს მიეკუთვნება მშრალი ნივთი-
 ერების დანაკარგი, რომელიც არ შედის საბოლოო პროდუქტში და არ შე-
 იძლება შეგროვდეს ნარჩენების სახით.

აუნაზღაურებელი დანაკარგები შედგება შემდეგი ელემენტებისა-
 გან: ნედლეულის დანაკარგი საწყობში ტრანსპორტირების დროს, ნედ-
 ლეულის გაბნევა ფაბრიკაში; ტრანსპორტირების, ცომის მოზელის, დე-
 ფორმირების და ა.შ. დროს ნედლეულის წაღება ვენტილაციით, მატრიცე-
 ბის გაწმენდის დროს, აუცილებელი ლაბორატორიული ანალიზისათვის
 და ა.შ.

მაკარონის ნაწარმის დაფორმება. დაწნევის ტექნოლოგიური საფუძვლები

მაკარონის ნაწარმის დაყალიბება შეუძლია სამი ძირითადი ხერხით: დაწნევით, დაჭრითა და დატვიფრით.

დაწნევით მაკარონის ნაწარმის დაყალიბების დროს ცომი იჭირხნება წნეხის მიმღებში, რომელიც მთავრდება მატრიცით. მატრიცის ნახვრეტებში გამოიწნეხება ნაწარმი. წნეხის განუყრელ ნაწილს წარმოადგენს ცომსაზელი. გამოწნეხვის რეჟიმს განსაზღვრავს წნეხის მუშა-ორგანოთი გამოწვეული წნევა. ისინი დამოკიდებულია კონსისტენციაზე და გამოწნეხვის სიჩქარეზე, დამყალიბებელი ნახვრეტების კონფიგურაციაზე და მატრიცის მყალიბებელ არხებში ცომის მოძრაობის ხასიათზე. დამფორმებელი ნახვრეტის დიამეტრის გაზრდასთან ერთად ხდება სიჩქარის ზრდა, ხოლო წნევა მცირდება, ხოლო ნაწარმის სიგძესთან არის უკუდამოკიდებულებაში. სიჩქარე და წნევა დამოკიდებულია ცომის ტემპერატურასა და ტენიანობაზე, დამფორმებელი ზედაპირის მდგომარეობასა და ნედლეულის ხარისხზე. დაწნევით მიღებული ნაწარმის ფორმა დამოკიდებულია წნეხის მატრიცებში მყოფი ნახვრეტების განივი კვეთის ფორმასა და მოწყობილობაზე. ძაფისმაგვარი ნაწარმი მიიღება მაშინ, როცა მატრიცის ნახვრეტები თავისუფალია სამაგრისაგან.

მილოვანი ნაწარმის მისაღებად მატრიცების ნახვრეტებში დამაგრებულია სამაგრები ისე, რომ წნევის გამო მას გარს შემოევლოს ცომი და მატრიციდან გამოსვლის მომენტში მიიღოს მილოვანი ფორმა.

დაწნევით მიღებული ძაფებისა და მილაკების სიგრძე შეიძლება იყოს მნიშვნელოვნად დიდი, რადგანაც მატრიცის ნახვრეტებიდან უწყვეტი ძაფის გამოწნეხა ხდება მანამ, ვიდრე მთლიანად არ დაიხარჯება ცომი, რომელიც იმყოფება ცომის მიმღებ ცილინდრში ან არ შეწყდება მისი დაჭირხვნა. ნახვრეტის გაჭედვის დროს ძაფის გამოწნეხვა წყდება, ნახვრეტიდან გამოსული ნაწარმი იჭრება სხვადასხვა სიგრძით. პერიოდული ქმედების წნეხებზე დგუში მეტალურ ცილინდრში მოძრაობის დროს ამჭიდროვებს მას და ჭირხნავს მატრიცისაკენ. წარმოშობილი წნევის გამო ცომი გამოიწნეხება მატრიცის ნახვრეტებიდან და როდესაც იგი მთლიან-

ნად გამოილევა, დგუში თითქმის მჭიდროდ მიუახლოვდება მატრიცას და დაწნების პროცესი მთავრდება. შემდეგ დგუში უბრუნდება თავის პირვანდელ მდგომარეობას, რომლის დროსაც იღება ცომის მიმღები ცილინდრი და ხელმეორედ ივსება ცომით, რის შემდეგაც პროცესი მეორდება.

დაყალიბებული მაკარონის ნაწარმი ნედლ მდგომარეობაში უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნილებებს:

1. ზედაპირი ჰქონდეს გლუვი, ოდნავ მქრალი, ერთგვაროვანი და სწორი.
2. ფერი მოყვითალო, კრემისფერი ან მოთეთრო-მოყვითალო ლაქების გარეშე, არ იცვლიდეს ფერს გამოყვანისა და გაშრობის დროს.
3. ჰქონდეს კარგი დრეკადობა და ნაწილობრივი ელასტიურობა, კარგად ინარჩუნებდეს ფორმას, არ იჭმუჭნებოდეს, არ იფშვნებოდეს და გამოყვანის დროს არ სცილდებოდეს.
4. ერთმანეთს არ ეკვროდეს და გაშრობის შემდეგ ადვილად სცილდებოდეს
5. არ უნდა ჰქონდეს ფქვილოვანი ბუდეები, კომტები და ფქვილის ზოდები, როგორც ზედაპირზე, ისე შიგნით და არ იყოს გადამხმარი
6. ზომები, ფორმა და კედლების სისქე უნდა აკმაყოფილებდეს სტანდარტის მოთხოვნებს.

მაკარონის ნაწარმი უნდა უძლებდეს თავის 1,5-2მ სიგრძის წონას და არ წყდებოდეს. მაკარონის მილის შემჭიდროების დროს იგი არ უნდა სკდებოდეს და უბრუნდებოდეს თავის პირვანდელ მდგომარეობას.

ზემოთ აღნიშნული პირობები დაცული იქნება იმ შემთხვევაში, თუ მაკარონის ცომი კარგად იქნება დამუშავებული, ხოლო გამოყენებული ნედლეული მაღალხარისხოვანი. მაკარონის ცომი წარმოადგენს დრეკად-ბლანტ და პლასტიკურ კოლოიდურ სხეულს. მცირე და ხანმოკლე დატვირთვის დროს მისი დეფორმაცია რჩება დრეკადი დეფორმაციის ფარგლებში. დაწნევის შემდეგ დარჩენილი ცომის კვერი, რომელიც მოჭრილია მატრიციდან, რამდენიმე წუთი განაგრძობს თვითნებურ დეფორმაციას. ზოგჯერ მაკარონის ნაწარმს აქვს ხორკლიანი ზედაპირი, რაც შეიძლება გამოწვეული იქნეს ცომის მიკვრით წნეხის მატრიცის დამყალიბებული არხების კედლებზე და შემდეგ დაწნების სიჩქარის მომატებასთან

ერთად მაკარონის ნაწარმი იძენს უფრო მსხვილ ხიწვებს. ასეთი დეფექტის აცილებისათვის ცომი უნდა მოძრაობდეს არხებში ისე, რომ არ ეკვრებოდეს მის კედლებს, ე.ი. დამაყალიბებელ არხებში ცომი უნდა სრიალებდეს.

უწყვეტი ქმედების წნეებზე ცომი მატრიცისაკენ იჭირხნება ერთი ან ორი პარალელური წნებით, რომლებიც აწვდიან ცომს მცირე კამერაში და შემდეგ მატრიცაში. მატრიცაში გარკვეული კონსტრუქციით დაკავშირებული ორი წყვილი ლილვით მიმდინარეობს დაწნევის განუწყვეტელი პროცესი. მაკარონის წნეხის ძირითადი მუშა ორგანოა მატრიცა, რომელიც განსაზღვრავს მაკარონის ტიპს და სახეს.

მაკარონის ნაწარმის დამამზადებელი წნეხი არის შემდეგი კონსტრუქციის.

1. პერიოდული ქმედების - ხრახნული და ჰიდრავლიკური
2. უწყვეტი ქმედების – შნეკური და ვალციანი.

თანამედროვე პირობებში მაკარონის ნაწარმის დასამზადებლად პერიოდული ქმედების წნეხები თითქმის არ გამოიყენება. ძირითადად იყენებენ უწყვეტი ქმედების წნეხის და მაკარონის ნაწარმის დასამზადებლად – უწყვეტ ხაზებს.

მაკარონის ნაწარმიდან დაჭრის წესით მზადდება ლაფშა, რომელიც წარმოადგენს ნებისმიერი სიგრძისა და სიგანის თხელ ლენტებს 1-3მმ სისქის. ასეთი ნაწარმის დაყალიბება ხდება ლილვიან მანქანაზე ცომის განიერი და მთლიანი ლენტის გრძივი დაჭრით.

ლაფშა იჭრება წვრილ, დაღარულ ლილვებზე, რომლებიც ისეა მოწყობილი, რომ ლილვის ნაწიბური შედის მეორე ლილვის სათანადო სწორკუთხოვან ღრმულში და მათ შორის წარმოშობილი ღრეჩოს სისქე შეესაბამება დაჭრილი ლაფშის სისქეს. ასეთი წესით დაჭრილი ცომის ლენტი გრძელია, რის შემდეგ იგი მექანიკურად განიერად იჭრება სპეციალური დანით. ამჟამად ლაფშა უმთავრესად მზადდება შნეკურ წნეხებზე.

დატვიფრის წესით მაკარონის ნაწარმის დამზადება ხდება თხელი, წინასწარ გაგლინული და ვალცებზე გულდასმით დამუშავებული ცომის ლენტის დატვიფრით, ბრტყელი მერყევი ტვიფრით. დამაყალიბებე-

ლი არხების ზედაპირზე ცომის მიკვრით შესაბამისად და ცომის სრიალით მოძრაობისათვის არსებობს მთელი რიგი ხერხები, რომელთაგან ყველაზე მნიშვნელოვანია შემდეგი:

1. დამყალიბებელი არხებისა და სამუშაოთა ზედაპირების დაზეთვა ისეთი ნივთიერებით, რომლებიც ხელს უშლიან ცომის მიკვრას (წყალი, ცხიმები, ზეთები).
2. დამყალიბებელი არხების ზედაპირის დამუშავება (გაპრიალება)
3. წნეხის მატრიცების დასამზადებლად შერჩეულ იქნეს ისეთი მასალები, რომელთაც ნაკლებად ეკვრის ცომი, ან მაკარონის ცომში შეტანილ იქნას ისეთი ნივთიერებები, რომლებიც ამცირებენ მის მიკვრას დამყალიბებელ არხებზე და სხვა.

დაყალიბების პროცესებზე დიდ გავლენას ახდენს აგრეთვე ფქვილის ხარისხი და მისი თვისებები. დაწნეხის დროს მიზანშეწონილია ფქვილის გამოყენება, რომელიც შეიცავს მაღალხარისხოვან წებოგვარას არანაკლებ 36%-სა მაკარონის ნაწარმის ხარისხზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს აგრეთვე ფქვილის დაფქვის სიწმინდე. მსხვილად დაფქვილი ფქვილისაგან მაკარონის ნაწარმი უფრო მაღალხარისხოვანია, ვიდრე წმინდად დაფქვილისაგან, მაგარი ჯიშის ხორბლისაგან დერდილის ზომა 0,5მმ უნდა იყოს.

დაწნეხილი წესით მიღებული მაკარონის ნაწარმის დასამზადებლად მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნას მაქსიმალურად ელასტიკური და მატრიცის ნახვრეტებში ადვილად გასატარებელი ცომი მაღალი ტენიანობით, რომელიც იძლევა დაწნეხილი ნაწარმის უფრო გლუვ ზედაპირს, ვიდრე მაგრად მოზეულილი.

უწყვეტი ქმედების შნეკურ წნეხებზე მუშაობის დროს ცომის ტენიანობა უნდა იყოს 30-31%. ასეთ დანადგარებზე მუშაობისას დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ცომის ტემპერატურას. პრაქტიკულად დადგენილია, რომ მატრიციდან გამოსული ცომის ტემპერატურა 50°C. შიგა ხახუნის გადალახვის შედეგად მთელი გამოყოფილი ენერგია გადადის სითბოში, რომელიც ათბობს ცომს და ნედლ ნაწარმს. 50°C ტემპერატურაზე მეტად გათბობის დროს ცომის ხარისხი ფუჭდება, ამიტომ შნეკურ წნეხებს აქვთ სპეციალური მოწყობილობა, რომელიც წყლით ცივდება განსა-

კუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს აგრეთვე ცომის ასეთი ტემპერატურის მცირე ხნით შენარჩუნებას, რადგანაც 30°C-ზე ზევით ცომის დიდხანს გაჩერების შემთხვევაში იგი შეიძლება დამჟავდეს მასში მყოფი მიკროფლორის მოქმედებით და მაკარონის ნაწარმის ხარისხი გაუარესდეს. განსაკუთრებით საშიშია ეს მდგომარეობა ცომის მაღალი ტენიანობის დროს.

რადგანაც მაკარონის შნეკურ წნეხში და მუშაობის პროცესში ცომის ტემპერატურას 50-55°C-მდე აღწევს, ამიტომ ასეთ აგრეგატებზე დაწნეხის სიჩქარე უდრის 25-35მმ/წმ, 65-75ატმ. წნევის ქვეშ. დაწნეხის მაღალი სიჩქარის გამო მატრცები დამზადებული უნდა იქნას ბრინჯაოს ან თითბირისაგან. მატრიცის არხები კარგად უნდა იქნეს გაპრიალებული. მატრიცის წინამდებარე კამერაში ადგილი აქვს წნევის პულსს, რომელიც აღწევს 1,35-2,5 მგპა-ს, რაც ტოლია დაწნეხვის წნევის 20-25%-ის ამან შეიძლება გამოიწვიოს გამოსაწნეხი ნახევარფაბრიკატის არათანაბრობა მატრიცის ფართზე, ასევე არათანაბარია გამოწნეხვის სიჩქარეც, რომელიც იწვევს წარმადობის შემცირებას, ნარჩენების გაზრდას.

ცომის ვაკუუმირება

ცომის მოზელისა და დაფორმების პერიოდში ხდება ცომის ვაკუუმირება 5-7წთ-ის განმავლობაში, რის შედეგადაც უმჯობესდება ნედლი ნაწარმის რეოლოგიური მახასიათებლები და მზა ნაწარმის გარეგანი სახე, იზრდება სიმტკიცე და მაკარონის კულინარული თვისებები.

არის ვაკუუმირების ორი ვარიანტი: წნეხის შნეკურ კამერაში ვაკუუმირება და მოზელის პროცესში გამოწნეხის წინ. მაკარონის ცომის მოზელის დროს ადგილი აქვს ჰაერის შთანთქმის სამ სახეს: ცომის ინგრედიენტების გადარევისას მექანიკურად დაჭერილი, ფქვილოვანი გრანულების ზედაპირის და მის მაკრო და მიკროკაპილარების მიერ ჰაერის აღსორბციული შეკავშირება და ჰაერის გახსნა თხევად დისპერსიულ არეში. აღნიშნული ჰაერის მოცილების ანუ დეჰაერიზაციის მიზნით ხდება ცომის ვაკუუმირება. ვაკუუმირების ხარისხის ზრდასთან ერთად იზრდება

ცილების დენატურაცია და წებოგვარას ჭიმვადობა, რაც აიხსნება ცილის მოლეკულების ჰიდროფილობის შემცირებით და ჰაერის –სორბიტ-ფენების მოშორებით. დეზაერიზაციის მაღალი ხარისხის დროს მიიღება კარგი სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების მქონე ცომი. ვაკუუმირების შედეგად ხდება მზა ნაწარმის გარე სახის გაუმჯობესება.

გამოწნევის პროცესს თან ახლავს წებოგვარას დენატურაცია და ადგეზია, რომლის ხარისხიც დამოკიდებულია მექანიკური ზემოქმედების ინტენსივობაზე. გამოკვლევების შედეგად დადგენილია, რომ ამ დროს ადგილი აქვს ცილების მოლეკულების შინაგანი აღნაგობის ცვლილებას და არა თბურ დენატურაციას. ეს დაკავშირებულია სუსტი არაკოვალენტური კავშირების რღვევასთან. დენატურაციის შედეგად ცომის პლასტიკური თვისებები გაუარესდება. ცომი ხდება სუსტად შეკავშირებული, მცირდება ელასტიურობა. მექანიკური დენატურაცია შექცევადია.

დაწნევის რეოლოგიური თვისებები

დაწნევის დროს ფხვიერი მასის ცომი გარდაიქმნება მოყვითალო--კრემისფერ ნაწარმად, რომლის ზედაპირი გლუვია. ცომსაზელში მიიღება ფხვიერი მასა, რომლის გამოწნევა შეუძლებელია. დაფორმების წინ მასა განიცდის ძირითად მექანიკურ დამუშავებას მასზე ბლანტ- პლასტიკური თვისებების მინიჭების მიზნით. ცომსაზელის შემდეგ მასა მიეწოდება შნეკურ კამერაში, რომელიც გადაადგილდება შნეკის ღერძის გასწვრივ. ნაწილაკები განიცდიან ორი სახის მოძრაობას: რადიალურ და აქსიალურს, რის შედეგად ხდება მასის ინტენსიურად გადარევა. ამ დროს მექანიკური ენერგია გარდაიქმნება თბურ ენერგიად. ამ დროს ცილებზე მოქმედებს როგორც მექანიკური, ასევე თბური ენერგია, მათი დონის მიხედვით ხდება ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების ცვლილებებით. მაკარონის ცომი მიეკუთვნება დრეკად-პლასტიკურ-ბლანტ სხეულებს, რომლისთვისაც დამახასიათებელია ბლანტი დენადობა და დრეკად პლასტიკური დეფორმაცია.

ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა სხეულის მექანიკურ

თვისებებს ახასიათებს პირობითად. მყარი და თხევადი სხეულები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან გარეგანი ძალის ზემოქმედების შედეგად მათი თვისებების ცვლილების მიხედვით. მყარი სხეულების დეფორმაცია დამოკიდებულია მოქმედ ძალაზე და მისი პროპორციულია, ხოლო სითხის დეფორმაცია დამოკიდებულია არა ისე ძალის სიდიდეზე, როგორც მოქმედების ხანგრძლივობაზე.

კვების პროდუქტების უმრავლესობა, მათ შორის მაკარონის ცომი, წარმოადგენს რთულ მრავალკომპონენტურ დისპერსიულ ერთიან სისტემას, რომელიც არ ექვემდებარება არც ჰუკის და არც ნიუტონის კანონებს. ამასთან გარკვეულ მომენტში გამოავლენს დრეკად და ბლანტ ნიუტონური სითხეების თვისებებს. კვების მასების თვისებები იცვლებიან დროის მიხედვით. დამოკიდებული არიან დეფორმაციის სიჩქარეზე. ასეთი სხეულების თვისებების ცვლილებების შესწავლის დროს აუცილებელია მასზე დატვირთვის მოდების სიჩქარის და ხანგრძლივობის ცოდნა.

მაკარონის ცომი მიეკუთვნება არანიუტონურ სხეულებს, რომლებისთვისაც დამახასიათებელია, რომ სიბლანტის კოეფიციენტი n არის ცვლადი სიდიდე, რომელიც დამოკიდებულია სიჩქარის ცვლილების ან ძვრის დეფორმაციაზე. როგორც წესი მაკარონის სიბლანტე მცირდება ძვრის დეფორმაციის ზრდასთან ერთად მაკარონის ცომის რეოლოგიური თვისებები ხასიათდება ოთხი ძირითადი მახასიათებლებით: დრეკადობა, სიბლანტე, პლასტიკურობა და სიმტკიცე.

დრეკადობა არის სხეულის თვისება სწრაფად აღიდგინოს დეფორმაცია კრიტიკულ მნიშვნელობაზე ნაკლები ძალის მოხსნის შემდეგ. დრეკადი თვისებები, როგორც წესი აღიწერება ჰუკის კანონით, რომლის თანახმად :

$$\tau = G\gamma \quad (1)$$

სადაც, G - დრეკადობის მოდული ძვრის დეფორმაციის დროს, პა.

τ - მხები დამაბულობა, პა.

γ - ძვრის კუთხე, რად.

დრეკადობის ერთ-ერთი სახეობაა ელასტიურობა, ანუ სხეულის უნარი შეინარჩუნოს დრეკადი დეფორმაცია.

დამაბულობის მოხსნის შემდეგ შეიმჩნევა უკუპროცესი, დრეკადი

დეფორმაციის მოხსნა ხდება არა მომენტალურად, არამედ თანდათან, ამ მოვლენის რაოდენობრივი გამოსახულება ელასტიურობის მოდული.

$$H_1 = \frac{\tau}{\gamma_{\phi} - \gamma_0} \quad (2)$$

სადაც τ – დამაბულობა, პა.

γ_{ϕ} – ფარდობითი ელასტიური დეფორმაცია.

ელასტიურობისაგან განსხვავებით პლასტიკურობა არის შექცევადი, როდესაც შეუძლებელია მომენტალური და ხანგრძლივი ელასტიური დეფორმაციის განცალკავება, გამოიყენება წონასწორული ანუ ხანგრძლივი მოდული E

$$E = \frac{\tau}{\gamma_{\text{შდკ}}}$$

სადაც: $\gamma_{\text{შდკ}}$ – შექცევადი დეფორმაცია .

სიბლანტე - ფენების შერევის წინააღმდეგობის უნარი. გამოითვლება ფორმულით (ნიუტონის განტოლება).

$$\eta = \frac{\tau}{\gamma} , \quad \tau = \eta \cdot \gamma \quad (5)$$

სადაც: η - არის სიბლანტის კოეფიციენტი პა. წმ⁻¹

τ - მხები ძვრის დეფორმაცია

γ - ძვრის სიჩქარე, წმ⁻¹.

სიბლანტე არის ეფექტური და პლასტიკური . ეფექტური სიბლანტე ახასიათებს ისეთ სხეულებს, რომელთა დეფორმაცია ხდება ზღვრული დამაბულობის ზევით. ის გამოითვლება განტოლებით (შვედოვ-ბიგმენის)

$$\eta = \frac{\tau - \tau_{\text{წპ}}}{\gamma}$$

სადაც: τ და $\tau_{\text{წპ}}$ - ფაქტიური და ზღვრული დამაბულობაა

γ - დეფორმაციის სიჩქარე, წმ⁻¹

პლასტიკურობა არის სხეულის ფორმის შეცვლის უნარი, რომელიც შექცევადია.

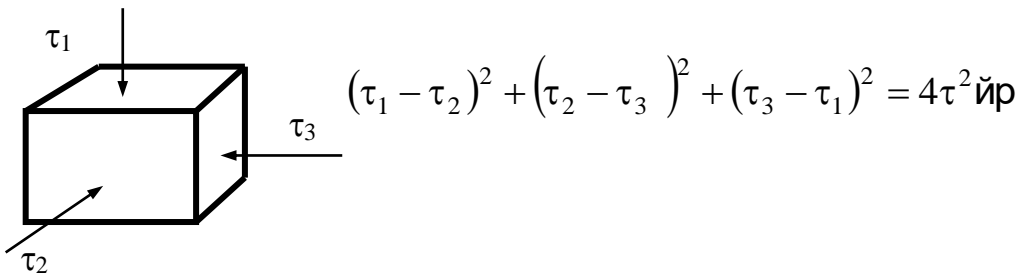
სიმტკიცე არის სხეულის თვისება წინააღმდეგობა გაუწიოს ფორმის შეცვლას გარე ზემოქმედების შედეგად. რაოდენობრივად განისაზღვრება დრეკადობის მოდული ანუ ზღვრული დამაბულობით. მაკარონის და-

ფორმების დროს გამოიყენება დაწნეხვა, რომლისთვისაც ძირითადი დეფორმაცია ბლანტი დენადობა.

ბლანტი დენადობა შეიძლება მოხდეს ნებისმიერი ძალის მოქმედებით, მხოლოდ დეფორმაციის სიჩქარე მცირდება დამაბულობის შემცირებით, ხოლო მისი მოხსნის შემდეგ ხდება ნულის ტოლი $\gamma_{\text{წრ}} -$ ზე მცირე დამაბულობის შემთხვევაში სხეული ხდება დრეკადი დაწნეხვის მომენტში მაკარონის ცომი იმყოფება მოცულობითი დამაბულობის პირობებში და მას აქვს ბლანტი სითხის თვისებები.

წნეხში ცომის გადაადგილების დროს შინაგანი ხახუნის დაძლევაზე იხარჯება გარკვეული ენერგიით, რომელიც გარდაიქმნება თბურში და სითბოს სახით აერთმევა ცომს, რადგან არ მოხდეს მისი გადახურება.

განვიხილოთ მაკარონის ცომის გადაადგილება მატრიცებში. დავუშვათ, აქტიური დამაბულობაა τ_1 , τ_2 და τ_3 . τ_2 და τ_3 არის პასიური, რომელიც გამოწვეულია მატრიცის კედლების რეაქციით დაწნეხვის დროს ფორმაცვლილების ზღვრული მდგომარეობის მიღწევის მიზნით ერთეულ მოცულობაში უნდა დაგროვდეს პოტენციური ენერგიის მუდმივი მოცულობა. მათემატიკურად ეს დებულება გამოიხატება შემდეგნაირად:



სადაც: τ_1 , τ_2 , τ_3 - ძირითადი დამაბულობაა, პა. მატრიცაში ყოველმხრივი დამაბულობის გამო

$$\tau_2 = \tau_3,$$

მაშინ

$$(\tau_1 - \tau_2)^2 + (\tau_2 - \tau_1)^2 = 4\tau^2 \kappa \tag{9}$$

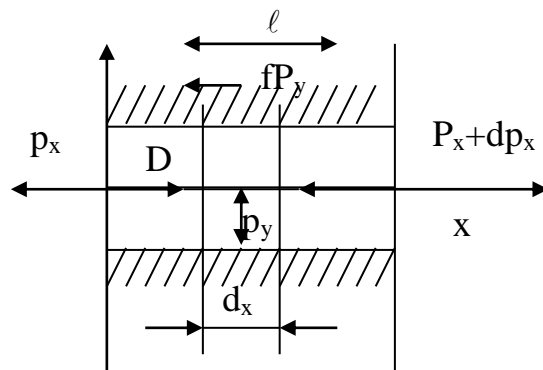
ანუ პლასტიკურობის განტოლება

$$\tau_1 = \tau_{\text{წრ}} + \tau_2 \tag{10}$$

$\tau_{\text{წრ}}$ შეიძლება გამოანგარიშებული იყოს ექსპერიმენტალურად. მიღებული ფორმულის გამოყენებით შეიძლება გაანგარიშებული იქნას წინა-

აღმდევობის სიდიდე, რომელსაც მატრიცის ნახვრეტი უწევს ცომს.

მაგალითისათვის განვიხილოთ ვერმიშელის მატრიცის ნახვრეტი, რომლის პარამეტრებია: ნახვრეტის დიამეტრი D_1 დამფორმებელი არხის სიმაღლე, მის ნაკადში გამოვყოთ ელემენტარული სისქე dx , რომელიც გადაადგილება ნაკადთან ერთად. A . ისრის გასწვრივ მასზე მოქმედებს სხვადასხვა ძალები. ოქსიალური რეაქციული P_x , რადიალური P_y ხახუნის ძალა, რომელიც ტოლია $F_0 P_y$ წნევის ძალა ($P_x + dP_x$), რომელიც იწვევს აღნიშნული ელემენტის გადაადგილებას. ცომის ნაწილი მიეკვრება მატრიცის კედელს, რომელიც არ გადაადგილდება წონასწორობის მდგომარეობიდან გამომდინარე ყველა ძალის პროექცია ნებისმიერ ღერძზე 0-ის ტოლია. x ღერძზე მოქმედ ძალთა დაპროექტებით მივიღებთ, რომ.



$$dP_x - f P_y = 0 \tag{11}$$

ნახაზის მიხედვით ვიპოვოთ ამ ძალთა მნიშვნელობა:

$$dP_x = \frac{\pi D^2}{4} d\tau_x ; \quad f P_y = \pi D f \tau dx \tag{12}$$

სადაც τ_x და τ_y არის ox და oy ღერძების გასწვრივ ძირითადი დამაბულობა. აგრეთვე (10) განტოლებიდან:

$$\frac{\pi D^2}{4} d\tau_x = \pi D f \tau_y dx \quad \tau_1 = \tau_2 \quad \tau_y = \tau_2 \tag{13};$$

რადგან გადაადგილება არის Ox ღერძის გასწვრივ $\tau_y = \tau_x - \tau_{\text{იპ}}$

$$\frac{d\tau_x}{\tau_y} = \frac{4f}{D} dx \tag{14}$$

$$\int \frac{d\tau_x}{\tau_x - \tau_{\text{იპ}}} = \frac{4f}{D} dx \tag{15}$$

$$\ln(\tau_x - \tau_{\text{იპ}}) = \frac{4f}{D} x + C \tag{16}$$

როდესაც $\tau_x = 0, x=0$, მაშინ $\tau_{\text{იპ}} = C$

$$\tau_x = \tau_{rh} \left(1 + \ell \frac{4f\ell}{D}\right) \quad (17)$$

ექსპერიმენტალური მონაცემებით 6,0-7,5მგპა წნევის დროს პირობებში ტენიანობისგან დამოკიდებულებით $\tau_{\text{იპ}}$ არის შემდეგი:

ცომის ტენიანობა,%	$\tau_{\text{იპ}}$, პა.
29	650
30,4	550
30,7	460
31,0	420
31,5	300

მაკარონის ცომი, როგორც პლასტიკურ-ბლანტი მასა, ამა თუ იმ ხარისხით მიეკვრება ნებისმიერი მასალის ზედაპირს, მაგრამ ზოგ შემთხვევაში ცომის ნაწილების ურთიერთჩაჭიდულობის ძალა ნაკლებია ადგეზიის ძალებზე, ანუ იმ ძალებზე, რომლებითაც ცომი მიეკვრება ზედაპირს, ზოგ შემთხვევაში კი ძალთა შეფარდება შეიძლება იყოს პირიქით, პირველ შემთხვევაში შეიმჩნევა ბლანტი დენადობა, მეორე შემთხვევაში კი ცომის მასის სრიალი.

ამრიგად, გარეგანი ძალების (ადგეზიის და ხახუნის) მოქმედებით ცომი შეიძლება გასრიალდეს მუშა ორგანოების ზედაპირზე ან დამუხრუჭდეს. ცომის გადაადგილების სქემა არის მიახლოებით. სინამდვილეში მოძრაობის ტრაექტორიაზე გავლენას ახდენს მატრიცის წინამდებარე საკანში წარმოქმნილი მატრიცის წინააღმდეგობით გამოწვეული წნევა. რომელიც აღწევს 7-10 მგპა-ს და მეტს. ამის გამო დასაჭირხნი ნაკადი მუხრუჭდება და ზოგ შემთხვევაში ადგილი აქვს ცომის უკუდინებას. უკუნაკადი შეიმჩნევა იმ შემთხვევაშიც, როცა ფხვიერი მასა მიაღწევს დახრილ მბრუნავ ზედაპირს. ამ დროს ხდება ნაწილაკების ჩამოცურება უკუმიმართულებით. ცომის მასა შეკრული ნაკადის სახით გადაადგილება წნეხის ღერძის გასწვრივ მატრიცის მიმართულებით. მასის გადაადგილება აკმაყოფილებს პირობას $\text{tg} \alpha = f$ გამოკვლევის შედეგად დადგენილია, რომ მატრიცის დამფორმებელ ნახვრეტებში გამოწნეხვის მომენტამდე ცომი წარმოადგენს არაერთგვაროვან ფოროვან მასას. ფენებს აქვს სხვადასხვა ფორმა და სისქე და ამასთან მატრიცის წინამდებარე კამერაში

არ მიეკვრებიან. ფენებს შორის შეიმჩნევა არეები. მატრიცასთან ახლოს ფენების ფორმა იცვლება და მცირდება სისქე. არ გამოირიცხება ფენების შერევა და ხახუნი, რის გამოც გამოიყოფა სითბო. მატრიცებში გამოწნევის დროს ხდება ცომის ნაწილების დამუხრუჭება, რადგან მატრიცის მთლიანი ფართი არაა დაფარული ნახვრეტებით. ასეთ ნაწილებში ხდება სითბოს დამატებითი გამოყოფა, რის გამოც ხდება ცომის გათბობა და მისი სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების ცვლილება. ცილების დენატურაციის გამო შეიმჩნევა ნედლი წებოგვარას შემადგენლობის ორჯერ შემცირება ნედლ, ნახევარფაბრიკატში გამოწნევაამდე ცომთან შედარებით. როგორც აღინიშნა წნეხში შნეკური გადაადგილებისას ცომს აქვს პლასტიკურობა, ბლანტი სტრუქტურა, რომელიც განუწყვეტლივ იცვლება. დეფორმაციის ოპტიმალურ პირობებში ხდება წებოგვარას სტრუქტურის განმტკიცება. დეფორმაციის რეჟიმის დარღვევით შეიძლება მივიღოთ შებრუნებული პროცესი; თუ α --არის ელემენტარული ფართის ხრახნული ხაზის აწევის კუთხე, f სრიალის ან ხახუნის კეოეფიციენტი ცომის შნეკის ზედაპირზე, მაშინ როდესაც $\operatorname{tg} \alpha = f$, არავითარი გადაადგილება არ იქნება და გადაადგილების სიჩქარე, როგორც რადიალური, ასე ღერძული მიმართულებით იქნება ნულის ტოლი; ნეიტრალური ზონის გარეთ გადაადგილება იქნება, რადგან დაირღვევა პირობა $\operatorname{tg} \alpha = f$, როცა $\operatorname{tg} \alpha < f$, მაშინ ცომი გადაადგილდება ღერძის გასწვრივ მატრიცის მიმართულებით, ხოლო როცა $\operatorname{tg} \alpha > f$ - საწინააღმდეგო მიმართულებით. შნეკის ერთი მდგომარეობით მატრიცის მიმართულებით არ გადაადგილდება ცომის მთლიანი მასა, არამედ მისი ნაწილი, რომელიც ტოლია ურთიერთსაწინააღმდეგო ნაკადების სხვაობის.

შნეკურ საკანში გადაადგილება შედგება ოთხი სახის უმარტივესი გადაადგილებისაგან:

- პირდაპირი ნაკადი შნეკის ღერძის გასწვრივ მატრიცის მიართულებით
- შებრუნებული ნაკადი შნეკის ღერძის გასწვრივ მატრიცის მიმართულების საწინააღმდეგოდ. ეს ნაკადი გამოწვეულია უკუწნევით.
- უკუნაკადი შნეკურ საკანსა და ხრახნული ფრთების ღრეჩოს შორის.
- რადიალური გადაადგილება გამოწვეული წნეხით. შნეკური საკნის ბოლოს შნეკით ჩახრახნით ცომი მიეწოდება მატრიცის წინამდებარე სივ-

რცეს. აქ ცომის ნაწილი იჭრება მასაში, რომელიც მას ხვდება, ბრუნვის დამუხრუჭება და მოძრაობა ხდება აჩქარებულად.

დაწნეხვის დროს იცვლება ცომის სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებები. მისი შესწავლის მიზნით შესწავლილ იქნა ცომი, რომელიც მოთავსებული იყო მატრიცის და შნეკს შორის.

მაკარონის ნაწარმის დაყოფა

ნედლი ნაწარმის დაყოფაში შედის ჰაერით შებერვა შემრობის მიზნით, მოცემულ ზომებად დაჭრა და მისი დაწყობა მოწყობილობებზე შრობისათვის. ამ ეტაპზე ხდება მზა ნაწარმის მომზადება შრობისათვის და განაპირობებს შრობის შედეგებს. სწრაფი შემრობისათვის ხდება ჰაერით შებერვა, რის შედეგად მცირდება ნაწარმის პლასტიკურობა და ხდება მასზე დრეკადი თვისებების მინიჭება. გავრცელებული არის ჰაერის მიწოდების ორი ხერხი ნაწარმის უმრავლესობისათვის და დაჭრისათვის მიღებულია ჰაერის ნაკადის შებერვა ნაწარმის მართობული მიმართულებით (ვერმიშელი და ლაფშა). დაჭრის დროს მიღებულია ჰაერის ნაწარმის შებერვა ნაწარმის გასწვრივ განსაზღვრულ სიგრძეზე, რაც განაპირობებს ნაწარმის ფორმას.

შებერვა უნდა იყოს საამქროს ტემპერატურის მქონე ჰაერით. არ შეიძლება შებერვა ცივი ჰაერით, რადგან შეიძლება ზედაპირზე მოხდეს ტენის კონდენსაცია. შებერვა უნდა მოხდეს ისე, რომ არ მოხდეს ნაწარმის დასკდომა. დიდი ნაკადით მიწოდების შემთხვევაში წარმოიქმნება მცირე რგოლები, რომელიც შეიძინევა დაჭრის დროს და ღრმავდება შრობის პროცესში.

წრიული მატრიცის შემთხვევაში შემბერი წარმოადგენს ცილინდრული ფორმის მოწყობილობას, რომელიც მთავრდება წაკვეთილი კონუსით. დამზადებულია 0,6-0,8მმ. სისქის ფოლადის ფურცლებისაგან. ნაწარმის მიღება სტანდარტული სიგრძით ხორციელდება დაჭრით დაკიდებული შრობით. გრძელი ნაწარმის დაჭრა ხდება თვითდამკიდი სპეციალური მოწყობილობებით, ხოლო კასეტური შრობისათვის სპეციალური

დამჭრელ-დამწყობი მანქანით, კარგად დაჭრილი და დაწყობილი ნაწარმი განაპირობებს ნაწარმის შრობის პროცესის კარგად წარმართვას. კასეტური შრობის შემთხვევაში მატრიციდან გამოსული ნაწარმი ეწყობა კასეტებზე, რომლებიც შემდეგ იჭრება ხელით ან მექანიკურად.

მოკლედ დაჭრილი ნაწარმის დაჭრა ხდება სპეციალური მექანიზმებით ერთი ან რამდენიმე დანით, რომელიც ჭრის ნაწარმს უშუალოდ მატრიცასთან დაკიდებულ მდგომარეობაში. ნაწარმის სახეობის მიხედვით ხდება დაჭრის სიჩქარისა და დანების ცვლილება. ბოლო პერიოდში შემოთავაზებულია ლაფშისა და ვერმიშელის დაჭრის ახალი მეთოდები, რომლის თანახმადაც დაჭრა ხდება შებერვასთან ერთად. დაჭრიდან სამრობ საკნამდე მოკლედ დაჭრილი ნაწარმის ტრანსპორტირება ხდება პნევმოტრანსპორტიორით ან დახრილი ტრანსფორმატორით. პნევმოტრანსპორტიორით ტრანსპორტირების შემთხვევაში ხდება ნაწარმის შემრობა, რაც გამორიცხავს მათ შეწებებას.

დაკიდებული შრობის შემთხვევაში ხდება ნაწარმის დაკიდება თანაბრად, ბასტუნებზე, მანქანა-ავტომატების თვით დამკიდების საშუალებით, რომლებიც შედის ავტომატიზირებულული ხაზების შემადგენლობაში. ბასტუნები შემკრებიდან ჯაჭვური ტრანსპორტიორით მიეწოდება თვითდამკიდთან. ციკლის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია დაწნეხის სიჩქარეზე. მათი სიჩქარეების შეთანხმება ხდება ავტომატურად.

მაკარონის ნაწარმის შრობის თეორიული საფუძვლები.

ნედლი, დაყალიბებული მაკარონის ნაწარმის გაშრობა წარმოების უკანასკნელი პროცესია და წარმოადგენს ყველაზე საპასუხისმგებლო და ძნელ ოპერაციას. ინტენსიური, ჩქარი და არათანაბარი გაშრობა იწვევს ნაწარმის დასკდომას და მის დამტვრევას. მაკარონის ნაწარმის არსებულ ნორმებზე ზევით გაშრობა აღიღებს წარმოების დანაკარგებს, რაც თავის მხრივ იწვევს დანაკარგების ზრდას. გაშრობის პროცესების გადამეტებულ დაყოვნებამ შეიძლება გამოიწვიოს ნაწარმის დამჟავება და დაობებაც კი.

გაშრობის პროცესში ნედლი მაკარონის ნაწარმიდან აერთმევა ტენის დიდი რაოდენობა, ტენიანობა 27-33%-დან მცირდება 13%-მდე, სპეციალური დანიშნულების ნაწარმში კი 9-11%-მდე. მაკარონის ცომი მიეკუთვნება კოლოიდურ-კაპილარულ ფოროვან სხეულებს, რომელთა გაუწყლოებისას ხდება შეკლება, იკარგება ელასტიურობა და განსაკუთრებულ ტენიანობაზე ხდება მყიფე.

შრობის დროს იცვლება მაკარონის ნაწარმის ფიზიკურ-ქიმიურ-სტრუქტურულ-მექანიკური და სხვა თვისებები. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების ცვლილებას, რადგან ისინი მოქმედებენ მზა ნაწარმის სიმტკიცეზე და ხარშვისადმი დამოკიდებულებაზე. როგორც უკვე წინა თავებში აღვნიშნეთ, ფქვილის ძირითადი კომპონენტები, ცილები და სახამებელი განსხვავდებიან ჰიგროსკოპული და კოლოიდური თვისებებით. ცილები უფრო ჰიგროსკოპულია და უფრო მტკიცედ იჭერენ ტენს. წებოგვარას ძაფები და აფსკები გარს ეკვრიან სახამებლის კრისტალებს და აკავშირებენ ერთმანეთთან. გაშრობისას წებოგვარა თანდათან გადადის მტკიცე, მაგარ მინისებრ მასაში. ეს თვისებები ვრცელდება ნაწარმის მთელ მოცულობაში. წებოგვარა კვლავ ინარჩუნებს წყალში გაჯირჯვებისა და დრეკადი გელის წარმოქმნის უნარს. აღნიშნული თვისება ძალიან მნიშვნელოვანია მაკარონის ნაწარმის კულინარული დამუშავების დროს. შრობის დროს ტენიანობასთან დამოკიდებულებით მაკარონის ნაწარმი პლასტიკური მდგომარეობიდან ჯერ იძენს დრეკად – პლასტიკურ თვისებებს, ხოლო შემდეგ გადადის მაგარ მყიფე მდგომარეობაში. შრობის დროს მაკარონის ცომიდან ტენის მოცილება ხდება ძალიან ნელა, ამიტომ ამ დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს მაკარონის ცომის ყველა თვისება.

დაწნეხვის შემდეგ მაკარონის ცომი მიეკუთვნება კოაგულაციურ სისტემას, რომლისთვისაც დამახასიათებელია კარკასის წარმოქმნა ცილოვანი მოლეკულების მოლეკულათაშორისო ძალების მოქმედებით. ასეთი სტრუქტურის მქონე სხეულები გაუწყლოების შემთხვევაში თანდათან კარგავენ თავიანთ თვისებებს. პლასტიკური მდგომარეობიდან დრეკად-ელასტიკური მდგომარეობის გავლით გადადიან მაგარ-მსხვრევად მდგომარეობაში. მაკარონის ნაწარმის სტრუქტურულ-მექანიკური

თვისებებს ტენიანობის განსაზღვრულ მნიშვნელობასთან ერთად განაპირობებს ცომის ქიმიური შემადგენლობა, ტექნოლოგიური პარამეტრები, მოწელის რეჟიმი, დაწნეხვა და სხვა.

შრობის პროცესების შესწავლის პრაქტიკაში გამოიყენება ორი ტიპის ტენიანობა: აბსოლუტური და ფარდობითი. ფარდობითი ტენიანობა არის ტენის რაოდენობის შეფარდება მთლიან პროდუქტის რაოდენობასთან. აბსოლუტური ტენიანობა არის ტენის რაოდენობის ფარდობა მშრალი ნივთიერების რაოდენობასთან. შრობის ტექნიკაში გამოიყენება აბსოლუტური ტენიანობა. აბსოლუტური ტენიანობის გამოყენება პრაქტიკულია, რადგან შრობის დროს მშრალი მასა არის უცვლელი. ფარდობითი ტენიანობა გამოითვლება

$$W_{\phi} = \frac{q_{\text{ბყ}}}{q_{\text{ბყ}} + q_{\text{მშ}}} \cdot 100\% \quad W_{\phi} = \frac{q_{\text{ბყ}}}{G} \cdot 100\%$$

სადაც, $q_{\text{წყ}}$ - წყლის რაოდენობა, კგ-ში

$q_{\text{მშ}}$ - მშრალი ნივთიერების რაოდენობა, კგ.

G - ტენიანი სხეულის რაოდენობა, კგ.

აბსოლუტური ტენიანობა: $W_{\text{აბს}} (\%)$ გამოითვლება

$$W_{\text{აბს}} = \frac{q_{\text{ბყ}}}{q_{\text{მშ}}} \cdot 100\%$$

გადასაყვანი ფორმულები შემდეგია:

$$W_{\text{ფარ}} = \frac{W_{\text{აბს}}}{100 + W_{\text{აბს}}} \cdot 100\% \quad W_{\text{აბს}} = \frac{W_{\text{ფარ}}}{100 + W_{\text{ფარ}}} \cdot 100\%$$

ტენიანობა, რომელიც გამოსახულია მშრალ ნივთიერებასთან შეფარდებით კგ/კგ. ეწოდება ნივთიერების ტენშემცველობა:

$$U = \frac{q_{\text{ბყ}}}{q_{\text{მშ}}} \text{ კგ/კგ}$$

ტენიანი სხეულის სითბოტევადობა გამოითვლება წყლისა და მშრალი ნივთიერების საშუალო შეწონილი მნიშვნელობით:

$$C_a = \frac{C_{\text{მშ}}(100 - W_{\phi}) + C_{\text{ბ}} W_{\phi}}{100}$$

სადაც: C , $C_{\text{მშ}}$, $C_{\text{წყ}}$ - სხეულის მშრალი ნივთიერების და წყლის სითბოტევადობაა ჯოულ/კგ K.

მაკარონის და ფქვილის მშრალი ნივთიერების სითბოტევადობა ტოლია $C_{ნივთ}=1,659 \text{ ჯ/კგ K}$. კოლოიდურ-კაპილარულ ფოროვან სხეულებში ტენის შეკავშირების ფორმების კლასიფიკაცია მოგვცა პ.ა. რებინდერმა, რომლის თანახმადაც ყველა ფორმის კავშირები იყოფა ქიმიურ, ფიზიკურ-ქიმიურ, ფიზიკურ-მექანიკურად.

ქიმიურად შეკავშირებული წყალი შედის ნივთიერების მოლეკულის სტრუქტურაში და შეიძლება მოცილდეს ქიმიური გარდაქმნის ან გამოწვის შედეგად.

ფიზიკო-ქიმიური(ანუ თერმოდინამიკური) კავშირი შეიძლება იყოს ადსორბციული და ოსმოსურად შეკავშირებული წყალი. წყლის ადსორბციულად შეკავშირება ხდება წყლის მოლეკულების პოლარული ურთიერთქმედებით ცილების და სახამებლის მიკრონაწილებთან. ამ წესით წყლის შეკავშირებას ეწოდება ჰიდრაცია, ხოლო გამოყოფილ ენერგია ჰიდრატაციის ენერგია.

ჰიდრატაციული შეკავშირების ზღვრული მნიშვნელობის მიღწევის შემდეგ კონცენტრაციის სხვაობით გამოწვეული ოსმოსური წნევების მოქმედებით კი ხდება ტენის ოსმოსური შეკავშირება, რომელიც გამოწვეულია შიგა კოლოიდურ ნაწილაკებში წყალში ხსნადი ნივთიერების არსებობით.

კოლოიდური სხეულების ზედაპირი ტენს შთანთქავს წყლის და ორთქლის სახით. წყლის ორთქლი ადსორბციული შთანთქმის დროს იკუმშება და გარდაიქმნება ორთქლში, ამასთან ადსორბციული შთანთქმა ხდება სხეულის როგორც გარე, ასევე შიგა ზედაპირების მიერ. ადსორბციული ტენი არ წარმოადგენს გამხსნელებს, მისი სიმკვრივე 1-ზე მეტია, გაყინვის ტემპერატურა მნიშვნელოვნად ნაკლებია 0°C -ზე, მისი დიელექტიკური მუდმივა მნიშვნელოვნად ნაკლებია თავისუფლად შეკავშირებულ წყალზე.

წყლის ჰიდრატაციული შთანთქმის ზღვრულ მნიშვნელობაზე მიღწევის შემდეგ კოლოიდური სხეულები განაგრძობენ წყლის შთანთქმას არა პოლარული ძალების, არამედ ოსმოსურ წნევათა ძალებით. ტენის ოსმოსურად შეკავშირება ხდება კოლოიდურ ნაწილაკებში წყალში ხსნადი ნივთიერების არსებობით. დისპერსიულ ფაზათა ზედაპირზე

წარმოიქმნება ოსმოსურ წნევათა სხვაობა, რომლის საშუალებით ტენი მი-
აღწევს სტრუქტურის სიღრმეში. ამავე დროს შთანთქმება სტრუქტურუ-
ლი ტენი, რომელიც შთანთქმება ზოლის ფორმის დროს. ასეთ პროცესს
ეწოდება გაჯირჯვება.

ადსორბციული და ოსმოსური ტენის გარდა არის კიდევ კაპილარუ-
ლი ტენი, რომელიც შეკავშირდება მაკრო და მიკრო კაპილარული ძალებ-
ით, ასეთ შეკავშირებულ წყალს აქვს ძალიან მცირე შეკავშირების ენერ-
გია, რომელიც შეიძლება მოცილებული იქნეს მექანიკური გზით: გამო-
წურვით, დაწნეხვით და ა.შ. ასეთ ტენს ეწოდება თავისუფალი და მაკა-
რონის ცომში პრაქტიკულად არ არის.

წყლის შეკავშირების ფორმა მნიშვნელოვანია შრობის ტექნიკაში,
შრობის დროს ოსმოსურად შეკავშირებული ტენის სცილდება უცვლელ
აგრეგატულ მდგომარეობაში, მხოლოდ სხეულის ზედაპირზე გარდაიქ-
მნება ორთქლში. ადსორბციულად შეკავშირებული ტენი კი სხეულის
შიგნით გარდაიქმნება ორთქლში და ასეთ მდგომარეობაში გადაინაც-
ვლებს ზედაპირისაკენ.

წონასწორული ტენიანობა გამოხატავს სველი სხეულის და გარემოს
ურთიერთობას, რომელიც შეიძლება მოხდეს ორი მიმართულე-
ბით: 1. სხეულიდან ტენი აორთქლდება გარემოში და ხდება მისი გაშრობა.
დესორბცია მოხდება თუ სხეულის ზედაპირზე ორთქლის პარციალური
წნევა მეტია ჰაერში ორთქლის პარციალურ წნევაზე. 2. სხეული სველდე-
ბა გარემოდან შთანთქმული ტენის ხარჯზე. ეს პროცესი ხდება, როცა
პარციალურ წნევათა სხვაობა შებრუნებულია.

როცა პარციალურ წნევათა მნიშვნელობები გათანაბრდება, დადგე-
ბა დინამიური წონასწორობა, ე.ი. სხეულის მიერ შთანთქმული და აორ-
თქლებული ტენის რაოდენობა არის თანაბარი. ასეთ მდგომარეობაში
სხეულის ტენიანობას ეწოდება წონასწორული ტენიანობა W , რომელიც
დამოკიდებულია ჰაერში ორთქლის პარციალურ წნევაზე, ანუ მის ფარ-
დობით ტენიანობაზე φ

$$\varphi = \frac{P_{\text{Hპა}}}{P_{\text{M}}} \cdot 100\%$$

სადაც: $p_{\text{ორთ}}$ - ჰაერში ორთქლის პარციალური წნევაა.

P₆ - ნაჯერი ორთქლის წნევა.

ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად დადგენილია, რომ ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის გაზრდით იზრდება მაკრონის ნაწარმის წონასწორული ტენიანობა, განსაკუთრებულად მკვეთრად, როცა $\varphi = 80-95\%$, ამასთან ტემპერატურის გაზრდით წონასწორული ტენიანობა მცირდება.

წონასწორული ტენიანობის მნიშვნელობა და მისი ცვლილება საშუალებას იძლევა საშრობი ჰაერის პარამეტრების და მაკრონის ნაწარმის შენახვის რეჟიმების შერჩევას. შრობა მიმდინარეობს მანამ, სანამ ნაწარმის ტენიანობა არ მიაღწევს წონასწორულ მნიშვნელობას ანუ 13%-ს ამ დროს სცილდება მოსაცილებელი ტენი. წონასწორულ ტენიანობაზე დაბლა ნაწარმში რჩება მოუცილებელი ტენი, რომელიც გამოწვეულია წონასწორულზე ნაკლები ტენშემცველობით.

მაკრონის ნაწარმის ჰიგროსკოპული ტენიანობა ეწოდება ტენიანობას, რომელიც მიიღწევა სორბციის შედეგად ორთქლით ნაჯერ ჰაერში მაკრონის ნაწარმის გაჩერების დროს ($\varphi=100\%$). მაკრონის ნაწარმის ჰიგროსკოპული ფარდობითი ტენიანობა ტოლია 23%-ის, ასეთი ტენიანობის დროს ადვილად ხდება ნაწარმი თვითჩახურება და გაფუჭება.

ტენიანობის გრადიენტი იწვევს ტენის გადაადგილებას გასაშრობი სხეულის სიღრმეში. ტემპერატურათა სხვაობით გამოწვეული ტენის გადაადგილებას ეწოდება თერმოდინამიკა, რომლის დროსაც ტენი გადაადგილდება თბური ნაკადის მიმართულებით. მაკრონის შრობის დროს ტენის ასეთი სახით მიგრაცია უმნიშვნელოა. შრობის დასაწყისში ტენის მცირე მონაკვეთში თერმოდინამიკას და კონცენტრაციულ დინამიკას აქვს ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულება და ჯამური ნაკადს აქვს უდიდესის მიმართულება, როდესაც ნაწარმი გაშრება და გარედან სითბოს მიწოდება აღარ ხდება, ორივე ნაკადი შეიძლება დაემთხვეს ერთმანეთს სიღრმიდან პერიფერიული ნაწილაკებისაკენ. ყველა შემთხვევაში კონცენტრაციული დინამიკის როლი არის მნიშვნელოვანი.

კრიტიკული ტენიანობა ეწოდება ისეთ მნიშვნელობას, როცა სხეულის თერმოდინამიკური მნიშვნელობა კარდინალურად იცვლება. საშრობ ტექნიკაში არჩევენ პირველ და მეორე კრიტიკულ ტენიანობას. შრო-

ბის მთელი პერიოდი შეიძლება ორ ნაწილად გაიყოს: მუდმივი სიჩქარის პერიოდი, რომლის დროსაც დროის რეალურ მონაკვეთში, შრობის მუდმივი რეჟიმის პირობებში ტენის მოცილება ხდება მუდმივი სიჩქარით $dW/dt = \text{const}$ და შრობის სიჩქარის შემცირების პერიოდი ანუ დრო, რომლის განმავლობაშიც მუდმივი რეჟიმის პირობებში ტენის მოცილება ხდება სიჩქარის შემცირებით.

პირველ პერიოდში ხდება სხეულიდან სუსტად შეკავშირებული ტენის (ადსორბციული) მოცილება, მეორე პერიოდში ცილდება ცილების მიერ ოსმოსურად შეკავშირებული წყალი. პირველი კრიტიკული ტენიანობა აღწევს, როცა სხეულის ტენიანობა გახდება ჰიგროსკოპიული. შრობის ხანგრძლივობის შემცირების მიზნით, საჭიროა შეირჩეს შრობის ისეთი რეჟიმები, რომლის დროსაც შესაძლებელი იქნება გახანგრძლივდეს შრომა მუდმივი სიჩქარით და შრობის სიჩქარე იყოს დიდი.

ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად მიღებული მონაცემებით დადგენილია, რომ მაკარონის ნაწარმის შრომა პირველ პერიოდში უნდა მოხდეს შედარებით მაღალი ფარდობითი ტენიანობის და მაღალი ტემპერატურის პირობებში. ამ დროს სიჩქარე უნდა იყოს ზომიერი. მეორე კრიტიკული ტენიანობა აღწევს, როცა გასაშრობი სხეულის ტემპერატურა ტოლი გახდება ჰაერის ტემპერატურის.

შრობის დროს ენერგია იხარჯება ტენის შემაკავშირებელი ძალების დაძლევასა და ფიზიკურ გარდაქმნაზე.

შრობის დროს ადგილი აქვს მაკარონის ნაწარმის რეოლოგიური თვისებების ცვლილებას. ამ დროს ადგილი აქვს ყველა კაპილარულ-ფოროვანი სხეულების შემცირებას. ამ მოვლენას ეწოდება შეკლება. მაკარონის ნაწარმს შეკლება ახასიათებს შრობის მთელ პერიოდში. მაკარონის ნაწარმის სიგრძე W ტენშემცველობის დროს არის l , ხოლო აბსოლუტურად მშრალი ნაწარმის l_0 , მაშინ $l = l_0(1 + \alpha_w W)$ სადაც α_w წრფივი შეკლების კოეფიციენტი

$$\alpha_w = \frac{l - l_0}{l_0 W}$$

შესაბამისად მოცულობითი შეკლება:

$$V = V_0 (1 + \beta_w W)$$

სადაც: V არის საწყისი მოცულობა მ³

V_0 – არის აბსოლუტურად მშრალი ნიმუშების მოცულობა მ³

β_v – მოცულობითი შეკლების კოეფიციენტი.

გრაფიკულად $V=f(W)$ ფუნქციის გრაფიკი წრფეა, სადაც V_0 განისაზღვრება ორდინატის ღერძის მონაკვეთით, ხოლო წრფის დახრის კუთხის ტანგენსი: $\operatorname{tg} \varphi = V_0 \beta_v$

ფარდობითი შეკლება არის მოცულობის შემცირების ფარდობა მის საწყის მოცულობასთან $V_0 \beta_v$. $\beta_v = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{V_0}$

ფარდობითი შეკლება δ არის მოცულობის შემცირების ფარდობა მის საწყის მოცულობასთან V .

$$\delta = \frac{V_1 - V_2}{V_1}$$

შესაბამისად: $\beta_v = \frac{\delta}{(W_1 - W_2) - \delta W_1}$

პირველი ხარისხის ფქვილისაგან მაკარონის ნაწარმის მოცულობითი შეკლების კოეფიციენტია 2,8. მაკარონისათვის ეს კოეფიციენტი ყველაზე მეტია სხვა დანარჩენი ფქვილოვანი ნაწარმთან შედარებით. შრობის რბილი რეჟიმის დროს მაკარონის ნაწარმის გრძივ შეკლებას და ტენიანობას შორის დამოკიდებულება წრფივია, ხოლო მკაცრი რეჟიმის დროს ეს დამოკიდებულება მრუდხაზოვანია. გრძივი შეკლება მნიშვნელოვნად აღემატება დიამეტრალურ შეკლებას. შრობის დროს ტენის განაწილება მაკარონის ნაწარმში არის არა თანაბარი და ემორჩილება პარაბოლურ კანონს. ამიტომ მოცულობითი და გრძივი ზომები არ იცვლებიან ტენიანობის პროპორციულად. ზედაპირული ფენები შეიძლება იყოს მშრალი, მაშინ, როცა შიგა ფენების შრობა ჯერ კიდევ არ დაწყებულა. ამის გამო ზედაპირული ფენების შრობა ხდება მეტად, ვიდრე შიგა ფენებისა, ამიტომ ზედაპირული ფენების ზონაში წარმოიქმნება ძვრის დეფორმაცია.

შრობის არასწორი რეჟიმის დროს ძვრის დეფორმაციამ შეიძლება გამოიწვიოს ზედაპირის დასკდომა და ნაწარმის მთლიანი რღვევა. რღვევა შეიძლება დაიწყოს მაშინ, როცა ძვრის დეფორმაცია მიაღწევს კრიტიკულს, რომელიც დამოკიდებულია ტენიანობის გრადიენტზე $\left(\frac{du}{dx}\right)$

ტენიანობის გრადიენტზე მოქმედებს გარე ფაქტორები, როგორცაა ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა φ და მის ტემპერატურა, მუდმივი ტემპერა-

ტურის პირობებში ფარდობითი ტენიანობის გაზრდა იწვევს გრადიენტის შემცირებას $\left(\frac{du}{dx}\right)$, მცირე მნიშვნელობა შეიძლება მიღწეულ იქნეს ტემპერატურის მცირე და დიდ მნიშვნელობებზე. ეს თავისებურებანი გათვალისწინებული უნდა იქნეს შრობის რეჟიმის შერჩევის დროს.

კონვექციული შრობის დროს მაკარონის ნაწარმს აქვს შემდეგი თავისებურებანი:

1. დაბალი ტენგამტარებლობა, რომელიც გამოწვეულია გარე ზედაპირიდან ტენის აორთქლების ინტენსიურობით შიგა ფენებთან შედარებით და ტენიანობის გრადიენტის წარმოქმნით.
2. ნაწარმის წრფივი და მოცულობითი შეკლება, რომელიც შრობის არათანაბარი რეჟიმისა და დასაშვებზე მეტი ტენიანობის გრადიენტის პირობებში იწვევს ნაწარმის სკდომას.
3. დასკდომის უნარი შენარჩუნებულია შრობის შემდეგ.
4. ტენიანობის შემცირებასთან ერთად ხდება სტრუქტურულ-მექანიკური თვისებების ცვლილება. პლასტიკური მდგომარეობიდან ჯერ გადადის დრეკად-ელასტიურ მდგომარეობაში, შემდეგ კი მსხვრევადში. ყველა მდგომარეობას შეესაბამება ტენიანობის განსაზღვრული მნიშვნელობა. პირველ კრიტიკულ ტენიანობამდე ნაწარმი ინარჩუნებს პლასტიკურობას, მეორე კრიტიკულ ტენიანობაზე ქვემოთ ხდება მსხვრევადი.
5. არის ტენის შეკავშირების ორი ფორმა: ადსორბციული და ოსმოსური. ადსორბციული ტენი ნაწარმში გადაადგილდება ორთქლის სახით, ხოლო დანარჩენი სითხის სახით ცილები იკავშირებენ უფრო ძლიერად, ვიდრე სახამებელი.
6. შრობის ორი პერიოდია: პირველ პერიოდში შრობის მუდმივი სიჩქარეა, ხოლო მეორე – შრობის შემცირებული სიჩქარით. პირველ პერიოდში შრობა მიმდინარეობს შედარებით ინტენსიურად, რადგან ამ დროს ძირითადი სცილდება სახამებლით შეკავშირებული ტენი.
7. წონასწორული ტენიანობა იცვლება საშრობი აგენტის პარამეტრებისა და მაკარონის ცომის თვისებებიდან დამოკიდებულებით. ტენის გადაადგილების მამოძრავებელ ძალებს წარმოადგენენ კონცენტრაციული დიფუზია და თერმოდიფუზია.

შრობის რეჟიმი

შრობის რეჟიმი ითვალისწინებს შრობის აგენტის პარამეტრების (ტემპერატურა, ტენიანობა, სიჩქარე) მნიშვნელობას, შრობის ხანგრძლივობას, შრობისა და ტენის გათანაბრების პერიოდების არსებობა, მათ ხანგრძლივობას და სიხშირეს.

მაკარონის წარმოებაში გამოყენებული შრობის რეჟიმები სხვადასხვაა. რეჟიმების შერჩევის დროს გათვალისწინებული უნდა იქნეს ყველა ის ტექნოლოგიური თვისებები, რომლებიც უკვე განხილულ იქნა. შრობის პროცესის მამოძრავებელი ძალები განპირობებულია მასაცვლის შიგა და გარე პირობებით. ამ დროს წამყვანი როლი ეკუთვნის ტენის შიგა გადაადგილებას. შრობის იდეალურ რეჟიმად ითვლება ისეთი რეჟიმი, რომლის დროს აორთქლების ზონა მოთავსებულია ზედაპირზე და ნაწარმის შეკლება თანაბარია, ხოლო შიგა მასაცვლა არ ჩამორჩება ზედაპირიდან ტენის მოცილებას. ასეთი რეჟიმის მიღწევა რთულია, რადგან ნაწარმის მასაში წარმოიქმნება მნიშვნელოვანი ტენის გრადიენტი, რომლის დროსაც შიგა ფენებიდან ტენის მიწოდება ჩამორჩება ზედაპირიდან ტენის აორთქლებას. ამიტომ მნიშვნელოვანია შენარჩუნებულ იქნას ისეთი ტენიანობის გრადიენტი, რომლის დროს შრობის ინტენსიურობა იყოს ოპტიმალური.

ტენიანობის გრადიენტი ანომალურია. შრობის საწყის სტადიაზე მისი მნიშვნელობა მინიმალურია, ხოლო შემდეგ იზრდება. ამიტომ შრობის დასაწყისში უნდა გამოვიყენოთ მკაცრი რეჟიმი, შემდეგ კი მსუბუქი. მაკარონის ცომის გაშრობისათვის მისაღებია შემდეგი წესი: მაკარონის ცომის სწრაფი შრობა შესაძლებელია მისი პლასტიკური თვისებების არსებობის დროს.

შრობის პროცესის ეფექტურობა ხასიათდება პირველ რიგში შიგა ფენებიდან გარე ზედაპირზე ტენის მიწოდების სიჩქარით, რომელიც შრობის ტექნიკაში ხასიათდება მასალის პოტენციალ გამტარებლობის კოეფიციენტით. მის მნიშვნელობაზე გავლენას ახდენს ჰაერის ტემპერა-

ტურა. ამიტომ შინაგანი ტენის გაცემის ინტენსიფიკაციის მიზნით წინასწარი შეშრობის შემდეგ ხდება ნაწარმის შებერვა მაღალი ტემპერატურის და ტენიანობის მქონე ჰაერით. ამ დროს გარე ზედაპირიდან ტენის მოცილება არის უმნიშვნელო, ხოლო სითბო იხარჯება შიგა ფენების გათბობაზე და ხდება ტენიანობის ველის გათანაბრება, რაც საშუალებას იძლევა დატენიანების შემდეგ გამოყენებულ იქნეს შრობის მკაცრი რეჟიმი. აღსანიშნავია ის, რომ შრობის საბოლოო სტადიაზე პლასტიკური თვისებები იცვლება დრეკადი თვისებებით და ნაწარმი უფრო ადვილად სკდება. მაკარონის ნაწარმის შრობისათვის ფართოდ გავრცელებულია შრობის ოთხი რეჟიმი:

1. სამ სტადიური
2. მუდმივი შრობის უნარის მქონე ჰაერით შრობა.
3. ცვლადი შრობის თვისებების მქონე ჰაერით შრობა.
4. შრობა ნედლი ნაწარმის წინასწარი თბური დამუშავებით.

პირველ შემთხვევაში შრობა მიმდინარეობს სამ ეტაპად. პირველი – წინასწარი შრობა, რომლის დროსაც ხდება ტენის მაქსიმალური მოცილება. გრძელდება 0,5 – 2სთ და მიმდინარეობს მკაცრი რეჟიმით. ამ დროს ხდება მოსაცილებელი ტენის 1/3-ის აორთქლება, მეორე სტადიაზე ხდება მაკარონის კვეთში ტენის გათანაბრება, ამ დროს ხდება დაძაბულობის მოხსნა და მიმდინარეობს ჰაერის შედარებით მაღალი ფარდობითი ტენიანობის პირობებში. მესამე სტადია – საბოლოო შრობა, მიმდინარეობს უფრო მსუბუქ რეჟიმში, რადგან ნაწარმი არის დრეკად მდგომარეობაში.

ნედლი ნაწარმი ენერგიულად შრება, ხანმოკლე დროის განმავლობაში იგი კარგავს მთელი ტენის 1/3-ს და მის ზედაპირზე ჩნდება თხელი გამშრალი ქერქი. ასეთი შეშრობის შემდეგ პროდუქტი გაივლის საკანში, სადაც ჰაერის ტემპერატურა 35°C-მდე მცირდება, ხოლო ფარდობითი ტენიანობა 70%-მდე იზრდება. ამ დროს ტენი გადაინაცვლებს და ნაწარმი რბილდება. რის შემდეგ საბოლოოდ შრება საკანში, სადაც ტემპერატურა თანდათანობით კლებულობს და ცივდება.

მესამე სტადია – საბოლოო შრობა, რომელიც მიმდინარეობს რბილი რეჟიმის პირობებში, რადგან ნაწარმს აქვს დრეკადი დეფორმაციის თვისებები. ამ დროს ზედაპირიდან აორთქლებული ტენი უნდა შეესაბამებო-

დეს შიგა ფენებიდან ტენის მიგრაციას.

ავტომატურ ნაკადურ ხაზებზე მაკარონის მომზადების დროს გამოიყენება სამსტადიური შრობა. შრობა მიმდინარეობს ძირითადად ორ საშრობში, რომლებიც შედიან ხაზის შემადგენლობაში. პირველ საშრობში ხდება წინასწარი შრობა, რომლის დროსაც ტენიანობა მცირდება 20-22%-მდე. ტენის მოცილება ხდება მოკლედ დაჭრილი ნაწარმისათვის ლენტურ ტრანსპორტოზე და მილისებრი ნაწარმისათვის მბრუნავ კასეტებში.

შრობა მუდმივი შრობის უნარის მქონე ჰაერით არის მარტივი, ჰაერის პარამეტრებისა და შრობის პროცესის რეგულირების მიზნით, ამ დროს ჰაერის პარამეტრები უცვლელია შრობის მთელ პერიოდში. ასეთი რეჟიმის უარყოფითი მხარეა ის, რომ პროცესი მიმდინარეობს მაღალი შრობის უნარის მქონე ჰაერით. ასეთი რეჟიმი გამოიყენება ისეთი ნაწარმისათვის, რომლებიც არიან მდგრადი დეფორმაციის მიმართ, კერძოდ მოკლედ დაჭრილი ნაწარმისათვის, რათა მათი ზომები მცირეა.

შრობა ცვლადი შრობის უნარის მქონე ჰაერით მიმდინარეობს თანამედროვე ლენტურ კონვეირულ ორთქლის საშრობებში, რომლებშიც შრება ვერმიშელი, ლაფშა, ნიჟარები, კალმისებრი და ფიგურული ნაწარმი. ნაწარმის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით მიზანშეწონილია დადგმული იქნას ორი საშრობი თანმიმდევრულად. საშრობის ზედა ფენების, ნაწარმის განაწილება ხდება თანაბრად 30 მმ სისქით. შესასვლელზე საშრობი ჰაერის ტემპერატურა 55°C, ამ დროს ფარდობითი ტენიანობა უნდა იყოს არა უმცირეს 95%, ვერმიშელის და წვრილი ფიგურული ნაწარმის შრობის ხანგრძლივობა 20წთ, ლაფშის არაუმცირეს 30წთ, ნიჟარების, კალმისებრი და მსხვილი ფიგურული ნაწარმის არაუმცირეს 50წთ. ჰაერის ტემპერატურის შემცირებით 75°C-მდე შრობის ხანგრძლივობა იზრდება 10-15 წთ-ით.

შრობის პროცესის რეჟიმის ინტენსიფიკაციის ორი ხერხი არსებობს, გარე მასაცვლის დაჩქარება, მაკარონის ცომის ინერციული თვისებების შემცირება. პირველ მეთოდის დროს შეიძლება მოხდეს მზა ნაწარმის დასკდომა. მეორე ხერხის რეალიზაცია შეიძლება ნედლი ნაწარმის თერმული დამუშავებით, რის შედეგადაც მცირდება ცომის ტენის ინერციუ-

ლობის თვისებები, ე.ი. ჩქარდება შიგა დიფუზიური პროცესები. მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში: ნედლი ნაწარმი მუშავდება 22 წთ (მილისებრი ნაწარმი) ან 30 წთ (მოკლედ დაჭრილი ნაწარმი) განმავლობაში ორთქლჰაერით. ორთქლჰაერის ნარევის პარამეტრები შემდეგია: ტემპერატურა 95-98°C, ფარდობითი ტენიანობა 95%, გადახურებული ორთქლის ტემპერატურა იცვლება 120°C-დან 180°C-მდე.

ამჟამად მაკარონის ნაწარმის გაშრობის ძირითადი მეთოდია კონვექციული მეთოდი, ე.ი. შრობა მიმდინარეობს ხელოვნურად გამთბარი ჰაერის იძულებითი ცირკულაციით. უკანასკნელ ხანებში დამუშავებულ იქნა მაკარონის გაშრობის სხვა ხერხებიც. მაგ: შრობა მაღალი ვაკუუმის ქვეშ. ამ მეთოდის დროს ტენის აორთქლება ისე სწრაფად ხდება, რომ ნაწარმის ტემპერატურა ვარდება 7-9°C—მდე, რომელიც ყინულად იქცევა, შემდეგ გადადის ორთქლად წინაწარ თხევად მდგომარეობაში გადაუსვლელად, ე.ი. ადგილი აქვს მყარი სხეულის აორთქლებას დნობის გარეშე (სუბლიმაცია). ამ წესს ეწოდება «სუბლიმაციური შრობა»

გაყინული ნაწარმიდან ტენის შემდგომი მოშორების დასაჩქარებლად გასაშრობი მასალა უნდა გათბეს, რადგანაც ვაკუუმის ქვეშ მყოფ ჰაერს ცუდი თბოგამტარობა აქვს. ჩარჩოებს, რომლებზეც დალაგებულია ნაწარმი, ათბობენ ელექტროენერგიით.

სუბლიმაციის წესით გამშრალ მაკარონის ნაწარმს აქვს ფენოვანი აგებულება და თეთრი ფერი. ხარშვის დროს იგი ორჯერ უფრო ჩქარა (იხარშება ფორმის შენარჩუნებით) იჯირჯვება, ვიდრე ჩვეულებრივი წესით გამშრალი მაკარონი.

ყველაზე ხელსაყრელია კომბინირებული კონვექციულ-რადიაციული შრობის მეთოდი, რომლის დროსაც ტენის აორთქლება ხდება საკმაოდ თბილ და მშრალ ჰაერში, ამასთან ერთად იგი გაიდევნება საშრობიდან მაკარონის ნაწარმის გაშრობა შეიძლება მაღალი სიხშირის დენითაც.

შრობის რეჟიმების რეალიზაცია სამრეწველო საშრობ დანადგარებში

კამერულ საშრობებს, რომლებიც ძველად იყენებდნენ, ბევრი ნაკლი ჰქონდათ, ამიტომ შემდეგ გავრცელდა მშრობი კარადები, სადაც თბილი ჰაერი მიეწოდება ვენტილატორით. შემდეგ გამოყენებულ იქნა საშრობი კარადები ინდიკატური კალორიფელით, რომლებითაც ხდება ოთახის ტემპერატურის ჰაერის გათბობა. ჰაერი ვენტილიატორების დახმარებით იწოვება საშრობი განყოფილებიდან და გადამუშავების შემდეგ განიდევნება გარეთ. ამ წესით მოკლედ დაჭრილი ნაწარმი შრება საშრობი კარადის ჩარჩოებზე, რომელთა ძირი გაკეთებულია ჰაერისათვის ადვილად გასატარებელი მასალისაგან. ვერმიშელის, ლაფშის და სხვა. წვრილი პროდუქციის გაშრობის ხანგრძლივობა 6-10 სთ-ია.

ლაფშა, ვერმიშელი და საერთოდ წვრილად დაჭრილი ნაწარმის გაშრობა შეიძლება სპეციალურ სართულიან ВИС-2 საშრობებში. საშრობი წარმოადგენს სწორკუთხა, დახურული ტიპის აპარატს, რომელშიც მოწყობილია ვიწრო მეტალური თაროები. ნედლი პროდუქტი იყრება ზედა თაროზე ტრანსპორტიორის ან ელევატორის საშუალებით და თანდათანობით ჩამოდის ქვევით. თაროები პერიოდულად შემობრუნდება თავისი ღერძის გარშემო. მასზე მოთავსებული მასა იყრება ქვედა თაროზე და ასე შემდეგ აპარატის ძირამდე. ქვემოდან პროდუქტს ხვდება თბილი ჰაერი, რომელიც ცხელდება აპარატის ძირში დადგმულ კალორიფელში. გამშრალი ნაწარმი გამოდის აპარატის ქვედა ნაწილიდან და სპეციალურ ტრანსპორტიორით გადადის საფუთავ განყოფილებაში.

უკალორიფელო საშრობების გამოყენების დროს საშრობი ჰაერის ტემპერატურა 18-24°C-ია, ე.ი. შრობა ხდება ოთახის ტემპერატურაზე. თუკი მილოვანი ნაწარმი შრება კალორიფერიან საშრობებში, მაშინ ჰაერის ტემპერატურა 28-35°C უნდა იყოს. ამ შემთხვევაში შეიძლება შემცირებული იქნეს ცირკულირებული ჰაერის რაოდენობა და ნაწილობრივ გადიდებული ჰაერის ტენიანობა.

ბევრ წარმოებაში გრძელი, მილოვანი პროდუქტის გაშრობას ახდენენ ლატანზე ჩამოკიდებულ მდგომარეობაში. ლატანი მექანიზირებული წესით გადააქვთ საშრობ კამერაში, სადაც ნაწარმს წინასწარ აშრობენ 35-38°C-ზე, რის შემდეგ ხდება პროდუქციის საბოლოო გაშრობა.

ამჟამად მაკარონის ნაწარმის დამზადების პროცესი მთლიანად მექანიზირებულია და ფართოდ იყენებენ ავტომატურ ნაკადურ ხაზებს, სადაც ნაწარმს ამზადებენ ჩამოკიდების წესით. ცომის მოზელის მომენტიდან დაწყებული მზა ნაწარმის შეფუთვამდე ყველა პროცესის მექანიზირებული და ავტომატიზირებულია. კამერული და კარადული საშრობები თანდათან იცვლება უწყვეტი ქმედების ავტომატიზირებული აგრეგატებით, რომლებიც დამონტაჟებულია ნაკადურ ხაზებში. გრძელი ნაწარმის და მოკლედ დაჭრილი ნაწარმისათვის უწყვეტი ქმედების ნაკადურ ხაზში შედის ნედლეულის მომზადებისა და ტრანსპორტიორების, დაყალიბების, შრობისა და შეფუთვის დანადგარები.

გრძელი ნაწარმის შრობა დაკიდებული მეთოდით ხორციელდება გვირაბულ საშრობებში, რომლებიც წარმოების ავტომატური ЛМБ, ЛМВ, «басано», «брайбанти» და სხვათა შემადგენლობაში. ბასტუნებზე დაკიდებული ნაწარმი ნელა გადაადგილდება საშრობში, სადაც ხდება ჰაერის შებერვა ქვემოდან ზემოთ და პირიქით. აღნიშნული ხაზები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ან სიმძლავრით ან კიდევ ცალკეული ელემენტების კონსტრუქციით, ხოლო შრობის პრინციპი ერთნაირია. შრობა მიმდინარეობს ორ ეტაპად: წინასწარი და საბოლოო შრობა. წინასწარი შრობის დროს ხდება ტენის სწრაფი მოცილება, რადგან ამ დროს ნაწარმს აქვს პლასტიკური თვისებები. წინასწარი შრობა ამცირებს შრობის ხანგრძლივობას და სწრაფი შრობა ხელს უშლის მიკრობიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების წარმართვას, პირველ რიგში დამჟავებას და გამუქებას. ჰაერის პარამეტრები ჩამოთვლილ დანადგარებში ერთნაირია. ამის შემდეგი ტემპერატურაა 35--45°C, ფარდობითი ტენიანობა 65-75%. წინასწარი შრობა მიმდინარეობს 1სთ-დან 3სთ-მდე. ტენიანობა მცირდება 20%-მდე. ხაზები წინასწარი შრობის კამერის შემდეგ აღჭურვილი არიან ინფრაწითელი გამოსხივების დანადგარით.

საბოლოო შრობის კამერა (გარდა ხაზისა) წარმოადგენს გვირაბს, რომელიც სიგრძეზე გაყოფილია საშრობი ტენის გათანაბრების ზონებად. საშრობ ზონებში მოთავსებულია ვენტილიატორები და კალორიფელები. ჰაერის ტემპერატურაა 35-45°C-, ფარდობითი ტენიანობა 70-85%. ტენის გათანაბრების ზონაში ჰაერის ფარდობითი ტენიანობაა 100%. ამიტომ ნა-

წარმის ზედაპირიდან ტენის აორთქლება პრაქტიკულად არ მიმდინარეობს.

ფრანგული ფირმის ავტომატურ ნაკადურ ხაზზე გამოყენებულია ისეთი პრინციპი, რომელიც საშუალებას იძლევა მიღებულ იქნას აბსოლუტურად სწორი ნაწარმი, აქ შრომა მიმდინარეობს ორ ეტაპად ცილინდრულ კასეტებში. შრობის პროცესი მიმდინარეობს 14-20სთ. საბოლოო შრობის გვირაბში ბარაბნები ასრულებენ უწყვეტი რხევით ან ბრუნვით მოძრაობას, რაც აიძულებს ნაწარმს გადაადგილდეს შიგა ზედაპირით. დაკიდებით შრობასთან შედარებით მბრუნავ კასეტებში. შრომა საშუალებას იძლევა დამზადდეს დიდი დიამეტრის მაკარონის ნაწარმი, აგრეთვე დაბალი წებოგვარის ფქვილიდან მიღებულ იქნას ნაწარმი.

თანამედროვე პირობებში მოკლედ დაჭრილი ნაწარმის შრომა ხდება MKC-20, KCA-80, CΠK-4Γ-45, CΠK—4Γ-90. უწყვეტი ქმედების ორთქლის კონვეირულ საშრობებში. შრობის ხანგრძლივობაა 0,5—1,5სთ. ასეთი მკაცრი რეჟიმით შრომა იწვევს ნაწარმის დახეთქვას, მაგრამ ეს დღესდღეობით ყველაზე გავრცელებულია. ეს აიხსნება მისი დიდი წარმადობით, მცირე გაბარიტებით და მომსახურეობის სიმარტივით. შრობის რეჟიმის შერბილების მიზნით დგამენ ორ-ორ საშრობებს. ამ დროს პირველი საშრობი არის წინასწარი შრობისათვის, მეორე კი საბოლოო შრობისათვის, საერთო ხანგრძლივობა შრობისა 1-3სთ-ია, აქედან 0,5სთ-წინასწარი შრობისათვის.

მოკლედ დაჭრილი ნაწარმის შრომა საზღვარგარეთის ფირმების ავტომატურ ნაკადურ ნახაზებზე მიმდინარეობს სამ ეტაპად. გარდა წინასწარი და საბოლოო შრობისა ხდება ნაწარმის წინასწარი შემშრობა, რომელიც მიმდინარეობს სპეციალურ კამერაში, რომლის შიგნით განლაგებულია ერთმანეთზე მოთავსებული ბადისებრი სწორკუთხოვანი ჩარჩოები. ისინი ასრულებენ რხევით მოძრაობებს. რის შედეგად ნაწარმი ზედა თაროდან გადაადგილდება ქვედა თაროსაკენ. ასეთ ნაკადურ ხაზებზე შედარებით შრობის რბილი რეჟიმია, რაც უზრუნველყოფს მზა ნაწარმის მაღალ ხარისხს. მაკარონის წარმოებაში შრობის პროცესის კონტროლი ითვალისწინებს საშრობი ჰაერის პარამეტრების და ნაწარმის ტენიანობის და მჟავიანობის განსაზღვრას.

მაკრონის ნაწარმის სტაბილიზაცია, შეფუთვა, შენახვა

ახლად დამზადებული მაკრონის ნაწარმი არ შეიძლება მაშინვე შეიფუთოს, რადგანაც გაშრობის შემდეგ მას აქვს შედარებით მაღალი ტემპერატურა, ამისათვის ხდება სტაბილიზაცია სპეციალურ მოწყობილობებში. სტაბილიზაციის მიზანია მაკრონის ნაწარმის შინაგანი დაძაბულობის რელაქსაცია, რომელიც გამოწვეულია შრობის დროს მაკრონის ნაწარმის შეკლებით და ხდება ნაწარმის თანდათან გაცივება გარემოს ტემპერატურამდე.

სტაბილიზაცია მიმდინარეობს სპეციალურ დანადგარებში, რომლებსაც ეწოდება სტაბილიზატორ-გამაცივებლები. მოცულობის მიხედვით ისინი იყოფიან ორ ტიპად: მცირე და დიდი მოცულობის. მცირე მოცულობის უწყვეტ სტაბილიზატორებში მაკრონის ნაწარმი იმყოფება 1 საათის განმავლობაში, დიდი მწარმოებლურობის სტაბილიზატორები კი ჩართულია უწყვეტი ქმედების ხაზებში.

6Б—АМБ უწყვეტი ნაკადური ხაზისათვის, რომელიც ამზადებს მილოვან მაკრონს. ჩვეულებრივად გამოიყენება დამაგროვებელი სტაბილიზატორი. მაკრონის ნაწარმის შეფუთვა ხდება მსხვილ ტარაში და წვრილად დაფასობულ (ყუთებში) ტარაში: მუყაოს კოლოფებში, ქაღალდის შეკრულებში, პოლიეთილენის პარკებში.

მსხვილი ტარა კარგად ინახავს მაკრონის ნაწარმის ტრანსპორტირების დროს. გარდა ამისა იგი იცავს ნაწარმს მტვრის, ტენისა და მავნებლებისაგან. იგი უნდა იყოს საკმაოდ მაგარი და მშრალი.

წვრილი დაფასობა, გარდა იმისა, რომ კარგად იცავს ნაწარმს ატმოსფეროს ზემოქმედებისაგან, საშუალებას იძლევა გამოშვებულ იქნას ნაწარმი აწონილი სახით, ლამაზად გაფორმებულ ეტიკეტებში, რაც ძალიან მოხერხებული და მიმზიდველია. მსხვილი ტარა ძირითადად მზადდება ფიცრების ან ფანერის ფურცლებისაგან. მზა ნაწარმის შეფუთვის წინ ყუთებს შიგნით აფენენ ქაღალდს, რომელიც უნდა ფარავდეს პროდუქტს. მაკრონის ნაწარმის შესაფუთად იყენებენ აგრეთვე გოფრი-

რებულ მუყაოს ყუთებს და ტარას. ადგილობრივად გამოსაყენებლად ნაწარმის შეფუთვა დასაშვებია სქელი ქაღალდისაგან დამზადებულ ტომრებში, ე.წ. კრაფ-ტომრებში.

მაკარონის წარმოების ტექნო-ქიმიური კონტროლი

განხილული იქნება ნედლეულის, ნახევარფაბრიკატის და მზა ნაწარმის ანალიზის სტანდარტული მეთოდები, რომლებიც აუცილებელია მათი ხარისხის დადგენისათვის, როგორც წისქვილებში, ასევე წარმოების საწარმოებში აგრეთვე განხილული იქნება რამდენიმე მეთოდი, რომლებიც გამოიყენებიან კვლევით ლაბორატორიებში

ნედლეული: ფქვილი.

ფქვილის ტენიანობის, წებოგვარას შემცველობის, ნაცრიანობის, დაფქვის სიმსხოსა და მეტალურ მინარევების განსაზღვრა ხდება ობიექტური მეთოდებით ГОСТ 9404-60.

ფქვილის სუნი, გემო და კრაჭუნის განსაზღვრა ხდება ორგანოლექტიკურად. ფქვილის ფერი განისაზღვრება როგორც ორგანოლექტიკურად, აგრეთვე ობიექტური მეთოდებით.

პურის ცხოხაში გამოყენებული ფქვილის ფერის განსაზღვრის ობიექტური მეთოდები არ გამოდგებიან მაკარონის წარმოებაში, რადგან პურის ფქვილის ფერის დადგენა დაფუძნებულია სითეთრის ხარისხის შეფასებაზე, ხოლო მაკარონის წარმოებაში ფქვილს აქვს მოყვითალო შეფერილობა, ამიტომ, უკანასკნელ პერიოდში კვლევით ლაბორატორიებში გამოიყენება ე.წ. ორი შუქფილტრის მეთოდი.

ამ მეთოდის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: ფქვილის ნიმუშის ფერი იშლება სამ შემადგენელ ნაწილად: ყვითელი, თეთრი და ყავისფერი. განისაზღვრება მათი პრინციპული შეფარდება.

გაზომვა ხდება ფოტომეტრებზე. ჩვეულებრივი მეთოდიკით განისაზღვრება ფქვილის ნიმუშის სინათლის ამრეკლი კოეფიციენტი. ამისათვის ფქვილი იკრება მჭიდროდ 4მმ. სისქის ჭიქაში და ხდება მოწყობილობაში მოთავსებული სტანდარტული თეთრი ბარიტის ფირფიტასთან.

ჯერ განისაზღვრება არეკვლის კოეფიციენტი იისფერი ფილტრის გავლით, შემდეგ მწვანეს გავლით. ამ კოეფიციენტის ცოდნით შეიძლება განისაზღვროს ფერის თეთრი, ყვითელი და ყავისფერი შემადგენელი ნაწილები ანგარიშისათვის გამოიყენება ფორმულა:

$$B=f, \quad \mathcal{K}=5/4(g-f), \quad K=100-(B+\mathcal{K})$$

სადაც: B, \mathcal{K} , K- თეთრი, ყვითელი და ყავისფერი კომპონენტებია, %
g, f - გამოსაკვლევი ნიმუშების გარდატეხის კოეფიციენტი

ფქვილის ტენიანობა, ნედლი წებოგვარას შემცველობა და ხარისხი, ტენიანობა, დაფქვის სიმსხო, მეტალომინარეების შემცველობა, მავნებლებისაგან დაზიანება, მჟავიანობა განისაზღვრება სტანდარტული მეთოდებით, რომლებიც აღწერილია პურისცხობის ფქვილის ანალიზის განხილვისას.

დანამატები: მელანჟეს ტენიანობა განისაზღვრება როგორც გამოშრობის მეთოდით მუდმივ წონაზე დაყვანამდე, ასევე დაჩქარებული მეთოდით; არბიტრაჟული მეთოდის გამოყენების დროს მინის ბიუქსში ათავსებენ ფხვნილს, რომელსაც ამრობენ მუდმივ წონაზე დაყვანამდე და შემდეგ ათავსებენ 3 –6გ. მელანჟეს, რომელსაც კარგად შეურევენ ფხვნილს, გამოშრობა ხდება ჩვეულებრივი მეთოდით.

დაჩქარებული მეთოდის გამოყენების დროს მეტალურ ჭიქაში ათავსებენ თერმომეტრს, 15გ. გამომწვარ სილას, 5გ. პარაფინს. აიწონება სასწორზე. შემდეგ მასში თავსდება დაახლოებით 5გ. მელანჟე და იწონება. წონების სხვაობით განისაზღვრება მელანჟეს წონა. ჭიქა ფრთხილად ცხელდება ქურაზე. ამ დროს ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 160°. პროცესი გრძელდება 10-12 წთ.

კვერცხის ფხვნილისა და რძის ფხვნილის ტენიანობა განისაზღვრება გამოშრობის მეთოდით მუდმივ წონაზე დაყვანამდე. მჟავიანობა განისაზღვრება გაფილტვრის მეთოდით 0,1 NaOH.

რძის პროდუქტების მჟავიანობა განისაზღვრება ტერნერის გრადუსებში, რომელიც ტოლია 100მლ. პროდუქტში მჟავედ მორეაგირე პროდუქტების ნეიტრალიზაციისათვის დახარჯული 0,1 ტუტის რაოდენობის.

ცილების შემცველობა კვერცხის პროდუქტში განისაზღვრება ამია-

კის გამოდევნის მეთოდით, რომლის დროსაც ცილების რაოდენობა გამოისახება აზოტის შემცველობით.

ნახევარფაბრიკატები.

ცომი.

ცომის მოზელის კონტროლის მიზნით განისაზღვრება პერიოდულად ცომის მოზელის ბოლოს გარეგანი მდგომარეობა, ტენიანობა და ტემპერატურა. გარეგანი შეხედულება ორგანოლექტიკურად. ცომის ტენიანობა განისაზღვრება გამოშრობის მეთოდით მუდმივ წონაზე დაყვანამდე დაჩქარებული მეთოდით, გამოშრობით ჩიჟოვის აპარატში.

ნედლი ნაწარმი.

გამოწნეხილი ნედლი ნაწარმის ხარისხის დადგენის მიზნით განისაზღვრება ძირითადი მაჩვენებლები: გარეგანი შეხედულება, ტემპერატურა, ტენიანობა და მჟავიანობა. გარეგანი შეხედულება განისაზღვრება ორგანოლექტიკურად, ტენიანობა და ტემპერატურა იმავე მეთოდებით, როგორც ცომის ანალიზის დროს. მჟავიანობა განისაზღვრება წყლის ნაყენის გატიტვრით^{0,1} ტუტით ფენოლფტალეინის თანაობისას.

მზა ნაწარმი.

მზა ნაწარმის ხარისხი ГОСТ 875-69-ის თანახმად განისაზღვრება შემდეგი მაჩვენებლებით: ფერი, ზედაპირის მდგომარეობა, ფორმა, ხარშვისადმი დამოკიდებულება, ტენიანობა, მჟავიანობა, მაკარონის სიმტკიცე, დეფორმირებული ნაწარმის შემცველობა.

ტენიანობა და მჟავიანობის განსაზღვრისათვის წინასწარ უნდა დაიფქვას მაკარონის ნაწარმი, ხოლო შემდეგ გამოიყენება იგივე მეთოდები, რომლებიც განხილული იქნენ ფქვილის ანალიზის დროს.

მაკარონის ნაწარმის ხარშვისადმი დამოკიდებულება ხასიათდება შემდეგი მაჩვენებლებით: ხარშვის ხანგრძლივობა მზადყოფნამდე, შთანთქმული წყლის რაოდენობა, მშრალი ნივთიერების დანაკარგი, მოხარშული ნაწარმის სიმტკიცე, მინაწებების ხარისხი.

მოხარშვის შემდეგ მაკარონის ნაწარმის მდგომარეობის განსაზღვრა სტანდარტული მეთოდით გულისხმობს მხოლოდ ათჯერადი რაოდენობის წყალში მოხარშული ნაწარმის ორგანოლექტიკურ შეფასებას.

განვიხილოთ რამოდენიმე ობიექტური მეთოდი:

მზადყოფნამდე მაკარონის ხარშვის ხანგრძლივობა განისაზღვრება დროის მონაკვეთით ცხელ წყალში მაკარონის მოთავსებისა და ნაწარმზე ფქვილოვანი, მოუხარშავი ფენის გაქრობის შემდეგ.

შთანთქმული წყლის რაოდენობა განისაზღვრება კოეფიციენტით:

$$K = \frac{G_2 - G_1}{G_1}$$

სადაც: G_2 - მშრალი ნაწარმის მასაა, გ.

G_1 - მოხარშული ნაწარმის რაოდენობა, რომელიც განისაზღვრება მოსახარში წყლის გადაღვრის შემდეგ, გ.

წყალში გადასული მშრალი ნივთიერების რაოდენობა გამოისახება პროცენტებში მოსახარშ მშრალ ნაწარმთან შეფარდებით. არის სამი მეთოდი: კლასიკური, დაჩქარებული და ექსპრესული. კლასიკური მეთოდის გამოყენების დროს მაკარონის ნაწარმი იხარშება 10- ჯერადი მოცულობის წყალში. შემდეგ მოსახარში სითხე გადაიღვრება წინასწარ გამომშრალ ფაიფურის ჭიქაში და აორთქლება ხდება წყლის აბაზანაზე, ხოლო შემდეგ ჭიქა გადააქვთ გამოსაშრობ კარადაში და გამომშრობა ხდება მუდმივ წონაზე დაყვანამდე.

დაჩქარებული მეთოდით 50მლ მოსახარშ სითხეს ასხამენ წინასწარ გამომშრალ პეტრის ჯამში და აშრობენ საშრობ კარადაში 30 წთ-ის განმავლობაში 130-135°C პირობებში.

ექსპრესული მეთოდით განისაზღვრება სითხის კონცენტრაცია ნეფელმეტრის მეთოდით.

მოხარშული ნაწარმის სიმტკიცე და წებვადობა შეიძლება განისაზღვროს ხელსაწყოზე.

მშრალი მაკარონის ნაწარმის სიმტკიცე განისაზღვრება სტროგანოვის ხელსაწყოზე და ხასიათდება გამტეხი დატვირთვის განსაზღვრით.

დეფორმირებული ნაწარმის, ნატეხისა და ნამცეცის შემცველობა განისაზღვრება აწონის მეთოდით და გამოისახება %—ში

$$D = \frac{B \cdot 100}{B_1}$$

სადაც: B - დეფორმირებული მასაა.

B_1 - ნიმუშის მთლიანი მასა.

მეტალომინარევეების განსაზღვრა ხდება მაკრონის ნაწარმის თხელი ფენიდან მაგნიტის საშუალებით მეტალური მინარევეების აკრებით. მავნებლებისგან დაზიანების განსაზღვრისათვის მზა ნაწარმი უნდა დაიფქვას და ლუპის საშუალებით უნდა მოხდეს მასზე დაკვირვება.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Ауерман Л.Я. Технология хлебопечения производства . Учебни – 9-е изд. Перера. И.д. (под общ.ре. Л.И.Пучковой – СПб: Професия – 2002 – 416 с.
2. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых производств М. «Пищевая промышленность», 1973, 528с.
3. Гинзбург А.С. и др. Сушка короткорезанных макаронных изделий. М., ЦИНТИ пищепром, 1966, 40 с.
4. Медведев Г.М., Крылова В.В. Технология и теххимконтроль макаронного производства, : Пищевая промышленность, 1979 – 144с.
5. Назаров Н.И. Технология макаронного производства.М., Пищевая промышленность, 1979 283с.
6. Чернов М.Е. и др. – Справочник по макаронному производству – М.: Легкая и пищевая производств, 1984 –304с.

