

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ  
AZƏRBAYCAN DÖVLƏT İQTİSAD UNİVERSİTETİ  
MAGİSTRATURA MƏRKƏZİ

*Əlyazması hüququnda*

İmamquliyev Nurxan Sarxan oğlu

“Qida məhsullarının təhlükəsizliyini təmin etmək üçün maşınlarda tətbiq olunan materiallar” mövzusunda

**MAGİSTR DİSSERTASIYASI**

İxtisasın şifri və adı: 060625 - “Texnoloji maşın və avadanlıqlar mühəndisliyi”

İxtisaslaşma: “Yeyinti sənayesi iaşə və ticarətinin texnoloji maşın və avadanlıqları”

Elmi rəhbər:

t.ü.f.d. E.N. Cəfərov

Magistr proqramının rəhbəri:

t.ü.f.d. E.N. Cəfərov

Kafedra müdiri:

t.e.d. prof. M.H.Fərzəliyə

BAKİ – 2019

## Mündəricat

|                                                                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Giriş.....</b>                                                                                                                    | <b>4</b>  |
| . Qida məhsullarının təhlükəsizliyini təmin etmək üçün ilkin mərhələnin təsnifatı .....                                              | 5         |
| .Qida məhsullarının təhlükəsizliyini təmin etmək üçün məhsullarda tətbiq olunan materialların təsnifatı.....                         | 6         |
| . Qida məhsullarının təhlükəsizliyini təmin etmək üçün istifadə olunan qida əlavələri.....                                           | 9         |
| <b>1-ci Fəsil.....</b>                                                                                                               | <b>13</b> |
| 1.Çörək qurğularının aşınma hissələrinin və işçi orqanlarının növləri və onların davamlılığını artıran yollar. Problem hesabatı..... | 13        |
| 1.1 Çörək qurğularının hissələrinin və işçi orqanlarının aşınma növləri və onların dayanıqlılığının yaxşılaşdırılması yolları .....  | 16        |
| 1.2 Xəmir yoğuran məhsulların işçi orqanları.....                                                                                    | 17        |
| 1.3. Xəmir parçalarını daşıyan məhsulların yastıqları və valları.....                                                                | 34        |
| 1.4 Zəncirli Ötürücü elementlər.....                                                                                                 | 40        |
| 1. 5. Xəmir parçalarını kəsən bıçaq .....                                                                                            | 40        |
| 1.6. Kraker qırıntılarının istehsalı üçün çəkiclər.....                                                                              | 47        |
| 1.7. Problem Hesabatı.....                                                                                                           | 56        |
| <b>FƏSİL 2. Tədqiqatın obyekti və metodları.....</b>                                                                                 | <b>60</b> |
| 2.1. Tədqiqatın məqsədi.....                                                                                                         | 60        |
| 2.2. Proqram və tədqiqat üsulları.....                                                                                               | 60        |

|                                                                                                                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3 Yoğurma maşınının yoğurma gövdəsinin səthində alüminium metallizasiya polimer boya örtüyünün formalaşdırılması metodu.....                               | 61        |
| 2.4 İstilik emalı, kimyəvi asidik oksidləşmə və lak-boya örtüklərinin tətbiqindən sonra alınan örtük bıçaqlarının səthində formalaşma metodu.....            | 69        |
| <b>Fəsil 3 .Çörək sənayesi avadanlıqlarının hissələri və işçi vasitələrinin korroziya müqavimətinin artırılması tədqiqatı.....</b>                           | <b>77</b> |
| 3.1. Alüminium və polimer kompozisiyası əsasında metal-polimer örtüklərin formalaşdırılması üçün xəmir yoğurma maşınlarının pərlərinin sərtləşdirilməsi..... | 77        |
| NƏTİCƏ.....                                                                                                                                                  | 84        |
| XÜLASƏ.....                                                                                                                                                  | 85        |
| SUMMARY.....                                                                                                                                                 | 86        |
| PE3IOME.....                                                                                                                                                 | 87        |
| İstifadə olunmuş ədəbiyyat.....                                                                                                                              | 88        |

## **Giriş.**

Müasir dövrdə elmi-tərəqqinin inkişaf mərhələsində “Sənaye”-nin Respublikamızda ən geniş yayılan forması bunlardır: Yüngül sənaye, Yeyinti sənayesi və Neft sənayesi.

Yüngül sənaye dedikdə ilk düşünülmə amil “Qida” sənayesidir. Qida sənayesi müəssisələrində müxtəlif növ kənd təsərrüfatı məhsulları emaldan keçir və ərzaq məhsulları kimi istehlak olunur. Qida sənayesi müəssisələrini digər sənaye müəssisələrindən fərqləndirən əlaməti onların hər yerdə yerləşməsidir. Bu tip sənaye müəssisələrinin istehsal obyektləri şəhərlərdə və kənd yaşayış sahələrində fəaliyyət göstərir. Qida sənayesi Azərbaycanda istehsal olunan məhsulların miqdarına, bu sahə ilə məşğul olan və ya bu sahədə işləyən əhəlinin sayına görə sənaye sahələri arasında birinci yeri tutur. Yeyinti sənayesi ölkə təsərrüfatının ixtisaslaşmış sahələrindən biridir. Qida sənayesində çörəkbişirmə, şərab, konserv, tütün və mineral sular istehsal edilən əsas məhsullardandır. Bunlardan istehsal sayına və tələbatına görə çörəkbişirmə ölkənin ən geniş yayılmış sahələrindən biridir. Qida sənayesinin inkişaf mərhələsi sürətlə və xüsusi diqqətlə inkişaf edir. Bu sənaye inkişaf etdikcə daha çox diqqət tələb edir. Beləki insanların düzgün qidalanması, sağlam nəsilin inkişafı qida sənayesindən olduqca asılıdır. Qida sənayesi məhsulları istehsal prosesinə, xammalın hazırlanmasına, texnoloji proseslərin aparılmasına, düzgün avadanlıqların seçilməsinə görə bir-birindən fərqlənir. Buna görə də hər bir istehsal olunan məhsulun xarakteristikasına uyğun olan qurğuların və avadanlıqların seçilməsi tələb olunur. Qida sənayesi məhsullarının təhlükəsizliyini təmin etmək üçün istehsalın texnoloji sxemlərindən və müəssisə qanunauyğunluqlarından istifadə etmək lazımdır. Qida sənayesinin təhlükəsizliyini bir neçə yolla təmin etmək olar. Bunlardan ən öndə gələnləri gigiyenanın, qida məhsullarının saxlanma qabları materiallarının və qida istehsal edən maşınların materiallarının düzgün seçilməsidir.

## **1. Qida məhsullarının təhlükəsizliyini təmin etmək üçün ilkin mərhələnin təsnifatı .**

Kütləvi istehsal müəssisələrində müəyyən olunmuş gigiyena qaydalarına riayət etməklə qida təhlükəsizliyinin ilkin mərhələsini təmin etmək mümkündür. Qida məhsullarının gigiyenası müəssisə daxilində çalışan insanlardan asılıdır. Qida məhsulları ilə bir başa təmasda olan şəxslər gigiyenaya çox ciddi diqqət yetirməlidirlər. Müvafiq şəxsi gigiyena təmin etmək üçün heyətə uyğun şəraitin qurulması, ərzaq təhlükəsizliyi tələblərinə cavab verməyə kömək edir[10].

Bakteriyalar asanlıqla bioloji və fiziki çirklənmə vasitəsilə yayıla bilər. Bu, ərzaqlar vasitəsilə xəstəliklərin daşınmasına səbəb ola bilər. Ərzaq təhlükəsizliyi müəssisələri şəxsi gigiyenayı təmin etmək üçün aşağıdakı faktorlara riayət etməlidirlər.

1. Əl yuma - əlverişli əl yuma üsullarını uyğun vaxtlarda təmin etmək.
2. Ərzaq ilə əl təmasının azaldılması - xam ərzaq ilə birbaşa əl təmasının minimuma endirilməsi.
3. Fərdi təmizlik - qablar və əlcəklərin birdəfəlik istifadəsi, öskürmək olmaz, kəsiklər və yaralar olduğu halda işləmək olmaz, zinət əşyaları geyinmək olmaz.
4. Qoruyucu paltar - təmiz qoruyucu paltar geyinməli və çirklənmənin qarşısını almaq üçün müvafiq qaydada işləməli.
5. Xəstə heyəti - heyət xəstəlikləri bildirməlidir; qusma və ya ishal ilə çalışanları sahəyə buraxmaq olmaz.

Nəzarət elementləri ərzaq təhlükəsizliyində mühüm rol oynayır. Müəssisədə gigiyenik təmizlik olmazsa, o zaman xəstəlik yoluxdurucu həşəratlar çoxala bilər və istehsalın istənilən mərhələsində qidaya həmin həşəratlar xəstəliklər yayı bilər. Gəmiricilər xəstəlikləri yaymaqla yanaşı istehsalat binalarına , qurğular və maşınlara ziyan vura bilər .Bu kimi mənfi halların qarşısını almaq üçün “haşiyə nəzarətinin monitorinqi və aşkarlanması” investisiyaları zərərvericilərin qida təhlükəsizliyinin təsis edilməsinə yardım göstərə bilər[10].

Doğru gigiyena standartlarının təmin edilməsi və yeyinti xəstəliyinin baş verməsi riskini azaltmaq üçün təmizləyici və dezinfeksiya proqramlarını müəssisə qanunlarına daxil etmək lazımdır. Bu proqramlar ərzaq zəhərlənməsinə gətirib çıxaran mikroorqanizmlərin aradan qaldırılması üçün qida hazırlama sahələrinin, eləcə də qida emal dövründə istifadə edilən maşın və qabların düzgün təmizlənməsi və dezinfeksiya edilməsini əhatə edir. Düzgün təmizləmə proseslərinə sadıq qalmaq qida təhlükəsizliyini təmin edəcək və həşaratların yaranması, eyni zamanda zərərvericilərin emal sahələrinə zərər verməsini azaldacaqdır [10].

Son zamanlar ölkə başçımızın verdiyi sərəncamlar və yaratdığı “Qida Sənayesi Agentliyi” nəticəsində yeyinti sənayesində böyük inkişaf yaranmışdır. Bu inkişaf müasir dövrdə bir çox qida emal sahələrində əl əməyindən istifadənin azaldılması və emal sənayesində avtomatik xətlərin yaradılması qida təhlükəsizliyini təmin edir. Müasir emal sahələrində qida istehsalı avtomatik qablaşdırma avadanlıqları ilə istehsal edilir. Bu avadanlıqlar əl əməyindən istifadəni azaldır və insan gigiyenası təhlükəsini aradan qaldırır. Baxmayaraq ki, bu avadanlıqlar tam avtomat şəkildə işləyir onların işlək hissələrinə mütəmadi olaraq nəzarət edilməlidir. Qida ilə bir başa təmasda olan hissələr iş gününün sonunda və ya müəyyən edilmiş vaxtlarda gigiyenik qaydalara əməl edərək təmizlənməsi tövsiyə edilir. Xüsusilə də qida saxlama qablarının təmizlənməsi önəm daşıyır [9].

## **2. Qida məhsullarının təhlükəsizliyini təmin etmək üçün maşınlarda tətbiq olunan materialların təsnifatı .**

Qida təhlükəsizliyinin təmin edilməsinin digər əsas məsələsi isə, qida istehsal müəssisələrində qida istehsal maşınlarında və qida saxlama qablarında istifadə olunan materialların təsnifatıdır. Materialların düzgün seçilməsi və istifadə qaydalarına güclü nəzarətin olması böyük əhəmiyyət kəsb edir. Qida istehsal maşınlarının hissələri və saxlama qabları qeyri-metal (polimer, polietilen, polivinilxlorid, polyofenis) və metal materiallardan( Al, Cu, Pb, Ni, Zn, Sn) hazırlanır [10].

## **Qeyri-metallar, yəni plastik materiallar:**

- 1. Polimer-** materialları, qida sənayesində maşın hissələri, saxlama qabları, soyutma sistemləri, boru kəmərləri, və qablaşdırıcı materialların istehsalı üçün istifadə olunur. Polimer materialların (xammal və məhsullar) müxtəlif kimyəvi və fiziki xassələri ola bilər. Bu baxımdan, SES təşkili polimer materiallardan istifadədə profilaktik sanitariya nəzarəti həyata keçirir. Polimer materialların məhsullarının üstünlükləri qidanın yaxşı qorunmasını təmin edir və materiallar yüngül olur. Polimer materialların əlverişsiz şəraitdə istifadəsi mənfi xüsusiyyətlər yaradır[9]. Ən əsası isə "köhnəlmə"-sidir. Polimer komplekslər kimyəvi çevrilmələr, yüksək temperatur, UV radiasiya, hava oksigeni və digər amillərin təsiri altında polimer xassələrini itirir və mənfi təsirlər göstərir. Bu isə qida sənayesinin təhlükəsizliyi üçün böyük təhlükədir.
- 2. Polivinilxlorid-** materialları davamlılıq, sərtlik, kimyəvi davamlı,  $65^{\circ}\text{C}$  temperaturda tab gətirə bilən materiallardır. PVC boru kəmərlərin, avadanlıq hissələrinin, qida üçün kiçik qabların istehsalında istifadə olunur. Kolbasa qida qablaşdırmada istifadə olunur[9].
- 3. Polyolefins-** Bu qrupa aşağı və yüksək təzyiq polipropilen və polietilen daxildir. Polietilen dözümlü, zərbəyə davamlı, suya və yüksək kimyəvi proseslərə davamlıdır. Oksigen və UV şüalarının təsiri altında köhnəlir,  $110^{\circ}\text{C}$  temperaturda yumşalır. polietilen ərzaq məhsullarında (çörək, süd, balıq məhsullarının istehsalı, toplu məhsullar, və s.) müxtəlif növ qablaşdırma kimi istifadə olunur. Duzlu balıq məhsullarının saxlanması üçün istifadədə çəllək, duzlu tərəvəzlərin saxlanması isə polietilen çəllək kimi hazırlanıb istifadə olunur[10]. Kartof polietiləndən hazırlanmış kisələrdə nəql olunur. 0.5 litr və 1 litr tutumlu süd və süd məhsulları üçün qablar kimi istifadə olunur. Polipropilen konserv qapaqları, ictimai iaşə müəssisələrində qablar, qabyuyan və s kimi istehsal üçün istifadə olunur.

**Metallar:- Al, Cu, Pb, Ni, Zn, Sn metal elementləri qablaşdırmada və qida istehsal materiallarında geniş istifadə olunur.**

**Alüminium (AL)** - yüngül olan gümüşü ağ metaldır və yer qabığının ən çox metal elementidir. Alüminium materialından istehsal olunan qablar üçün materiallar anodized alüminium və ərintilərdən ibarətdir . Alüminium və onun birləşmələri aqressiv mühitdə aşağı ərimə qabiliyyətinə malikdir. Xüsusilə duzla təmasda olduqda səthində kimyəvi reaksiyalar baş verir[10]. Bu səbəbdən duzlu qida məhsullarının istehsalında və saxlanılmasında alüminium materialından istifadə məsləhət görülmür. Alüminium metal, yemək qabları, içki qabları və folqa kimi qida qablaşdırma, eləcə də digər sənaye məqsədləri üçün istifadə olunan müxtəlif növlərə malikdir. Sülfat, fosfat, hidroksid və silikat kimi alüminium birləşmələri qida emalı (məsələn, qida əlavələri), suyun təmizlənməsi (məsələn, koagulantlar), istehlakçı məhsullar (məsələn, antiperspirantlar) və dərman vasitələrinin (məsələn, antasidlərin) hazırlanmasında və qablaşdırılmasında istifadə olunur. Alüminium materialından qida sənayesində daha çox folqa hazırlanmasında istifadə olunur[10]. Alüminium folqa meyvə tərəvəzlər və qida məhsulları üçün təhlükəsizdir.

**Mis (Cu)-** Yüksək dərəcədə yüksək istilik və elektrik keçiriciliyinə malik olan yumşaq və süni bir metaldır. Təmiz mis səthində pinkish-turuncu rəng var. Mis istilik və elektrik dirijoru kimi bir tikinti materialı kimi istifadə edilir və zərgərlikdə istifadə edilən sterling gümüş, dəniz donanımı və sikkələri hazırlamaq üçün istifadə olunan cupronickel və gərginlik ölçü cihazları və termokupllarda istifadə olunan müxtəlif metal ərintilərin tərkib hissəsi kimi istifadə olunur temperaturun ölçülməsi üçün. Eyni zamanda mis, sağlamlığınızın qorunması üçün bədəninizin az miqdarda tələb etdiyi mineraldır. Bu səbəbdən qida sənayesi üçün saxlama qabları və qida məhsulları hazırlama qablarının istehsalında istifadə olunur[10].

**Nikel (Ni)-** yüksək bir parıltı ala bilən yüngül bir qızıl rəngli gümüşü ağ metaldır. Buradakı otaq temperaturunda maqnit olan və ya digərləri dəmir, kobalt və



gadolinium olan dörd elementdən biridir. Küri temperaturu 355 ° C (671 ° F) təşkil edir, yəni nikel bu temperaturun üstündə qeyri-maqnitdir. Nikelin vahid hüceyrəsi 0.352 nm olan qəfəs parametrinə malik bir üz mərkəzli kubdur, atomun radiusunu 0.124 nm təşkil edir. Bu kristal strukturu ən az 70 GPa təzyiqə sabitdir. Nikel keçid metallarına aiddir. Paslanmayan, sərt, sünbüllü, keçid metallarının elektrik və istilik keçiriciliyi üçün olduqca yüksəkdir. Ideal kristallar üçün nəzərdə tutulan 34 GPa yüksək təzyiq gücü, dislokasiyanın meydana gəlməsi və hərəkəti nəticəsində əsl toplu materialda əldə edilmir; Buna baxmayaraq Ni nanopartikullarında əldə edilmişdir. Qida sənayesində Ni element materialından geniş istifadə olunur. Xəmir yoğurma qazanlarının, yoğurucu orqanların, saxlama qablarının və qida istehsal edən maşınların avadanlıqlarında istifadə olunur. Ni elementi duzlu məhsullarla reaksiyaya girdikdə səthində təhlükəli kimyəvi reaksiyalar yaranmadığından qida sənayesi istehsalı üçün uyğun element kimi qəbul olunur[10].

### **3. Qida məhsullarının təhlükəsizliyini təmin etmək üçün istifadə olunan qida əlavələri.**

Dünyada qida istehsalı zamanı istifadə edilən bütün qida əlavələrinin kodları Codex Alimentarius Komissiyasının səhifəsində qeyd edilib. Rəqəmsal sxem, Codex Alimentarius komitəsi tərəfindən müəyyən edilən Beynəlxalq Numaralaşdırma Sisteminin (INS) aşağıdakılardan ibarətdir, baxmayaraq ki, INS əlavəsinin yalnız bir hissəsi Avropa İttifaqında qida əlavələri kimi istifadə üçün təsdiq edilmişdir[9,10]. Avropa qitəsindən və Rusiyadan kənarda E nömrələri digər ölkələrdə, o cümlədən Körfəz, Cənubi Afrika, Avstraliya, Yeni Zelandiya, Malayziya və İsrailin ərəb ölkələri üçün əməkdaşlıq Şurası da daxildir. Şimali Amerikalı qablaşdırmada, xüsusilə də idxal olunan Avropa məhsullarında, hələ də az olsa da, getdikcə artır. Bəzi Avropa ölkələrində "E nömrə" bəzən qeyri-rəsmi olaraq süni qida əlavələri üçün istifadə olunur və məhsullar "E nömrələrindən azad" ola bilərlər. Bu yanlışdır, çünki təbii qidaların bir çox hissəsi E nömrələrini

təyin edir (və sayı kimyəvi tərkibə aiddir), məs. vitamin C (E300) və likopen (E160d), havada tapılmışdır. Belə sistemlərin hazırlanması istehsalçıların və istehlakçıların düzgün informasiya almasında böyük önəm daşıyır. Qida əlavəsinə verilən belə kodlar onların əvvəlcədən laboratoriyada insan sağlamlığına üçün ziyanlı olub-olmaması yoxlanılır, tam təhlükəsiz olduğu müəyyənləşdirildikdən sonra verilir. Hər bir qida əlavəsinin hansı miqdarda və ya həcmdə istifadəsi araşdırmalar zamanı müəyyən edilərək standart kimi qəbul olunur. E ədədləri Avropa İttifaqı daxilində istifadə üçün qiymətləndirilmiş qida əlavələri kodlarıdır ("E" prefiksi "Avropa" üçün nəzərdə tutulur). Onlar Avropa İttifaqı ərazisində yeyinti etiketlərində aşkar olunurlar. Təhlükəsizliyin qiymətləndirilməsi və təsdiqlənməsi Avropa Qida Təhlükəsizliyi Təşkilatının (EFSA) məsuliyyətidir[10].

Qida məhsullarının istehsalında istifadə edilən qida əlavələri müxtəlif funksional qruplara ayrılır: E100 - E182 qrupu - rəngləyici, E200 - E280 qrupu – konservant, E300 - E391 qrupu – antioksidant və turşuluq tənzimləyiciləri, yəni , məhsulun tez xarab olmasının qarşısını almaq üçün istifadə olunan maddələr, E400 - E482 qrupu - stabilizator, yəni qida məhsulunun tərkibini sabit saxlayan maddələr, E550 - E583 qrupu - emulqatorlar, E600 - E637 qrupu - dad və aromatizatorlar, E900 - E967 qrupu - köpüyə qarşı, şəffaflıq verən əlavələri və E1100 - E1105 qrupu - ferment preparatları bildirir [9]. Göstərilən qruplardan istifadə qida məhsullarının növünə və tərkibinə görə təyin edilir.

Qida əlavələrini kimyəvi və təbii yolla əldə etmək olar. Əlavələrin tərkibində olan birləşmələr qida məhsullarının keyfiyyətini qoruyur, tez xarab olmasını, zərərli, xəstəliktörədən mikroorqanizmlər və onların toksinləri, başqa sözlə desək zəhərləri ilə çirklənməsinin qarşısını alır.

Qeyd etmək lazımdır ki, qida istehsalı zamanı istifadə edilən vitamin, amin turşuları və mineral maddələr də qida əlavəsi hesab edilir. Qida əlavələrinin insan

sağlamlığı üçün təhlükəsiz olması ən önəmli faktor olduğundan, onların istifadə miqdarının və müvafiq standartlara uyğunluğunun daim yoxlanılması vacibdir.

Qazlı alkoqolsuz içkilərin istehsalı zamanı E950- Asesulfam kalium, E951 – aspartam (şəkər əvəzedici), E338 – ortofosfat turşusu, E211 - natrium benzoat və s. kimi əlavələrdən istifadə edilir[9].

Yuxarıda qeyd edilən hər bir qida əlavəsinin istifadəsi üçün müvafiq miqdarda limitləri var. Limitdən kənara çıxıldığı halda insan sağlamlığı üçün təhlükə yaranır. Qida məhsulları istehsalında ən çox istifadə olunan E211 - natrium benzoat və E212 – kalium benzoat əlavələri antioksidant kimi istifadə edilən E300 – askorbin turşusu (vitamin C) ilə birləşərək benzol birləşməsi əmələ gətirir və bu maddə orqanizmdə xərçəng xəstəliyinin formalaşmasına səbəb olur[9].

Qida məhsullarının istehsalında istifadə olunan qida əlavələri elementləri məhsulun keyfiyyətinin artırılması və bakterial çirklənmələrin azaldılması məqsədi olsa da, qida əlavələri elementlərindən düzgün istifadə olunmalıdır əks halda zərərli təsirlərə gətirib çıxara bilər.

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti İlham Əliyev cənablarının göstərişi ilə qida sənayesinə və daha dəqiq çörək istehsalına xüsusi diqqət yetirilir. Qida sənayesinin digər sahələri kimi yəni şərabçılıq, balıqçılıq, ət və ət məhsulları istehsalı, süd və süd məhsulları istehsalı və s kimi çörək istehsalında günü-gündən inkişaf edərək yeni texnologiyalar və yeni təchizatların köməyi ilə, insan sağlamlığı üçün təhlükəsiz məhsulların istehsalına önəm verilir. Bu gün ölkəmizdə aparıcı çörək istehsalı fabriklərindən olan “Nömrə 1” brendi əhalinin sağlam inkişafı üçün yeni avadanlıqlarla çörək istehsal edir. “Nömrə 1” çörək zavodu 2012 ci ildə “Gilan holding MMC” tərəfindən təsis edilmiş və 2013-cü ilin oktyabr ayının 18-də cənab prezident İlham Əliyev tərəfindən istifadəyə verilmişdir.

Bu fabrikdə gigiyenik və istehsal baxımından ən yüksək keyfiyyətli təchizat, maşın və avadanlıqlardan istifadə olunur. Fabrikdə alman texnologiyalı istehsalat sahəsi, soyutma sahəsi, anbar, qablaşdırma sahəsi mövcuddur. Qida sənayesinin ən geniş istifadə olunan məhsulu istehsal sayına və gündəlik istehlakına görə çörəkdir. Bu səbəbdən qida məhsullarının təhlükəsizliyinin təmin edilməsi üçün istifadə olunan maşın və materialları çörək istehsalında araşdıracağıq.





## **I FƏSİL.**

### **1. ÇÖRƏK QURĞULARININ AŞINMA HİSSƏLƏRİNİN VƏ İŞÇİ ORQANLARININ NÖVLƏRİ VƏ ONLARIN DAVAMLILIĞINI ARTIRMA YOLLARI. PROBLEM HESABATI.**

Azərbaycanın bütün sənaye sahələrində təmir avadanlıqları və ehtiyat hissələrinin maksimal səviyyəyə çatdırılması üçün görülən işlərin əsası zərərin və riyazi xərclərin aradan qaldırılmasıdır.

Avadanlıqların fasiləsiz istismarı hər bir sənaye müəssisəsi, xüsusilə də qida müəssisələri üçün vacibdir.

Müasir qida istehsalının xarakterik xüsusiyyəti texnoloji proseslərin intensivləşdirilməsi və avadanlıqların məhsuldarlığını artırmaqdır. Bu xüsusiyyət hissələrin səthinin dərəcəsinə və bütün avadanlıqların normal fəaliyyətinin pozulmasına səbəb olur [1]. Nəhayət, sənaye müəssisələrindəki avadanlıqların iş prosesinin dayandırılmasından əlavə həm də məhsullara ziyan vurur.

Buna görə, qida istehsal edən maşınların sürtünmə hissələrinin aşınma müqavimətinin artırılması, həmin maşınların qida sənayesində istifadəsi zamanı

uzunömürlüyünü və etibarlılığını atırmaq mühüm vəzifələrdən biridir.

Hal-hazırda, qida istehsal müəssisələrində maşın avadanlıqlarının hissələrinin köhnəlməsini, həm də işlədikləri texnoloji mühitin seçilməsinə əsaslanaraq, geyinmənin qarşısının alınması üçün vasitələrin inkişafına xüsusi diqqət yetirilir.

Bu problemi həll etmək üçün aşağıdakı tədbirlər görülməlidir [4]:

1. Aşınmanın intensivliyinin azaldılması baxımından səmərəli strukturların inkişafı. Oynağı vuran yoldaşların iş şəraitinin yaxşılaşdırılması və təmiri asanlaşdırmaq;

1. Əməliyyat şəraitində kifayət qədər aşınma müqavimətinə malik materialların seçimi (məsələn, alaşımlı çeliklərin və yüksək keyfiyyətli qaliblərin istifadə edilməsi avadanlıqların aşınmaya qarşı müqavimətini çox artırır)

2. Bu iş şəraitində aşınma dayanıqlılığını artırmaq üçün sürtünən səthlərin xüsusiyyətlərində texnoloji inkişaf;

4. Aşınma dərəcəsini azaldan əməliyyat tədbirləri (məsələn, yüksək keyfiyyətli sürtmə səthlərinin vaxtında yağlanması).

Lazımi tövsiyələrin olmaması səbəbi ilə, sürtkü hissələrinin istehsalı üçün materialların seçilməsi və onların emal üsulları çox vaxt əsaslandırılmır, təbii olaraq təsadüfi deyil və həmişə avadanlıq hissələrinin dayanıqlılığının azalmasına səbəb olur.

Bir sıra yeyinti sənayesi müəssisələrinin avadanlıqlarının etibarlılığının təhlili göstərir ki, halların 80%-ində baş verən uğursuzluq işçi orqanlarının səthinin fəlakətli şəkildə aşınmasıdır.

Qidalanma maşınlarının işçi hissələrinin aşınması və yırtılması nəticəsində məhsuldarlıq 1,5-2 dəfə azalır və enerji istehlakı 2 dəfədən çox artıb və emal olunmuş xammalın keyfiyyəti pisləşir. İşçi orqanlarının aşınması müqavimətinin səviyyəsi olduqca aşağıdır və onların yüklənmiş hissələrində davamlı işin müddəti 100-150 saatı keçmir [1].

Çörək sənayesi yeyinti sənayesinin ən böyük filiallarından biridir. Çörək məhsullarının əsas məhsulları müxtəlif çeşidlər, çörək və çörək məhsullarının



növləridir. Statistika görə 2008-ci ildə respublikada bişirmə sənayesi qida sənayesi istehsalının ümumi həcmnin 15%-ni, statistik məlumatlara əsasən, çörək və çörək məhsullarının istehsalı 1,185 min ton təşkil edib. Bu gün ölkədə bütün çörəkçilərin ümumi sayı 1000-dən çoxdur, bu da bütün çörək çeşidinin 2000 mindən çox tonunu istehsal edir [3].



**Şəkil 1.1** Çörək bişirmə və xəmir hazırlama maşınları

Xəmir hazırlanması və emalının davamlı prosesləri tətbiq olunan bişirmə sənayesinin müəssisələri üçün avadanlıqların fasiləsiz və etibarlı işləməsi xüsusilə vacibdir. Maşın və qurğuların işlənməsi zamanı hissələri partiyadan çıxarılır, nəticədə istehsalat ritmini və istehsal olunan məhsulların keyfiyyətini pozan uğursuzluqlara və dayanıqlığa səbəb olan avadanlıqlar itirilir.

Avadanlıqların təkmilləşdirilməsi əsasən istehsal prosesinin intensivləşdirilməsinə, istehsal olunan məhsulların keyfiyyətinin yüksəldilməsinə, zərərin və xammal xərclərinin azaldılmasına, yeni qabaqcıl texnologiyaların inkişafı və tətbiqi ilə bağlıdır [2].

Buna görə də, çörək istehsalının faktiki problemi istehsal potensialının tam və effektiv istifadəsi, dayanıqlılığın azaldılması və proses avadanlıqlarının dəyişmə nisbətinin artmasıdır. Bu problemi həll etmək üçün effektiv yollardan biri hissələri və işləyən orqanların aşınma müqavimətini artıraraq maşın və quğuların etibarlılığı və davamlılığını artırmaqdır [4].

Bişirmə sənayesinin müəssisələrinin, avadanlıqların dayanıqlılığının artırılması məqsədilə dayanıqlılığın artırılması məsələləri, əsasən sürtgü parçaları və onların emal üsulları üçün məqbul seçicilər tərəfindən həll edilir. Bunun üçün müxtəlif materillərin aşınma nümunələri, müxtəlif emal üsullarının istifadəsinin effektivliyi barədə məlumatların olması geyimi azaltmaq vasitəsi kimi olmalıdır [2].

### **1.1 Çörək qurğularının hissələrinin və işçi orqanlarının aşınma növləri və onların dayanıqlılığının yaxşılaşdırılması yolları .**

Buğda çörək istehsalının istehsal xətti üçün avadanlıqların etibarlılığı və davamlılığını artırmaq üçün ən çox aşkarlıq hissələri və işləmə hissələrinin nomenklaturasını müəyyən etmək üçün çörək istehsalı avadanlıqlarının hissələrinin və işçi hissələrinin aşınması üzrə mövcud ədəbiyyat məlumatlarını təhlil etmək lazımdır. Texnoloji əməliyyatların, texnoloji mühitlərin və onların fəaliyyət göstəricilərinin uyğunlaşdırılmasına uyğun olaraq aşınma növlərinə görə onların aşınmasını öyrənmək və təsnif etmək, mövcud aşınma müqavimətinin mövcud vasitələrini qiymətləndirmək, yeni texnologiyaların hazırlanması ilə maşın və çörək istehsalçıların etibarlılığını və davamlılığını artırmaq yollarını müəyyən etmək lazımdır. Davamlı qoruyucu sistemi aşındırmaq lazımdır.



Çörək istehsalı üçün avtomatlaşdırılmış istehsal xətləri xammalın ölçülməsi üçün maşınlar, xəmir hazırlanması, kəsilməsi və izolyasiya edilməsi, xəmir parçalarının kəsilməsi, habelə xüsusi süd məhsullarının istehsalı üçün maşınlar daxildir. Göstərilən təyinatın maşın hissələrinin sıx geyimi xüsusilə davamlı dövrdə istismar zamanı fırın avadanlıqlarının əhəmiyyətli kəsilməsinə səbəb olur və bütün proses xəttinin işi hər maşının düzgün işlənməsinə bağlıdır.

Qabiliyyət nisbətinin təhlili göstərir ki, buğda xəmirini hazırlamaq üçün maşın və avadanlıqların ən qalıcı hissələri işləyir (yoğurma); buğda xəmirini kəsmək üçün- ulduzlar, zəncirlər; xəmirləri gündə halında kəsmək üçün istifadə olunan bıçaqlar, suxarı istehsalında istifadə olunan çəkic.

## **1.2 Xəmir yoğuran maşınların işçi orqanları.**

Çörəyin keyfiyyəti əsasən istehsalın hər bir texnoloji mərhələsinin axınının rejimindən asılıdır, lakin xəmirin hazırlanması mühüm elementdir. Bir neçə mərhələdən ibarətdir: yarımfabrikat, xəmir yoğurma və fermentasiya. Hazırlanmış və ölçülü xammaldan xəmir yoğurduqda homojen kütlə əldə edilir. Xəmirin gəlməsindən xəsonra bütün komponentlər (un, su, maya, duz, şəkər, yağ) qarışdırılır və daha sonra daha çoxişlənmə - plastifikasiya edilir. Yağlama ,yığılan kütlələri uzatmaq, havalandırma ilə müşayiət olunur. Testin ilkin temperaturu 28-30° C-dir [8]. Yarımfabrikatların və xəmir yoğurma və fermentasiya edilməsi xəmir qarışdırma maşınları istifadə olunur ki, bunun nəticəsində kütləvi yoğurma, plastikləşdirmə və havalandırmaq üçün bir qabdan ibarətdir.

Yoğurma aləti, xəmiri xırda yoğurmaq üçün xarakterizə olunan və maya olan bir polad figured bıçaqdır (Şəkil 1.2) . Maya hərəkətləri çərçivəsində qarışıq xəmirdə spirtli fermentasiya prosesi baş verir. 1-ci dərəcəli unun xəmirinin son turşuluğu 3,8-4°; test 3,6°



Şəkil 1.2. Xəmir yoğuran maşının işçi orqanı.

Spirтли fermentasiya nəticəsində yığılmış karbon dioksid baloncuqları xəmiri boşaltmağın nəticəsində onların həcmində artım baş verir [10]. Fermentasiya zamanı xəmirin struktur və mexaniki xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaq üçün bir yoğurma başlıqdan istifadə edərək bir və ya daha çox zərbəyə məruz qalır.

Test mühitləri işləyən orqanların səthində və yoğurma maşınlarının hissələrində kimyəvi, elektrokimyəvi və adsorbsiya prosesinin axmasına kömək edən səthi maddələr olan elektrolitlər və dənələrdir. Nəticədə səth təbəqələrinin sürətlə aşınması və məhv edilməsi, həmçinin xammalın aşınma məhsulları ilə tıxanması baş verir [4]. Testdə üzvi turşuların və esterlərin varlığı yüksək stress dəyərləri ilə xarakterizə olan yoğurma orqanının səth təbəqələrində bir stress vəziyyətinin ortaya çıxmasına gətirib çıxarır. Bu elastik və plastik deformasiyanın səth təbəqələrinin müqavimətinin azalmasına və aşınma şiddətinin kəskin artmasına gətirib çıxarır.

Plastik deformasiyalar metalda qalıcı deformasiyaların baş verməsi ilə müşayiət olunur, onun əsas xüsusiyyətlərindən biri sürətinin korroziya prosesinin kəskin sürətlənməsinə səbəb olur. Metalda bir qarışdırma prosesinin sürəti yalnız temperaturdan deyil, həm də metalın stress-əyilmə vəziyyətinin ətraf mühitin ona

təsir edən amildən asılıdır. Korroziya dərəcəsində olan mexaniki təsir yükü növündən, onun intensivliyindən, gərginliyin dəyişməsinə asılıdır. Buna görə korroziya və plastik deformasiya nisbəti arasındakı əlaqəni nəzərə almaq lazımdır. Bu növ bağların bəziləri müəlliflər tərəfindən əldə edilmiş və nəzəri cəhətdən əsaslandırılmışdır [6, 3, 4]. Qeyd edək ki, mexaniki və kimyəvi təsir şiddətlənmə zamanı daha çox ifadə olunur. Böyük plastik deformasiyalar üçün korroziya da baş verir. Tədqiqatın nəticələrinə görə,  $\xi=f(\varepsilon)$  (burada  $\xi$  bir gərginlik halında metalda korroziya sürəti) asılılığı aşağıdakı formada verə bilər:

$$\xi=\xi_0(k\varepsilon+1) \quad (1.1)$$

Burada  $k$ - mütənasiblik əmsalı;  $\varepsilon$ -deformasiya.

Metalların aqressiv mühit, metalın gərginliyinin təyini şərti ilə yaratdığı korroziya prosesi metalın sünilik, faiz və dayanıqlığını azaldır.

Yoğurma maşının yoğurucuları xüsusi aşınma- korroziya-mexanik, daha doğrusu, çeşitləri gərginlikli korroziya çatışmamazlığına tabedir. Stressi korroziya krekinqi korroziya və statik mexaniki dayanıqlı gərginliyin eyni zamanda təsiri altında bir maddədə çatlamaların yayılmasıdır [6].

Buna görə, faktiki sual korroziya-mexanik aşınma müqavimətini artıran yoğurma maşınları və qoruyucu örtüklərin işləyən orqanları üçün material seçimidir. Bu baxımdan, yoğurma orqanlarının istehsalı üçün müxtəlif materialların korroziya müqaviməti tədqiq edilmişdir.

Materialın seçilməsinə əsaslanan üç xüsusiyyət qrupu var: əməliyyat, texnoloji proses və xərcdir [5].

1. Performans tərkibinin işini müəyyən edən xüsusiyyətləri, mexanik xüsusiyyətləri, aqressiv mühitin təsirlərinə qarşı müqavimət qabiliyyəti (istilik müqaviməti, korroziya müqaviməti), fiziki xüsusiyyətlər (maqnit, radiasiya) ;

2. Texnoloji xüsusiyyətlər- maşın hissələrinin və alətlərinin istehsalı üçün

materialın uyğunluğu. İşlənmə, qaynaq, tökümlər, istilik xüsusiyyəti davamlı olaraq qiymətləndirilmiş;

### 3. Materialın qiymətindən asılı olaraq xərc-iqtisadi istifadə.

Poladın nisbətən aşağı qiyməti yaxşı texnoloji xüsusiyyətləri ilə birlikdə yüksək gücü, süni və sərtliyi ilə xarakterizə olunur. Gələcək əsr üçün dəyərini ən əhəmiyyətli struktur material olaraq qoruyacaqdır [6].

Ostentik tipli xrom-nikel paslanmayan poladlar ideal xüsusiyyətlərə malikdir. Lakin, ostenitik poladın çatışmazlığı, onun yüksək qiyməti belə bir materialın yağurma orqanının istehsalını kifayət qədər məhdudlaşdırır [1].

Ədəbiyyat nəzəriyyəsinə əsasən, paslanmayan poladlar yüksək dayanıqlı, korroziyaya davamlı qoruyucu materiallar olsa da, çox zərif intergranulyar korroziyaya meyillidir. Intergranulyar korroziya lokal korroziyanın ən təhlükəli növlərindən biridir və bu da taxıl sərhədlərinin selektiv şəkildə məhvə gətirib çıxarır ki, bu strukturun dayanıqlılığının ən dayanıqlılığının itkisi və vaxtından əvvəl məhv olması ilə müşayiət olunur [5]. Kristallitlərin sərhədləri boyunca onların sərhədlərinin ləğv dərəcəsi artması səbəbindən axdığı müəyyən edilmişdir. Dağıdmanın bir əlaməti, qəhvəyi müxtəlif dərəcədə bir təbəqə olduğu bir qırıq kristal hissəcikdir. Bu tip korroziya bir çox ərintilərdə müşahidə olunur: xrom, xrom-nikel çənləri və s. tərkibində karbon tərkibi 0,1%-dən çoxdur. Prosesin gedişi həm ərinti tərkibi, həm də əlaqəli olduğu korroziya mühiti ilə müəyyən edilir; lakin mexanizmi təbiətdə elektrokimyəvidir [14].

X16G14N3T ( yeni təyinat 10X14G14N4T), X17G9AN4 ( yeni təyinat 12X17T9AN4), ərimiş həllər X17, 12X18N9T olduqca sabitdir. 12X18H9T poladda 18% xromun oksidləşdirici təbiətin qida maddələrində konsentra-siyalarda yüksək temperaturda korroziya müqavimətinin artmasına kömək edir. Lakin, natrium xloridlərin həllində, üzvi turşuları və səthi aktiv maddələrdən ibarət olan kütləvi informasiya vasitələrində, xrom-nikel çənləri sıxışdırılmışdır [12].

Xrom-manqan-nikel çaqraqlarında X14G14N3T və X17G9AN4, manqan, bir ostentik elementdir və passivasiyaya meyillidir.

Çelik X14G14N3T yalnız zəif aqressiv mühitində davamlıdır. Bu poladların korroziya dayanıqlılığı, əsasən, xrom tərkibində və müvafiq olaraq 13-15% və 16-18% səviyyəsində müəyyən edilir [12].

[1] müəllifləri paslanmayan poladların fiziki mexaniki və korroziya xüsusiyyətlərini deformasiya-istilik müalicəsinin müxtəlif sxemləri ilə əldə edilən mikrokristal və submikrokristal strukturlarla öyrənmişdir. Ostentik və ferritik poladlarda dağılmış bir strukturun formalaşmasının müqayisəli tədqiqatı aparılmışdır. Quruluşun tipinin mexaniki xüsusiyyətlərə təsiri nəzərə alınır.

Bu gün istifadə olunan korroziyaya davamlı materiallar arasında qeyd etmək olar: 1) tənzimlənən struktur və fəza tərkibi olan karbonlu korroziyaya davamlı polad, müqavimət ferritik-mirvari strukturun yaradılması ilə təmin olunur; 2) səthi yüngül ləkələnmiş təbəqənin yaranması ilə korroziya və aşınma müqavimətinə qarşı yüksək müqavimət təmin edən karbidləşmiş poladlar [3].

Müəllif [4] mexaniki və xidmət xüsusiyyətlərinin optimal birləşməsi ilə yeni struktur korroziyaya davamlı titan ərintiləri yaradıb modifikasiyasının strukturların formalaşmasına, mexanizmlərin dağılması, qəlib və deformasiya edilmiş titan ərintilərinin mexaniki xidmət xüsusiyyətlərinə dair təsiri qurulmuşdur.

Qeyri-metallik materialların qoruyucu örtüklərindən istifadə korroziyaya qarşı qorunma üsulları ətrafında görkəmli bir yer tutur. Bir çox hallarda, struktur materiallardan parçalar istehsalında əhəmiyyətli bir texniki və iqtisadi təsir əldə edilir [11]. Korroziyaya davamlı materiallar arasında fluoroplastik, polietilen və lak XC-76 də qeyd edilə bilər.

Müəlliflər [6], Diane epoksi oligomerləri və onlara əsaslanan örtüklər ilə birlikdə, organik həll olan floroplastonların tərkibini, həmçinin katodik elektrokimyəvi üsulla örtüklərin meydana gəlməsi üçün suda həll edici epoksi-amin adducts ilə sulu fluoroplastik dispersiyaların kompozisiyalarını tədqiq etmişdir. Kompozit örtüklərin müxtəlif mərhələlərindəki komponentlərin uyğunluq səviyyəsi, qat-qat tərkibi, morfologiyası və xüsusiyyətləri tədqiq edilmişdir.

Karbon polad 3-cü bəndi və boz dəmir,dəmir,korroziya məhsulları ilə sıx korroziyaya məruz qalır, yarımfabrikatlı məhsulların tərkibində saxlanılır və onlardan hazırlanan xəmir qarışdırma maşınlarının tərkibi hissəsi xüsusi boyalar, polimerlər və metalizasiya örtüklərini istifadə edir [3].

Tezliklə sərtləşdirilmiş səthlə poladdan istifadə edən, polad hissələrinin dəyişdirilməsi yüksək korroziya müqavimətini təmin edir. Pasivləşdirilmiş pigmentlər, qoruyucu astarlar və s. ilə metal elektrokimyəvi fəaliyyətin azaldılması müəyyən bir təsir göstərir [3]. Beləliklə, torpaqsız lak örtüyünün hava müqavimətinin 1 il, pasivləşdirici primer 4-5 il, metalizasiya müddəti isə 14 ildir [11].

Qida məhsulları ilə əlaqəli cihazların ( xəmirlə birlikdə olması halında) korroziyaya qarşı qorunması üçün poliizosiyanatın polihidrik spirtlər və ya politerlər ilə qarşılıqlı məhsulu kimi poliurentanlar istifadə olunur, bunlar arasındakı termoplastik və ya termo-reaktivlik, sərtlik, həssaslıq və ya onlardan aranan örtüklərin elastikliyi müəyyən olunur.

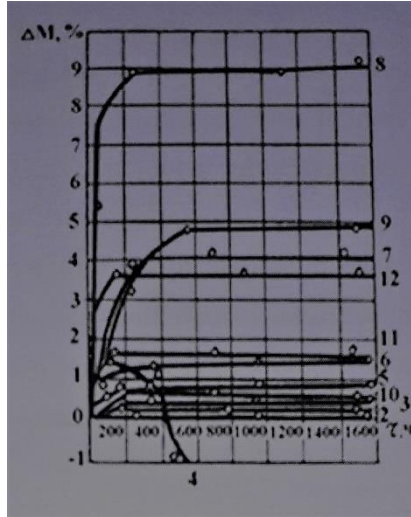
Müxtəlif agresif media ilə yüksək kimyəvi müqavimət, soyuq sərtləşdirmə, metallara qənaətbəxş bir yapışma və vibrasiyaya qarşı müqavimət polimerlərə metalların korroziyaya qarşı qorunması üçün perspektivli polimerlər kimi gəlir.

Angros [7], UR-41 poliuretan kompozisiyalarının kimyəvi müqavimətini öyrənmişdir. Bu tərkibi üzvi həll edən maddələrin qarışan maddələrinin əlavə edilməsi və bir sərtləşdirici-poliizosiyanatu əlavə TDI-TMP ilə oligoester həllində poqmentlərin dayandırılmasından ibarət olan iki seamlı sistemdir.

Poluretan tərkibinin kimyəvi müqaviməti 12 molud mediada tədqiq edilmişdir : I– distillə edilmiş su; II– 5%-lik sitrik turşusu; III–IV–V– 5%-lik hidroklorik, nitrik və sulfat turşularının həll variantları; VI– 5%-lik KOH-dən həll; VII– 96%-lik etil alkol; VIII– 40%-lik tartarik turşusunun həllində, 40%-lik etil alkolun həll edilməsi; IX– 2%-lik lomon turşusunun həllində, 40%-lik etil alkolun həll edilməsi; X– 5%-lik NaCl həlli; XI– 5%-lik laktik turşusunun həll yolu; XII– 5%-lik etil alkolun, 3% sirkə turşusu həlli.

Araşdırmalar 1500 saat davam edən davamlı olaraq 323K temperaturda aparıldı. Şəkil 1.2 poliretan örtüklərinin kimyəvi müqavimət üçün test nəticələrini göstərir.

Örtüklər test çatlarının I, II, III, V, VI, VII, IX, X və 12 mühitlərində (5%-ə qədər şişkinlik), VIII mühitdə daha az davamlılığa (10%-ə qədər şişkinlikdə) və yalnız IV model mühitində qeyri-sabitdir.



Şəkil 1.3. 323 K-da polimer UR-41 ( $\Delta M, \%$ ) və pozulma (g,h) sərbəst polimerləri ilə model qida məmulatlarının səmərəliliyi kinetiyi

Poliuretan tərkibinə əsaslanan örtüklər yalnız kimyəvi cəhətdən davamlı deyil, həmçinin qida və bioloji mayelər üçün də uyğundur.

Müəllif [12] qida maşınlarında işçilərin korroziya müqavimətinin təsirli vasitələrindən birini, yəni əsas metal (polad) səthinin təbəqəsindəki formullaşdırılmış, qatılaşdırılmış qarışıqlıq həllinin xüsusi xüsusiyyətlərinə əsaslanan istilik müalicəsi adlanan bir metoddur.

Qarşıya qoyulan üsulun əsasən mərhələsi termik difuziyon tavalanmasıdır, bu müddət ərzində sabit bərk bir həll formalaşdırılır.

Səth qatı həllərin qoruyucu xüsusiyyətləri bir metal yüksək qəbuledicisi qabiliyyəti olan elementlərlə dopinqlə əldə edilə bilər. Bu prosesdə elektron keçid metallarına əsaslanan qatı həllərin formalaşması zamanı elektron mühitdə müəyyən dəyişikliklər nəzərə alınır.

Doping tərkibinin tətbiqlə d-metal ilə üzvi bir həllin formalaşdırılması, elektron dövlətləri elementlərdən birinin ən yüksək enerjisinin (s-, p- elektronları) elektronlarının əmələ gəlməsinin nəticəsi olaraq d-bandında elektron dəlillərin əhəmiyyətli dərəcədə azaldılmasından başlayaraq əsasları orta hesablanır.

Birinci qatı həllin formalaşmasında ən böyük təsir, matrisdə sonsuz həll çirkləri istifadə etməklə əldə ediləcəkdir. Bu mənada alaşım elementləri (çirkləri) nadirdir-nikel, vanadium, skandium, renium.

Formatlı birinci bərk həllin donor funksiyaları p- elementlərlə dopinqlə azalır: bor, alüminum və silikon.

Çelik və ərintilərin yerüstü qatı həllər ilə qorunması üçün texnoloji metod iki variantda tətbiq oluna bilər: vakuum və elektrik.

Səth dopinqinin elektrolitik prosesi məhsuldar və texnoloji cəhətdəndir.

Qoruyucu örtüklərin formalaşmasında ən geniş yayılmış metod, yüksək sıxlığı və qatılıq dərəcəsinin birbaşa əldə olunduğu galvanik xrom platingdir ( örtük qalınlığı 20-50 mikrondur). Bu, yoxurma maşınlarının hissələri və işçi orqanlarının səth qatlarının aşınma müqavimətini artırmağa imkan verir ( 500-600 Mpa sərtliyi) [4].

Oxşar problemlərin həlli üçün də maraq nikel örtüklüdür. Bu şəkildə əldə edilən örtüklər nikelin və  $N_3P$  intermetal tərkibinin möhkəm bir həllində bir ərintidir. Çelik hissələrə qoymaq tövsiyyə olunur [7].

Aşınmaya davamlı olan örtüklərin formalaşmasında bu ənənəvi üsullar ümumi bir əsas çatışmamazlığa malikdir: örtük bazası arasında bir faz sərhədinin olması. Korroziya-mexanik aşınma şəraitində, yorğunluq yüklənmə, xrom və nikel örtükləri orqanik tətbiq olunur.

Müəllif istifadə etdiyi texnologiya rejimləri [8] hissələri səthində əhəmiyyətli dərəcədə mikrokrağa malik aşınmaya davamlı, parlaq, xrom çöküntüsünün əldə olunmasını təmin etmişdir. Lakin istilik temperaturundan asılı olaraq elektrolitik xromun mexaniki xüsusiyyətlərində dəyişikliklərlə bağlı istilik müalicəsinin olmaması hissələri səth qatını sərtləşdirməyə imkan vermədi.



Aşınmaya davamlı örtüklər yaratma metodu kimi kimyəvi nikel örtüklərinin üstünlükləri onun texnoloji sadəliyini ( xüsusi azaldıcı maddələrin tətbiqi ilə nikel ionlarının onun duzlarından azaldılması nəticəsində elektrik cərəyanını tətbiq etmədən baş verən prosesdir) təşkil edir.

Nikel-fosfor örtükləri aşınma əleyhinə və sürtünməz xüsusiyyətlə malikdir. Bununla belə, bu örtük  $850^{\circ}\text{C}$  ərimə nöqtəsinə malik olan  $\text{Ni}_3\text{P}$  fosfiddən ibarətdir və bu yüksək temperaturda diffuziya axınına yol verməməsi və dəmir-nikel strukturu ilə səth təbəqələrinin formalaşdırılmasıdır.

Müəllif [6] səth təbəqələrinin qazılması, səth qüvvətinin artması, sərtliyin artması, səthin mikroskopiyasının təkmilləşdirilməsi, səth qatında nisbətən mükəmməl strukturların formalaşdırılması vasitəsilə lazer emalı ilə nikel fosforlu sistem örtüklərinin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması imkanlarını müəyən etmişdir.

[2] müəllifləri kimyəvi tərkibdə əldə edilən Ni-P örtüklərinin korroziya-elektrokimyəvi çöküntülərini 8.0%-dən 13.4%-dək bir fosfor tərkibində araşdırılır. Örtmələrin korroziya nisbəti zəif fosfor məzmunundan asılı olaraq müəyən edilmişdir. Kiçik bir anodik qütbləşmə ilə örtüklərin ləğvi nikel atomların qeyristasionar diffuziya mexanizmi ilə baş verə bilər. Fosfor miqdarının artması ilə, örtüklərin anodik həllinin dərəcəsi azalır. Bu təsir artan polarizasiya ilə artır.

[3] müəllifləri kimyəvi Ni-P örtüklərinin NaCl-nin elektrokimyəvi korroziya xüsusiyyətlərini öyrənmişlər. Tədqiqat nəticələrinə görə, təxminən 25 mikron qalınlığında olan kimyəv Ni-P örtüyü NaCl həllində 30 gün daldırma üçün sabitdir və örtüklər agresiv mühidə nüfuz etməz.

Müəllif [7] nikel-xrom ərintisi ilə aşınmaya davamlı və korroziyaya davamlı bir örtük əldə etmək üçün yeni bir metod hazırlamışdır ki, bu da nikel örtükünü aşınma müqaviməti və korroziya müqavimət baxımından əhəmiyyətli dərəcədə üstünlük təşkil edən örtüklər əldə etməyə imkan verir. Nikel-xrom yüngül lehmli örtünün struktur və fizikomekanik xüsusiyyətləri tədqiq edilmişdir. Nikel-xrom yüngül lehmli mikrosxartığı nikel örtüyünün mikrosxartlığından 10% daha yüksəkdir. Nikel-xrom yüngül lehmli örtünün aşınma müqaviməti nikel

örtüklərinin aşınma müqavimətindən 30 qat daha yüksəkdir. Korroziya testlər nəticələrinə əsasən nikel-xrom ərinti örtük yüksək korroziyaya davamlılığa malikdir. Xrom ionlarının konsentrasiyası, elektrolitin cari sıxlığı, temperaturu və pH həcmnin tərkibinə əhəmiyyətli təsir göstərmişdir.

Müəllif tərəfindən sərtləşdirmə texnologiyasının istifadəsi [4] yoğurma orqanlarının korroziya-mexanik aşınma müqavimətinin daha da artmasına gətirib çıxardı. Bu texnologiya metalların əvvəlcədən işlənmə prosesləri ilə yoğurma maşınlarının işçi orqanlarına köməyi ilə daxil edilmişdir. Səthdə strukturun difuzyon zonalarına yaratmaq üçün fizikikimyəvi xüsusiyyətlərin aşağı dərəcəsi ilə səth həlli. Difuzyon zonaları bir səthin dəmir-nikel-xrom qatının tərkibinə malik idi. Diffuzik nikel-xrom təbəqələrinin formalaşması üçün texnologiya nikel və xromun sulu həll yollarından galvanik çöküntüsünü və termal diffuziya tənzimləməsini aparırdı. Nikel ilkin çöküntüləri korlanmış hissənin səth təbəqəsinin kimyəvi tərkibinin və strukturunun homojenliyini yaxşılaşdırır. Bununla yanaşı, xrom atomlarının diffuziya nüfuzuna daha çox “yumşaq” kinetik şərait yaradır.

Sonrakı termal difuzon tavalanması, səthdə 400 Mpa qədər mikro-qarışıqlıq dəyişikliyi ilə 80 mikron uzunluğunda bir difuzyon zonasının araşdırılmasını təmin edir.

Xəmir qarışdırma maşınlarının bıçaqlarının səthini işləyən müəllif tərəfindən hazırlanmış texnologiyanın [14] mikroskopik dəyişməsi ilə optimal kimyəvi tərkibinin bərk səth strukturu ilə bir difuzyon zonasını yaratmağa imkan verir. Bununla birlikdə, plastik deformasiya zamanı istilik diffuziyası örtüklərini məhv edir.

Korroziya ziyanından ( korroziya krekinqı, kontakt korroziyasından) qorumaq üçün qida müəssisələri, o cümlədən çörəkçilik, katodik, təhlükəsiz elektro-kimyəvi mühafizəsi aparılır. Katodik və müdafiəçi qorunması metalın elektrod potensialının dəyişməsinə və metalın katod polarizasiyası ilə korroziya sürətinin azalmasına əsaslanır.

Elektrokimyəvi mühafizə mühitlərində korroziv təsirlər yaxşı elektroliz ötürülmə ilə azaldılır .

[15] müəllif metalların katodik qorunmasını ya xarici güc mənbəyi və ya proyektorlardan istifadə etməyi təklif etdi. Katodik mühafizə üçün DC mənbələri kimi qeyri-avtomatik katot qurğuları istifadə edilmişdir. Katodik mühafizə də xarici cərəyanın istifadəsi olmadan proyektorların köməyi ilə həyata keçirilmişdir. Bu vəziyyətdə anod proyektor, katot qorunması aparatı və elektrolit-ortadır.

Maqnezium və alüminiumdan hazırlanan sink, maqnezium, alüminium və ərintilər qoruyucu materillər kimi istifadə edilmişdir. Ts-1 və Ts-2 dərəcəli qiymətli sinklər qoruyucu maddələr üçün istifadə olunur. Katana sinkində karroziya məhsulları daha az sıxlıqda meydana gəlir və bu qoruyucu səth daha düzgün şəkildə həllini təmin edir.

Bu müəllifə görə katodik qorunmanın rolu avadanlığın qorunan səthinə tətbiq olunan sink-zəngin astarla həyata keçirilə bilər. Aşağı təzyiqlə polietilin (PEPA) örtüklərinin qoruyucu xüsusiyyətlərini artırmaq üçün 65 kütləvi toz sink tətbiq olunur. Bu örtüklər korroziya müqavimətinin artmasına, yapışan gücünə, aşağı daxili stresslərə (4-5 dəfə azaldılır) xarakterizə olunur.

Qəzet [13] elektrokimyəvi metodla bəzi metal korroziya inhibitorlarının laboratoriya işlərinin nəticələrini təqdim edir və həm asidik, həm də neytral mühitdə onların fəaliyyət mexanizmini göstərir.

Müəllif [5] elektrokimyəvi üsulla əldə edilmiş kompozit materillərin formalaşması prosesini tədqiq etmişdir. Elektrolit və yaxın elektrod bölgəsində parçacıqların ötürülməsi üçün bir model, parçacıq üzərində fəaliyyət göstərən cəlbedici və itmə qüvvələrinin balansının nəzərə alınması əsasında təklif olunur.

Yeyinti avadanlıqları, o cümlədən çörək avadanlıqları və onların korroziya müqavimətinin etibarlılığı, yoğurma maşının yoğurma quruluşunun korroziya çatlaması zamanı müşahidə olunan metallarda daxili gərginlik konsentrasiyasının mövcudluğundan asılıdır. Praktikada bu cür gərginliyin azaldılması üçün termiki emaldan , ultra səslərdən istifadə edilir.

Daxili gərginliklərin konsentrasiyasını azaltmaq, həmçinin avadanlıq hissələrinin davamlılığını artırmaq üçün müəllif [8] maqnit-nəbz emalı texnologiyasını (MİO) hazırladı. Parçalar və avadanlıqlar maqnit sahəsində işlədildikdə, metal ilə qarşılıqlı olan mikrovorreks induksiya axınları yaranır. Üstəlik, metal strukturunda gərginliklərin konsentrasiyası nə qədər yüksək olsa, maqnetik axının konsentrasiyası da o qədər çox olur. Bu müəllifin magnetoqrafiya və moiroqrafiya istifadəsi ilə aparılan təcrübələr göstərir ki, materiallardakı maqnit sahəsinin lokallaşdırılmış implusları nəticəsində gərginlik konsentrasiyası 1,5-3 dəfə azalıb.

Beləliklə, MİO istilik temperamentinin bir növüdür və sərtləşdirmə mexanizmi hissəsinin davamlılığında materialların dinamik xüsusiyyətlərinin artması ilə əlaqələndirilir.

Böyük hissələrin maqnit emalı texnologiyası induktorun sahənin şimal polaritesindəki bütün iş yerində portativ induktorla cazibəsindən ibarətdir. Pulse müddəti 0,2-2 s. İşləndikdən sonra, qida avadanlığının hissələri 24 saat boyunca metal şkaflarda saxlanılıb, bu hissələr materiallarında daxili dəyişiklikləri tamamlayır. Maqnit cazibəsi bəzi metalların və ərintilərin korroziya müqavimətinə təsiri nəticələri Cədvəl 1.1-də verilmişdir. Həm laboratoriya, həm də sənaye şəraitində M & E-lə əlaqədar materialların korroziyaya davamlılığı 15-37% artmışdır.

Cədvəl 1.1.

**Maqnit cazibəsi metalların və ərintilərin korroziya müqavimətinə təsiri**

| Polad | Korroziya dərəcəsi, q ( $m^2 \cdot s$ ) |                 | Korroziya nüfuz dərəcəsi, mm/il |                 |
|-------|-----------------------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------|
|       | Laboratoriya testləri                   | Sənaye testləri | Laboratoriya testləri           | Sənaye testləri |
| St3   | 0,15 / 0,13                             | 0,14/0,12       | 0,17/0,15                       | 0,14/0,12       |

|                                                                  |              |             |            |             |
|------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|------------|-------------|
| 10                                                               | 0,10/0,08    | 0,11/0,08   | 0,10/0,08  | 0,12/0,09   |
| 20                                                               | 0,09/0,08    | 0,10/0,06   | 0,10/0,09  | 0,09/0,07   |
| 15X25T                                                           | 0,04/0,03    | 0,05/0,03   | 0,04/0,03  | 0,04/0,03   |
| 12X18H10T                                                        | 0,018/0,0012 | 0,017/0,013 | 0,02/0,02  | 0,02/0,01   |
| L63                                                              | 0,012/0,01   | 0,011/0,01  | 0,013/0,01 | 0,014/0,001 |
| Xromlu                                                           | 0,01/0,008   | 0,01/0,009  | 0,010/0,07 | 0,010/0,07  |
| Alitləşdirilmiş                                                  | 0,019/0,012  | 0,02/0,014  | 0,02/0,01  | 0,02/0,01   |
| Qeyd: Maqnetik cazibə olmadan- əksinə , Maqnit emalı ilə-bölünən |              |             |            |             |

Avadanlıqları korroziyadan qorumaq üçün polivinil xlorid, poliamid, epoksi və digər qatranlar əsasında polimer örtüklər geniş şəkildə istifadə olunur. Polimer örtüklər arasında epoksi qatranlara əsaslanan antikoroziv örtüklər yalnız çörək sənayesində deyil, şəkər, konserv, şərabçılıq, pivə və sərinləşdirici içkilər və qənnadı sənayesində geniş istifadə olunan xüsusi yer tutur.

Yaxşı göstəricilərin xüsusiyyətləri, ED-20 VƏ ED-26 eko-qətran qətranı, viniliden xlorli vinil xlorid kopolimer, kompleks doldurucu və sərtləşdirici-polietilen qatranı olan müəlliflər tərəfindən hazırlanmış PKS-71 epoksi örtükləri ilə göstərilmişdir [6]. Bununla birlikdə epoksi qətranlar ED-20 və ED-16 azdır. Buna görə, bu müəlliflər çörəkçilik də daxil olmaqla, qida sənayesinin bir çox sektorunun korroziyaya qarşı qorunması üçün fluorinated epoksi laklar (PKS-710S və PKS-710K) əsasında yeni kompozit örtüklər hazırlamışlar. Orta həcmdə 1:1000 ( $\text{sm}^3/\text{sm}^3$ ) orta temperaturda, 80 C° temperaturda və təmas xətti ilə simulyasiya şəraitində əldə edilən bu örtüklərdən alınan sulu ekstraktların organoleptik tədqiqatları həm örtüklərin təmizlik tələblərinə cavab verdiyini göstərdi (Cədvəl 2.1).

**Kompozit su ekstraktlarının organoloptik tədqiqatları**  
**örtüklərin PKS-710S və PKS0710K**

| Örtük tipi | Qoxu, ballar | Şaxta, ballar |
|------------|--------------|---------------|
| PKS-710S   | 0,2          | 0,0           |
| PKS-710K   | 1,2          | 0,7           |

Flor halındakı epoksi örtüklü PKS-710 tipli su ekstraktlarının sanitariya-kimyəvi tədqiq məmulatları Cədvəl 3-də verilmişdir. Bir PKS-710S növü fluorinated epoksi örtüklü tərkib hissələrinin miqrasiya fərdi maddələr üçün maksimum icazə verilən konsentrasionalardan artıq olmadığından aydındır.

**PKS-710 kimi fluorin epoksi örtüklərindən su ekstraktı olan sanitar-kimyəvi tədqiqatlar**

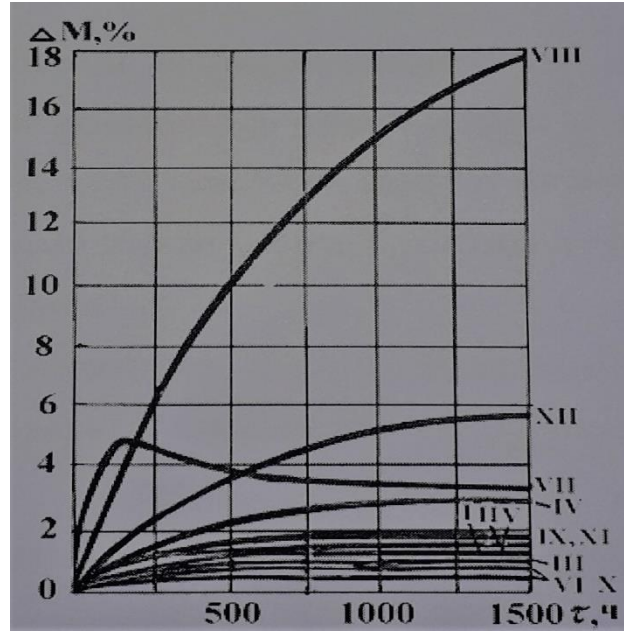
| Ötrük maddələr | Kimyəvi maddələrin örtüklərdən köçürülməsi |          | Miqrasiya icazə verilə bilər |
|----------------|--------------------------------------------|----------|------------------------------|
|                | PKS-710S                                   | PKS-710K | DKM                          |

| 1                 | 2     | 3     | 4    |
|-------------------|-------|-------|------|
| Formaldehidə      | 0,002 | 0,002 | 0,01 |
| Epiklorohidrin    | 0,00  | 0,00  | 0,01 |
| Etilendiamin      | 0,00  | 0,15  |      |
| Dietilentramin    | 0,00  | 0,10  |      |
| Trietilentetramin | 0,00  | 0,06  |      |
| PEPA miqdarı      | 0,00  | 0,31  | 0,01 |

[6] müəllifləri emal EP-7105-ə əsaslanan qida məhsullarının aşağıdakı modellər mühitlərinə qarşı kimyəvi müqavimət və qoruyucu xüsusiyyətlərinə dair tədqiqatlar aparmışdır: I– təmizlənmiş su; II– 2-lik limon turşusu; III– 5%-lik hidroklor turşusunun həlli; IV– azot turşusunun 5% həll edilməsi; V– 5%-lik sulfat turşusunun həlli; VI– 5%-lik alkali KOH həlli; VII– 96%-lik düzəldilmiş etil alkol; VIII– 40% sulu alkoqol həllində tartarik turşusunun 40% həll yolu; IX– 20% su-spirt həllində 2% limon turşusu həlli; X– 5% duz həlli; XI– 5% laktik turşusu; XII– 3% sirkə turşusu olan 5% spirtli həll.

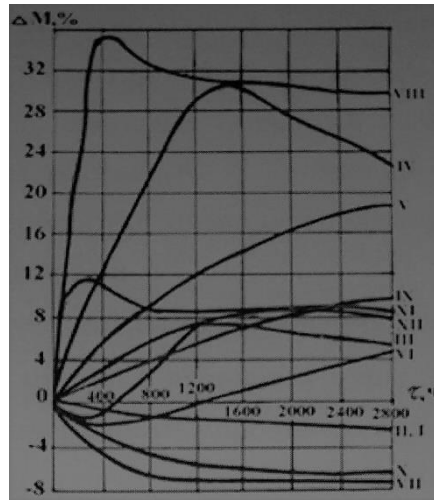
Şəkil 3-də 293 K  $\Delta M$ -ep (epoksi kompozisiyasının sərbəst lentaların kütləsi dəyişməsi)  $\tau M = f(\tau)$  asılığını göstərir.

Bu asılılıq polimerin modellər I–III-də yüksək kimyəvi müqavimətini göstərir; V; VI; IX-XI, kütləvi dəyişiklik 1,8%-dən çox olmamışdır. Rəng, parlaqlıq, nümunələrin görünüşü dəyişməyib. Bütün yuxarıda göstərilən hallarda lentlərin az şişməsi prosesi şəfa balansının yaradılması ilə müşayiət olunur.



Şəkil 1.4. 293 K-da modelində qida mühitində EP-7105 epoksi tərkibli sərbəst lentaların kütləvi dəyişməsi ( $\Delta M$ ) və ifşa ( $\tau$ )

Korroziyalı maddələrin temperaturunda artım, Şəkil 1.5-də göstərildiyi kimi, örtüklərin vəziyyətinə mənfi təsir göstərir.



Şəkil 1.5. 293 modelində qida mühitində EP-7105 epoksi tərkibli sərbəst lentaların kütləvi dəyişməsi ( $\Delta M$ ) və ifşa ( $\tau$ )

Onun 3, 6, 9, 11, 12 mühitlərdə onun nisbəti davamlı emala görə. Ətraf mühitlərdə IV, V, VII örtüklər uzunmüddətli sınaqlara davam etmir. Bu temperatur



artdıqda şişmiş təbəqənin qalınlığı, əsasən artmaqdadır, bu da bütün örtük həcminə görə aqressiv kütlələrin əldə edilməsini asanlaşdırır. Yəni kimyəvi məhv polimerin daxili kinetik bölgəsində baş verir.

EP-7105-a əsaslanan örtük nümunələri həmçinin EP-7105 polimer tərkibinin özünü sübuta yetirmiş olduğu asidik və alkalın mühitlərdə sınaqdan keçirilmişdir.

Tədqiqata əsasən [4] müəllifləri qida emalı avadanlıqlarının korroziyadan qorunması üçün yeni 2 qatlı polimer kompozit örtüklər yaratmışlar. Ferro və paramanyetik dispersed hissəciklər ilə doldurulmuş kompozisiyaların yüksək frekanslı maqnit emalının effektivliyi, fiziki-mexaniki və istilik xüsusiyyətlərinin 20-30% artmasına səbəb olur.

Müəllif [12] heterogen materillərin qatlanmış örtüklərin formalaşmasının texnoloqunu araşdırdı. Laylı örtüklər, polimerlərin və metalların alov spreyi prosesinin tədqiqi nəticələridir. Alimlərin çiləmə üsulu və sonrakı mikroplasma emalının istifadəsinin polimer-metal-oksid keramika sisteminin örtülməsinə imkan verildiyi göstərilir.

Müəllif [11] burax ərimələrində poladların elektroliz boronasiyasında elektrod reaksiyalarının tədqiqatının nəticələrini əldə etmişdir. Bərkidilən hissənin səthində bor formasiyasının mexanizmi daxili və xarici ədəbiyyatda ümumi qəbul edilən konsepsiyalardan fərqlənir. Aşındırıcı elementlərin qatqıları ilə qazma zamanı ən böyük mikrosartıq və diffuziya təbəqəsi hissənin səthindən müəyyən bir məsafədə müşahidə olunur, bu da diffuziya borid örtükləri ilə sərtləşmənin tövsiyələrində nəzərə alınmalıdır.

Müəllif [5] Ti-B-Ni və Ti-B-Si sistemlərinin kompozit SHS pudralarında elektro-şüa səthinin üsulu ilə əldə edilən örtüklərin strukturunu, tərkibinin və korroziya müqavimətini araşdırdı.

Müəllif [5] dəmir alüminium sisteminin intermetal örtüklərini formalaşdırma üçün bir texnologiya hazırlamışdır. Araşdırmalar göstərir ki, alüminium örtüklü poladların diffuziya tavlınması bu örtüklərin yüksək aşınma müqavimətinə malik olmasını təmin edir.

Müəllif [6] dəqiq mühəndislikdə istifadə üçün nəzərdə tutulmuş örtüklərin tələblərinə görə metal məhsullarının sərtləşməsinin müasir metodlarının imkanlarını və dezavantajlarını təhlil etmişdir. Aşağı temperaturda nanostrukturlu gücləndirici təbəqələrin yaradılmasına əsaslı yeni bir yanaşma təklif olunur. Karbid-tonik örtüklərdən ibarət üç sinif: mikrosərtlilik, viskozluq və qalınlığın müxtəlif kombinasiyalarında fərqlənir. Karbid-volfram kompozisialarının sintez prosesinin bəzi fizikokimyəvi xüsusiyyətləri, onların strukturu və mexaniki xüsusiyyətləri verilmişdir. Triboloji testlərin nəticələrinə görə, volfram yarı karburun aşınma müqaviməti VK-6 ağır alaşımından təxminən iki dəfə çoxdur. Karbür örtükdə yağın mövcud olduğu aşınma, aşınmasına qarşı mütləq müqavimət bərk örtükdən 10 qat daha çox idi.

Müəllif [3] yüksək aqressiv mühitlərin və sərt iş şəraitinin işlənməsi üçün nəzərdə tutulmuş kompozit polimer qoruyucu örtüklərin performansını müəyyən edən ən mühüm fizikokimyəvi prosesləri nəzərdən keçirmişdir. Çoxtərəfli strukturun optimallaşdırılması yüksək aqressiv mühitlərin keçirilməsini əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər, örtük və substratda ümumi səviyyəni və daxili stressləri azalda bilər. Çox qatlı örtüklər konsepsiyası yalnız mexaniki xüsusiyyətləri deyil, həm də aqressiv media selektiv penetrasiya şəraitində lazımi adeksiyanın səviyyəsini təmin edən yapışan təbəqəyə xüsusi diqqət yetirir. Bu təbəqə korroziya inhibitorları və yay əlavələri üçün ideal yerdi, üstəgəl qat sistemi isə aktiv qatqıların süzülməsinə mane olur. Diffuziya xüsusiyyətlərini idarə etmək qabiliyyəti ekoloji cəhətdən təbii örtüklərin inkişafında xüsusilə faydalı olan çox qatlamalı örtüklər konsepsiyasını yaradır.

Müəllif [8] əvvəlcədən lokal dopinqdən və səthin müxtəlif ərintiləri ilə səthin istilik diffuziya doymasını meydana gətirən polad hissələrinin səthi sərtləşdirilməsinin yeni birləşmiş üsulunu hazırlamışdır. Arcto-dəmir və polad 40 kompleks müalicəsindən sonra mikroyapiya və sərtliyin tədqiqi nəticələri təqdim edilmişdir.

Yoğurma, fermentasita və xəmirindən sonra buğda çörəklərinin hazırlanmasının sonrakı texnologiya əməliyyatı xəmirin parçalara bölünməsidir. Xəmirin bölüşdürülməsi xəmir maşınları üzərində aparılır, sürüşmə yastıqları həddindən artıq aşınmaya məruz qalır.

### **1.3. Xəmir parçalarını daşıyan maşınların yastıqları və valları**

Xəmir maşınları, eyni kütlənin parçalarını xəmirin ümumi məbləğindən ayırmaq və əvvəlcədən çəkilmiş parçanı bir neçə ədədə bölmək üçün nəzərdə tutulmuşdur [11]. Bölmə maşınının iş keyfiyyətinin əsas göstəricisi xəmir parçalarının kütləvi dəqiqliyidir [13].

Xəmir maşınlarının işinin təhlili göstərir ki, onların etibarlılığı və davamlılığı əsasən sürüşkən yastıqcıqlar “şaft-mərkəzi” hissəsinin aşınma müqavimətindən asılıdır. Aşınma nəticələrinin başlıca zərər növləri, aşındırıcı hissəciklərin daxil edilməsi, zibillənmə, sürtmə və bəzi hallarda maneərin şaft boyuna köçürülməsi səbəbindən çevrə ətrafında dərin risklərdir (Şəkil 1.6) [12].



**Şəkil 1.6. Xəmir parçalarını daşıyan maşınların yastıq və vallı**

Sürtünmə cütlərinin səthinin təməl sahələrinə, maddənin dərin yırtılmasına, bir səthdən digərinə köçürülməsinə, nəticədə çıxan nizamsızlıqların təsirinə deyil,

cütləşmə səthinə metal cütlərin aşınması və yırtılmasına səbəb olur [1]. Bu yapışan qarşılıqlı sürtünmə səthlərin yerli kontakt zonalarının meydana gəlməsi ilə əlaqələndirilir. Beləliklə, sürüşkən yataqlar hissəsinin aparıcı aşınma növü ələ keçirildə aşınma və müşayiət olunan aşındırıcıdır.

Yapışqanlıq sürtünmə səthinin təsadüfi bir şəkildə məhv edilməsinə aiddir, çünki başqalarından fərqli olaraq, qısa müddət ərzində daha da istismar üçün mexanizmin tam uyğunsuzluğuna gətirib çıxara bilər. Keşiyin qarşısını almaq üçün sürtünmə yastıqlarında sürət və yükü məhdudlaşdırın [2].

Baudeno, Kragelsky, Khirstv, Blok, Golego, Vinogradova və digər alimlərin əsərlərində yapışma və iş şərtlərini xarakterizə edən amillər və sürtünmə birləşmələrinin dizaynı arasında əlaqə tədqiq edilmişdir [3]. Tədqiqatın təhlili iki mərhələli bir proses kimi dayandıra bilər. Yapışmanın birinci mərhələsi qatların səthlərin, sərhəd və sürtkü qatının təbiətinin fiziki xüsusiyyətləri ilə müəyyən edilir. İkinci mərhələdə materialın dərin təbəqələrində baş verən proseslər ilə xarakterizə olunur.

Dəzgahların bölünməsində ASF-1 antifriction dəmirdən hazırlanan qolbaqlı rulmanlar istifadə edilmişdir [5].

Buna baxmayaraq antifriction çuqun qiymətli və sərt bir materialdır və qolları monolitik boşluqlardan çıxarmaq çox vaxt tələb edir. Bu baxımdan dəmir ASF-1 üçün effektiv əvəz dəmir tozu (məsaməli dəmir, dəmir-qrafit JGr) əsasında yağlayıcı maddələrin olmaması və korroziya media olmaması üçün hazırlanmış antifriction materialları sintered olunur. Onların istifadəsi istehsal qollarının mürəkkəbliyini və qiymətini 2 dəfə azaltmağa imkan verdi. Sinterlənmiş toz materialları çörək kommersiya mövcud şamları giriş müəllifi bürünc istehlak aradan qaldırmaq sürüşmə hesablanan buşingləri yüksək geyimi müqavimət ilə 2-4 dəfə istehsal xərcləri azaltmaq üçün hesab [1] imkan verir.

Sürtünmə cütləri üçün aşınma növlərinin “şaft qolu” aşındırıcıdır, burada sürtünmə səthlərinin sərtliyinə nail olmaq üsulu vacibdir.

Termoplastik poliüretanlara (TPU) əsaslanan yaxşı performans xüsusiyyətləri olan materialların [4] müəllifləri tərəfindən inkişaf və tədqiqat maraq doğurur.

TPU sadə bir yarım eter, 4,4-difenilentan diizosiyanat və 1,4-butadien əsasında bir zəncir uzatma bazası əsasında sintez edilmişdir. TPU-da aşınma müqavimətinin və sürtünmə əmsallarının öyrənilməsi onların yüksək xüsusiyyətlərini göstərmişdir. Bundan əlavə, TPU yüksək gücü xüsusiyyətləri və elastikliyin birləşməsi ilə fərqlənir, müxtəlif kimyəvi maddələrin təsirlərinə yaxşı təsir göstərir.

Bu materiallara əsasən, müxtəlif antifriction kompozisiyaları hazırlamışlar. Üzvi və qeyri-üzvi mənşəli materiallar (qrafit, boron nitridi, floroplast-4 NTD) aktiv filler kimi istifadə edilmişdir. Kompozisiyaların fiziki mexaniki xüsusiyyətləri üzrə laboratoriya tədqiqatları aparılmış, sürtünmə prosesində hamar səthlərdə və aşındırıcı kağız üzərində materialların aşınma müqavimətinə təsirləri öyrənilmişdir. Fiziki və mexaniki xüsusiyyətlər plastik, aşınma və sürtünmə əmsalı üçün standartlara uyğun olaraq öyrənilmişdir [7], aşındırıcı aşınma – GOST 426-77 uyğun olaraq işləmə üsulu ilə bir disk maşın üzərində tədqiq edilmişdir.

Fiziki və mexaniki tədqiqatların nəticələri qrafitin aparılmasında materialların dayanıqlılığının qismən azaldığını göstərir. Eyni zamanda bənzər bir fiziki struktur bor nitridin saxlanılması daha az təsirə malikdir və artan dolgu maddəsi ilə güc artır.

PTFE-4 tətbiq ilə doldurucuların homogen bir paylanması ilə kifayət qədər güclü və uyğun bir sistem yaranmadı. Poliuretan və gözəl aşağı molekulyar ağırlıqlı fluoroplast-4-NTD [7] əsasında yaradılmış tərkib yüksək gücü xüsusiyyətlərinə malikdir. Kompozisiyaların deformasiya xüsusiyyətləri dolgunların tərkibində artımla azalır, materialların sərtliyi bir qədər dəyişir.

Termoplastik poliüretanlara əsaslanan kompozisiyalar yaxşı sürtünmə xüsusiyyətlərinə və aşınma müqavimətinə malikdir. Grafitin tətbiqi sürtünmə sayını yarıdan azaldmağa imkan verdi və aşınma müqaviməti 3-4 dəfə artdı. Polimerdə qrafit varlığı özünü yandırıcı təsir göstərir.

Bor nitriti olan poliuretan kompozisiyalar sürtünmə əmsalı və aşınmanın aşağı səviyyələri ilə xarakterizə olunur. Bundan əlavə, onlar qrafit əsasında kompozisiya kimi iki dəfə yük qədər tabedir. Poliuretanlara əsaslanan sürüşkən yataqlar bir sıra üstünlüklərə malikdir. Şok yüklərinə və vibrasiyasına həssas deyil, abraziv aşınmaya qarşı müqavimət göstərmir, sürtünmə vahidinin yağlanılmasını tələb etmir, yolunu saxlanılması və təmiri üçün əhəmiyyətli dərəcədə azaldır.

Fluoroplast-4 NTD ilə poliuretan tərkibləri ən yüksək aşınma müqaviməti ilə fərqlənir, eyni zamanda yüksək sürtünmə əmsalı var. Digər kompozisiyalardan fərqli olaraq, abraziv dərillərə görə ən az aşınma və yırtma ilə xarakterizə olunur.

[5] müəllifləri, elektron sintez (EES) üsulu ilə parçaların aşınma müqavimətini texnoloji cəhətdən təkmilləşdirmək təklif etmişdir- qoşulma ərintiləri ilə elektrik qığılcımı əmələ gəlməsi nəticəsində əsas metal ilə xüsusi ekzotermik qarışığın qarşılıqlı təsirinə əsaslanan aşınmaya davamlı örtüklərin tətbiq edilməsi texnologiyası. Texnologiya sahəsində (EES) aparılan bu müəlliflərin tədqiqatları müxtəlif elektrik enerjisi elektrik impulslarının qarşılıqlı təsirində örtük formalaşmasının xüsusiyyətlərini, proses parametrlərini dəyişdirərkən örtük keyfiyyətini, aşındırıcı aşınma şəraitində örtüklərin aşınma müqavimətini və optimal qatlayıcı rejimlərin seçilməsini öyrənmək məqsədi daşıyır. Tədqiqatın nəticələri EES örtüklərinin perspektivlərini, maşın hissələrinin sərtləşdirilməsi və təmiri üçün istifadə imkanlarını göstərir.

Aşındırıcı aşınma şəklində kimyəvi istilik müalicəsinin istifadə hissələri də sürtünmə səthlərinin sərtliyini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırır, materialların istifadəsini azaldır və sürtünmə cütləri üçün antifriction materialları istifadə edərək enerji istehlakını azaldır [2].

Kimyəvi istilik emalının optimal metodunun seçilməsi bölmə təbəqələrinin müəyyən xüsusiyyətlərinə, iş şəraitinə, gözlənilən texniki və iqtisadi təsirlərlə bağlı bir çox amillərdən asılıdır.

Hal-hazırda, kimyəvi istilik emalı metodunun seçilməsi və sürtünmə şəraitində fəaliyyət göstərən hissələr üçün səth təbəqələrinin növü üçün dəqiq meyarların müəyyən edilməsi üçün etibarlı məlumatların olmaması mövcuddur.

Ən böyük marağın bölüşdürülməsi təbəqələrdir, bu barədə əsaslı məlumatlar bu təbəqələrin xətti aşınma səviyyəsinin testləri ilə təmin olunur. Bu vəziyyətdə onların səviyyələri ortaya çıxır.

Dəyişən yastıq hissəsinin səthinə aşınmaya davamlı diffuziya qatlarının formalaşdırılması üçün qazdan karbüləşdirmə, nitridləşdirmə, tozlardan boronizasiya və qaz fazından xrom plastink tətbiq olunur [5].

Qz sementasiyası müəyyən bir karbon potensialı ilə atmosferdə aparılmışdır [5]. Buna baxmayaraq, sementasiya prosesini, məsələn, endotermik atmosferdən istifadə etmək üçün metodları daha dəqiq idarə etmək lazımdır. Nitridləşmə prosesinin istiliyinin azaldılması üçün, bir parıltı axıdılması istifadə etmək mümkündür.

Baronlaşma prosesi sənaye təcrübəsində demək olar ki, yalnız bir toz şəklində həyata keçirilir [7]. Lakin, maye elektrolitik boronizasiyasının istifadəsi ən texnoloji cəhətdən inkişaf etmiş, əlverişli və ən zəhərli üsul olardı.

Qaz halındakı ortamda diffuziya xrom plakası kompleks bir mərhələ strukturuna və aşağı termokimyəvi sabitliyə malik olan səth təbəqələrində dəmir və xrom karbidlərinin formalaşmasına gətirib çıxarır.

Yüksək qabiliyyətli xüsusiyyətləri olan diffuziya qatlarının formalaşması üçün müəllif [3] qaz qarışdırıvı və nitridləşdirmə, maye boronsiya və golf xrom plastifikasiyasının modifikasiyasını inkişaf etdirmişdir.

Diffuzyon təbəqələrinin tribioloji xüsusiyyətlərinin tədqiqi 10 Mpa qədər təmasda və 0,3-5 m/s sürüşmə sürətində həyata keçirilmişdir. Model testlərinin şərtləri bölmə maşınlarının düz yastıqların qollarının iş şəraiti ilə uyğundur. Aşınma müqaviməti aşınma təbəqənin qalınlığının sürtünmə yoluna, yəni xətti xarakterizə nisbətinə görə qiymətləndirilmişdir. Sürtünmə əmsalı və gərginlik gərginliyinə dair məlumatların təhlili göstərir ki, xrom plitə edilmiş təbəqələrdən

galvanik xrom plastinka və sonrakı termal diffuziya tavlama ilə əldə edilmiş strukturlu yerüstü bərk həllər ən yaxşı triboloji xüsusiyyətlərə malikdir. Özünü tənzimləyən elektrolitlərdən galvanik xrom örtükləri avtomatik olaraq SO<sub>2</sub> ionlarının daimi bir konsentrasiyasını təmin etməyə imkan verdi. Dəmir-xrom qatı həll edilən diffuzyon zonasının formalaşması üçün termal difuzziya tavlama rejimlər hazırlanmışdır ki, bu səth təbəqəsinin yapışkan qüvvəsini əsas təbəqəyə çatdırmaq və fizikokimyəvi xüsusiyyətlərin dərəcəsini azaldır.



Bölməyə bölündükdən sonra buğda unundan olan xəmir yuvarlaqlaşdırılıb, müəyyən bir növ məhsula hazırlanaraq qabaqcadan yoxlanılmaya məruz qalır və konveryer şüşülərində yekun izolyasiya mərhələsindən keçirilir. Konveryer şkaflarının işlənməsi zamanı dişlilər və zəncirlər kimi mexaniki dişlilər əhəmiyyətli bir pozulması var.

#### **1.4 Zəncirli ötürücü elementlər**

Xəmir parçalarını meydana gətirdikdən sonra, son sınaqda texnoloji bir əməliyyat baş verir. Xəmir parçalarından karbon qazının meydana gəlməsi zamanı xəmirin məsaməli quruluşu narahatdır. Böyük həcmli məhsuldarlığı ilə yaxşı poroziyaya malik çörək parçalarının həcmdə artması və birbaşa məsaməli olmasına ehtiyac vardır.

Son sınaqdan keçirilməsi xüsusi kabinetlərdə 35-40° C temperaturda və 75-80% nisbi rütubətdə aparılır [11,8].



Qalibiyyət dərəcəsinin təhlili göstərir ki, konveyer şüşülərinin zəncirinin son zamanətə çatdırılması zəncirinin zəif elementləri dişlilər və zəncirlərdir.

Araşdırmalar göstərildiyi kimi, aralıq zəncir və dişli zəncir 40X alaşımli poladdan hazırlanmışdır.

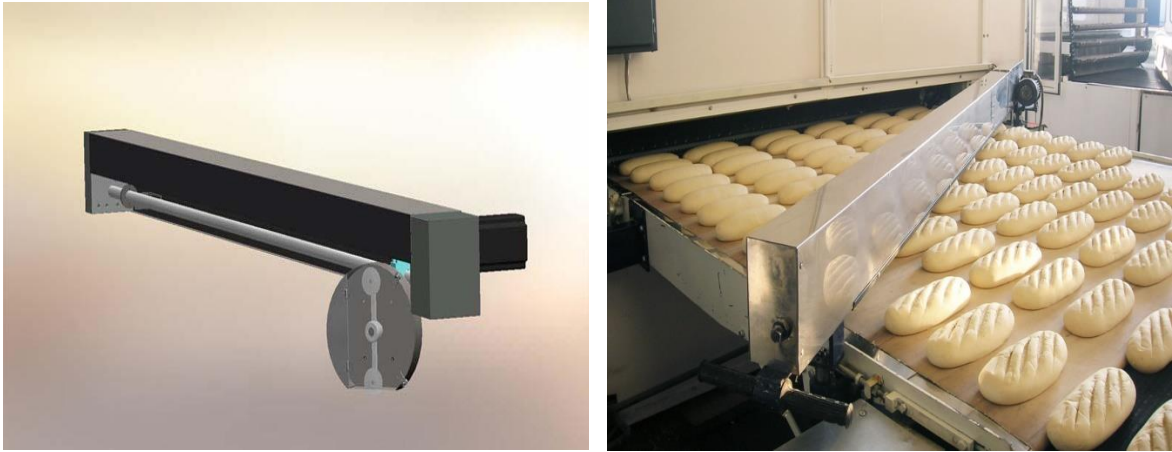
### **1. 5. Xəmir parçalarını kəsən bıçaq**

Çörək bişirməyə vermədən əvvəl xəmir parçaları bir gözlə görünən məsaməli bir struktur meydana gətirmək üçün yekun izolyasiya vasitəsilə keçir. Bu mərhələdə, ilk bişirmə dövründə məhsul həcmnin artmasına maneə törədən xəmir parçalarının səthində sıxılmış bir qabıq görünür. Nəticədə, onların səthində partlayışlar və çatlamalar meydana çıxır [11]. Xəmir parçalarını sobaya almalarının qarşısını almaq üçün məhsulların səthində kəsiklər edilir. Əməliyyat alət karbon poladının U8- dən hazırlanmış bir çəngəl bıçağının köməyi ilə həyata keçirilir.

Çentik boşluqları üçün qurğunun istifadəsi prinsipi konveyer kəmərinə qoyulan xəmir boşluqlarının bərabər rollarda keçməsi, hərəkətli bıçağın altına düşməsidir. Hesablama cihazı, kəsilmənin müəyyən bir forması ilə məhsul əldə etməyə imkan verən yüksək keyfiyyətli məhsullar təqdim etməlidir. Bu halda tullantıların minimuma endirilməsi lazımdır. Bıçaq bu hərəkətli konveyorun profil oxuna 45-50° bir anda yerləşən bum qoluna yerləşdirilir. Bıçaq su və ya bitki yağı ilə isladılır. Xəmir parçalarının bəslənməsinə bağlı olaraq bıçaq xəmir parçasının səthində artımlar yaradır [6].

Bıçaq kəsici (Şəkil 8) yüksək temperatur şəraitində, su buxarı və xəmir parçasının səthlərinin aqressiv təsirləri ilə işləyir. Əməliyyat zamanı bıçaq xəmir parçasının sıxılmış qabığını kəsərək, qarşılıqlı hərəkət edir.

Xəmirə laktik və sirkə turşularının olması, xəmir parçaları buxarlanarkən, turşuların və suyun hissəciklərinin çəkildiyi bir atmosfer havasının formalaşmasına gətirib çıxarır. Aeorollərin xəmir parçası ilə sürüşmə əlaqəsi olan bıçaq-kəsicilərin səthi ilə qarşılıqlı olması ən incə səth təbəqələrinin adsorbsiya plastikləşməsinə gətirib çıxarır və onların içində metal axınını asanlaşdırır.



Şəkil 1.7. Xəmir parçalarını kəsən bıçaq

Beləliklə səthi-aktiv hava atmosferi hərəkətində, preslənən kəsicilərin səthi təbəqəsi asanlıqla parçacığından dağılmış və xəmir parçası ilə aparılmışdır.

Bıçaqlar, kəsicilər yüksək temperatur şəraitində işləyirlər Artan ətraf mühitin temperaturu elektrokimyəvi korroziyanın dərəcəsini artırır. Onun ortaya çıxması və inkişaf etdirilməsinin əsas şərtləri anodik və katodik sahələrin meydana gəlməsidir, bunun nəticəsində zərərin olması ilə təsiri altında mediaya məruz qalmasıdır. Metalın (polad) səthinin katod və anod hissələrinin potensial fərqi nəticəsində elektrik cərəyanı yaranır, bu da korroziyaya səbəb olur.

Beləliklə, bıçaqlar-nabrezchiki korroziyaya və mexaniki geyməyə həssasdır. Bu baxımdan xəmir parçalarının bıçaq kəsicilərinin korroziya müqavimətini artırmaq üçün mövcüd vasitələrdən bir qiymətləndirmə aparılmışdır.

Bıçaq kəsicilərinin aşınma müqavimətini artırmaq üçün U7A, U8A, U10A, U12 [12] və yay [13] karbon poladlarının, instrumental karbon poladı istifadə olunur; bıçaqlarda [12] xüsusi çarxların istifadəsi, həmçinin polimer örtüklü bıçaq istifadə olunur [13]. Alət materiallarına tətbiq olunan əsas tələblər yüksək sərtlilik, istilik müqavimətinə və aşınma müqavimətinə, müəyyən mexaniki və texnoloji xüsusiyyətlərə, məhdudluq və aşağı qiymətə daxildir [3]. Lakin, sadalanan maddələr və aşınma müqavimətini yaxşılaşdırma vasitələri kifayət qədər effektiv

deyil, çünki onlar eyni zamanda korroziya-mexaniki aşınma müqavimətini təmin etmir, suda və suda aerosollərin aşınma və təcavüzkar təsirlərinə qarşı dayanıqlı artım təmin edən bir xüsusiyyətlərə malik deyil.

Parçaların səthi müalicəsi üsullarından biri qismən səthin diffuziya doymasını müxtəlif elementlərlə təşkil edir və kimyəvi maddələr və mərhələli materiallarla istənilən parametrlərlə mərhələlər təşkil edir.

Aşınmaya davamlı örtüklər əldə etmək üçün, diffuziya baring üsulu boru ilə boru doyma 900-1000°C temperaturda doyma ibarət olan seçilmiş [2], bu polad hissələrin səth qatında 0,2 mm dərinliyə boruların istehsalını təmin edir. Bu halda, bu hissələrin sərtliyi HRC 85-ə çatır, bərkidilmiş poladın sərtliyi, qayda olaraq, HRC 65-dən çox olmamalıdır.

Difuzyon xrom plating korroziya müqavimətini artırmaq üçün effektiv bir üsuldur [8]. Dəmir xrom ilə doyma, dəmir və ya xrom karbidlərdə (xəmir kəsicilərinin hazırlandığı U8 dərəcəli polad kimi yüksək karbon poladının doymuş olması halında) xromun bir qatı həlli səth qatında formalaşmasına gətirib çıxarır. Bir sıra mühitlərdə aşağı korroziya fəaliyyəti ilə fərqlənir. Karbon poladının difuzyon xrom qalxma metodu yüzlərcə fərqli redoks xassələri olan yüksək aşındırıcı mühitlərdə korroziya müqavimətini artırmağa imkan verir.

Metalloqrafik analizdə borid və xrom təbəqələrinin detallar üzrə çatlamaları və çipsiz çıxdığını göstərdi. Onlar qida avadanlıqlarının hissələri və işləmə hissələrinin xidmət müddətini 5-10 dəfə artmağına imkan verir.

Xəmir parçalarının bıçaq-kəsicilərinin səthini sərtləşdirmək üçün müəllif [11] elektromlalı xrom qatlarının lazer istilik emalı nəticəsində səthin sərtliyinə və korroziya müqavimətinə eyni vaxtda artım təmin edən bir texnologiya hazırlamışdır. Lazer kimyəvi istilik emalı nəticəsində diffuziya zonaları dəmir səthinin (15-20 wt%)- xrom uzunluğunun tərkibində fizikokimyəvi xüsusiyyətlərin aşağı dərəcəsini, yüksək kimyəvi və mexaniki dayanıqlılığını təmin edən və oksidlərin meydana gəlməsi ehtimalını ortadan qaldırır. Qida mühiti ilə təmasda xüsusilə vacibdir [8,14]. Lazer istilik müalicəsi 240 ilə 260 kVt/ santimetr

olan spesifik gücə və 105-135 mm/ dəqiqəlik darəmə sürətinə malik olan pulsed radiasiya ilə həyata keçirilmişdir.

Xromun konsentrasiyası 15-29% arasında olduqda, diffuziya zonaları sıthi qatı həlqələrin strukturu ilə yüksək səth sərtliyini və səth aktiv hava atmosferi və dövrü olaraq dəyişən temperatur şəraitində korroziya müqaviməti ilə formalaşır.

Lazer istilik emalı nəticəsində optimal şəraitdə, diffuzyon zonun kimyəvi və faz tərkibində 450 mikron uzunluğuna malik, tərkibində ağırlılığının 17%- nə qədər olan orta xrom konsentrasiyası olan bir dəmir-xromun tərkibi strukturu ilə homojen olmuşdur. Bıçaq-kısıcı olmadan kəsici ən azı bir dəfə əvəz olunmalıdır. Qatılaşıdırılmış bıçaqların müddəti 200 saat idi.

Müəllif [4] lazer emalının qar karbidin dağılımış keçidləri ilə dəmir əsasında kompozit elektrokimyəvi örtüklərin bəzi mexaniki xüsusiyyətlərinə təsirini araşdırdı. İstilik emalı doldurucu hissəciklər və matrik arasında fizikokimyəvi reaksiyaların aktivləşdirilməsində kompozitlərin mikro strukturunda bir dəyişməyə gətirib çıxarır. Lazerlə emalı örtüklərin aşınma müqavimətinin artmasına gətirib çıxardığını müəyyən edir.

Bu gün hissələrin səthi emalı üçün ən ümid verici üsullardan biri mikroarx oksidləşmədir. Metodun mahiyyəti, metal-elektrolit interfeysi vasitəsilə yüksək sıxlıqlı bir cərəyanın keçdiyi zaman, interfesdəki şərtlər daha yüksək olur və elektrod səthində yüksək olur və elektrod səthində yüksək yerli temperatur və təzyiqlərlə onun dielektrik güvü və mikro plazma axıdılması olur. Mikroplazma atqılar nəticəsində əsas metal və elektrolit komponentlərinin elementlərinin oksidləşdirilmiş formalarından ibarət olan bir örtük təbəqəsinin formalaşmasıdır. Mikroplazma oksidləşmə və elektrolit tərkibinin rejiminə əsasən, unikal xüsusiyyətləri və ən geniş çedili proqramları olan keramika örtükləri əldə etmək mümkündür.

Müəllif [6] mikroarx oksidləşmə üsuli ilə qara metallar və ərintiləri üzrə örtüklərin aşınma müqavimətinin formalaşdırılması üçün bir texnologiya təklif etmişdir. Aluminium tərkibli komponentlərin ilkin tətbiqi və sonralı mikroarx

oksidləşməsinə hissələrin işçi səthlərinə daxil edən birləşmiş texnologiyadan istifadə etmək mümkündür. Müəllif TSA-nı tətbiq etmə üsullarını keramika təbəqələrinin sonradan formalaşdırılması baxımından tətbiq etmişdir. TSA-nın qara metalın səthi ilə yapışma qüvvəsini artırmaq üçün yüngül lehimli sink çöküntüsünün alqoritmini tətbiq etmək təklif edilmişdir. Təklif olunan texnologiya müxtəlif məhsul nümunələrinin aşınma müqavimətini artırmaq üçün tətbiq edilmişdir.

Müəllif [4] pnevmatik partlamanın sərtləşdirilməsinin metodunu, həyata keçirilməsi üçün quraşdırma, səth keyfiyyətinin və miqyasının parametrlərini təsvir etmişdir.

Müəllif [4] məhsulların korroziyadan qorunma metodlarını karbon poladından qiymətləndirdi. Kadmiyum oksidinin potasyum permanganatının işləməsinə əlavə olaraq tətbiqi oksidləşmə prosesinin sürətləndirilməsinə və iş parçalarının qoruyucu xüsusiyyətlərinin yaxşılaşdırılmasına kömək edir.

[14] müəllifləri NaCl həllində karbon poladındakı  $\text{SiO}_2$  ion hissəciklərinin dəyişmiş epoksi örtüklərinin korroziya xüsusiyyətlərini araşdırdılar. Tənzimlənmiş örtüyün kəsilməsinə qarşı müqaviməti təhlil etmək üçün testlər aparılıb.  $\text{SiO}_2$  partiküllərinin epoksi örtüklərinə əlavə edilməsi effektiv olduğu müəyyən edilmişdir.  $\text{SiO}_2$  hissəciklərinin epoksi impregnasiyası üçün effektiv olduğuna inanırlar. Müsbət təsirli nanopartiküllər və epoksi qatranı arasındakı reaksiyaya əsaslanır.

Müəllif [7] termogazosiklik effektlər şəraitində kimyəvi-termik müalicə-nitridləşmə metodunu təqdim etdi, bu zaman yarım dövrdə doyma dövrünün tənzimlənməsi səthdə asanlıqla və effektiv şəkildə yüksək korroziya müqavimətinə malik yaxşı inkişaf etmiş e-faza əldə edilə bilər.

Müəlliflər [3] aşınma müqavimətini yaxşılaşdırmaq üçün onların yer üzündə ağ dəmir qatının bir qatının tətbiq edildiyi polad hissələrinin elektro-kontakt kimyəvi-istilik emalını işləyib hazırlamışlar.

Müəlliflər [2] yüksək səviyyədə konsentrasiya edilmiş plazma jeti ilə alət poladları və ərintilərinin səthi təmizlənməsi üçün bir üsul təklif etmişdir. Belə emal

amanı fazanın və strukt dəyişikliklərinin mexanizmlərini və onların fəaliyyət səviyyələrinə təsirini təsbit etdi. Mürəkkəb həcmi-səthi qarışdırmanın inkişaf etmiş texnologiyaları səth işləyən təbəqənin yüksək sərtlilik, aşınma və istilik müqavimətinə deyil, həm də bütün kompozisiyanın yüksək qırılma dayanıqlılığına (çatlaq müqavimətinə) malik olan kompozi qatlı alət materialları əldə etməyə imkan verir. Səthin sərtləşdirilmiş poladları və ərintilərinin mexaniki sınaqlarının metodik əsasları verilmişdir.

[1] müəllifləri bir hidrostatik parıltı qıgılcım boşalmasının (GSR) plazmanında nitridləşməyə əsaslanan polad hissələrinin kimyəvi istilik emalının nəticələrini təqdim edir. Bir GSR plazmasında (hidroplazmik nitridləşmə) karbon və ərintilərin tərkibində natruimləşdirmə, həmçinin metal, azot və karbon ilə diffuziya doymasını əhatə edən karbon qazlarının təmizlənməsi üçün birləşmiş üsullar nəzərdən keçirilir.

Müəllif [7] plazma elektrolitik oksidləşmə üsulu ilə əldə edilən metal və ərintilərdə yerüstü çoxfunksiyalı kompozit qoruyucu təbəqələrin formalaşdırılması prosesində üzvi və qeyri-üzvi nano ölçülü materiallardan istifadə perspektivini göstərmişdir.

[5] müəllif səthlərin sərtləşdirilməsinin səmərəli üsulunu ayrı-ayrı istilik müalicəsini təklif etdilər. Səthi təbəqənin qarışdırılmış metodla sərtləşdirilməsi ilə bir polad hissəsinin temperatur sahəsinin kompyuter simulyasiyasının nəticələri təqdim olunmuşdur. İstilik emalı şəraitinin və istilik qaynağının parametrlərinin işlənmiş məhsulun temperatur sahəsinin xüsusiyyətlərinə təsiri göstərilir.

[6] müəllifləri sürtünmə emalı sərtləşməli indenterlə, 100-600° C temperatur intervalında sərtləşən orta və yüksək karbon poladında temperatur zamanı temperaturda yumşalma kimi mikrosərtlilik və müqavimət kimi təsiri öyrənmişdir. X-ray və elektron-mikroskopik üsullardan istifadə edərək, sürtünmə nəticəsində deformasiya zamanı polad səthlərin istilik müqavimətində artımın səbəbləri müəyyən edilmişdir. Karbid indeksi və aşındırıcı hissəcikləri ilə qatlanan

temperaturda sürtünmə altında yüksək karbon poladının sərtləşdirilmiş lazer süalanma sürətinin yüksək sürətinə olan təsirinin müqayisəli təhlili aparılmışdır

Müəlliflər [13] yüksək karbonlu poladların səthi birləşmə texnologiyasını təklifnedərək, lazer dopinqindən sonra azotdan istifadə edərək, 700 mikron qalınlığa qədər qatlanan laylar 12000 Mpa qədər mikroillik ilə əldə etməyə imkan verir. Lazerlə müalicənin texnoloji parametrləri yaradılmışdır ki, alaşımlı təbəqələrin tərkibində karbon poladının səthinə xırdadənəli struktur və dispersed karbidlər yaradır.

Müəlliflər [13] karbon poladının səthində homojen xıradənəli strukturların əldə edilməsi üçün lazer dopinqinin istifadəsini nəzərdən keçirmişlər. Mükəmməl lazer dopinq rejimləri yaradılmışdır ki, bu da super-dənəvər strukturların öyrədilməsinə imkan yaradır.

[2] müəllifləri kəsici vasitələrin örtülməsinin təkmilləşdirilməsində mövcud tendensiyaları nəzərdən keçirmişlər. Süzülmüş vakkum-çöküntü əmələgəlmə prosesləri ilə çox laylı memarlıq əsasında funksional nanostrukturları örtüklərin yaranma metodikası təqdim edilmişdir. İnkişaf etmiş örtüklərlə kəsici vasitələrin səmərəli istifadə nümunləridir.

[1] müəllifləri sistemli olaraq hidrofobik Langmuir-Blodget filimlərinin və metal səthinə yerləşdirilən özünü təşkil edən molekulyar təbəqələrin antikorrozion təsirini sisteməlik şəkildə araşdırdılar.

[1] müəllifləri TiSiN örtüklərinin çökmə prosesinin texnogen rejimlərinin struktur parametrlərinə, fiziki və mexaniki xüsusiyyətlərinə və kəsici alətin aşınma dərəcələrinə təsirinin tədqiqi nəticələrini təqdim etmişlər. Əlavə qablaşdırma üsulları örtüklərə ikinci ərinti elementlərini əlavə etməklə təklif olunur. İnkişaf etmiş örtüklərlə kəsmə vasitələrinin müqavimətinin test nəticələri verilmişdir.

Çörəkdən sonra, xəmir parçaları soba üçün sobada əkilir. Çörək qalıqlarının qarşısını almaq mümkün olmadığı üçün, işçi orqanlarının əhəmiyyətli dərəcədə aşınmasına məruz qalan çəkiç çənçəklərində köhnə çörəyin işlənilməsi perspektivdir.

### **1.6. Kraker qırıntılarının istehsalı üçün çəkiclər**

Bu gün çörəkçilik sənayesi tullantı texnologiyasının inkişafına böyük diqqət yetirir. Bu məqsədlə, çörək bişirmə müəssisələri buğda unundan çörək qırıntıları, çovdar və buğda dəbli sortlarından xəmir və çörək qırıntılarına çevrilmiş çörək bişirilir [3].

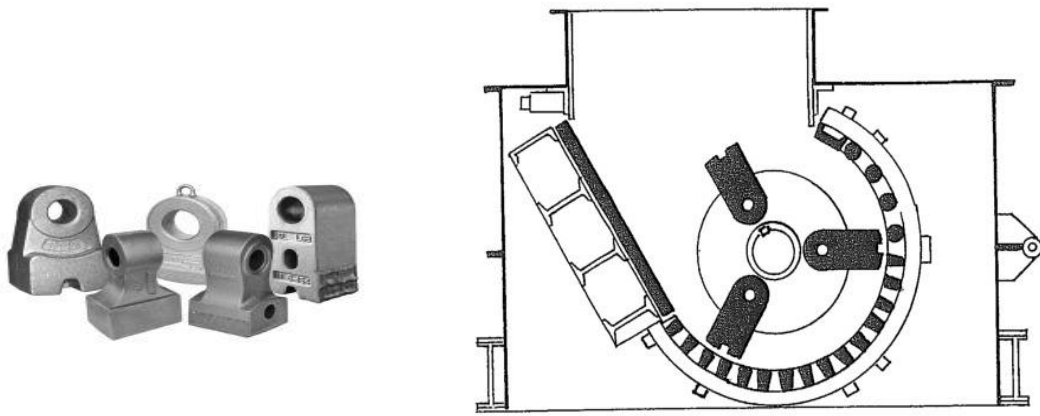
Köhnə məhsulun işlənməsi yəni məhsullar əldə etmək imkanı verir – basdırılmış kraker, çörək balığı və digərləri [8]. Çörək çuğundurunda qırmızı çörəyin işlənməsi çəkic qırıncılarında aparılır. Şarj xortumunda məhsul daşııcıya daxil edilir.

Kamerada hərəkət edən çəkiclər məhsulu çoxlu kəskin kənarları ilə yivli bir səthə buraxdılar və burada məhsul çökdü. Palatanın altındakı çınqıl məhsulun düşdüyü dəliklər vasitəsilə bir bağ var [5].

Ağır çörəkləri daşımaq, işləyən orqanların gərginliyi – çəkiclər ilə müşayiət olunur. Nəticədə, sarsıdıcı prosesin əsas göstəriciləri pisləşir, enerjinin intensivliyi, məhsuldarlığı və qırıntıların keyfiyyəti azalır. Aşınan azaman, çəkiclərin əsas növləri tək və qrupun çökməsi, işçi kənarında çiplər və çəkic səthində dərin risklərdir. Çəkiclərin köhnəlmiş səthlərinin təbiəti (Şəkil 9) qırıncı çəkiclərin aparıcı aşınma növünün yorğunluq olduğunu və mövcud olanların aşındırıcı olduğunu göstərir.

Buna görə, əsl sual, yorğunluq və aşınmasına qarşı daha çox müqavimət göstərən yaşıl çörəyin və qoruyucu örtüklərin emalı üçün çəkic qırıncıları üçün material seçimidir.





**Şəkil 1.8. Çörək qırıntılarını üyüdən çəkic**

Bu hissənin iş şəraitini daha sərtləşdirməsi, səth təbəqəsi və daha geniş yerüstü olması zəruridir. Bu baxımdan, müəllifin [12] təcrübələri və hesablamaları maraqlıdır ki, bu da xüsusilə sərt şəraitdə, məsələn, şok sürtünmə yüklənmə zamanı (kontakt  $40-50 \text{ kgf} / \text{mm}^2$ -ə qədər vurğulayır) çox güclü bir səth təbəqəsinin qalınlığı  $0,2-0,5 \text{ mm}$ . Əks halda, səth təbəqəsi izolyasiya edilmiş yüksək sərtlilik pseudotropik plitə kimi işləyir. Səthdə və bu təbəqənin kəsişməsindəki qeyri-uniform stress sahələri mikrocracks və sınıqların görünüşünə səbəb ola bilər. Bu qatdakı strukturun faza heterojenliyi nə qədər yüksəksə, tiner daha olmalıdır və təbii olaraq hissənin iş həyatının daha kiçik olması lazımdır.

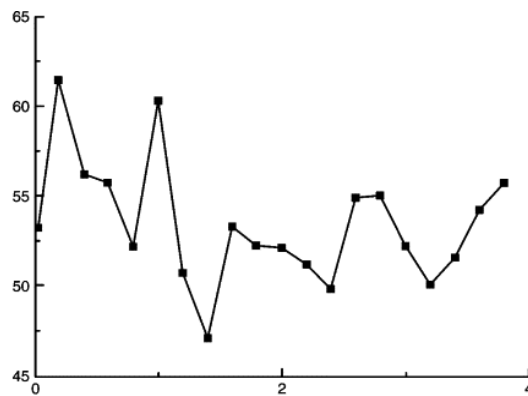
Beləliklə, hissənin aşınma müqavimətinin əhəmiyyətli dərəcədə artması əsas şərtə - qalıq stresslərin toplanmasının zonasını səth səviyyəsinin yuxarı sərhədindən maksimal səviyyədə olduğu yerə ötürərək, çox aşağı ola biləcəyi torpağın altlığına, aşınma müqavimətinin strukturu və xüsusiyyətlərinə bağlıdır (sərtlilik) yerüstü qat.

Müəllif [12] bir hissənin optimal səth təbəqəsi çox möhkəm struktur komponentləri və kifayət qədər elastik bir matrix daxil etməlidir, daxili sürtünmənin tezlik-həssaslıq (diffuziya) mexanizmi nəticəsində stresslərin rahatlaşdıqları rahatlıq. Bərk hissəciklərdən matrixə və matrixin özünə keçidində xüsusiyyətlər xətti dəyişməlidir.

Bu tələblər əsassız metal iştirakı ilə eutektik tipli sistemlərdən, bir fazlı qatı həllərə əsaslanan sistemlərdən bir qədər azdır. Silikon bu çirkələri arasında dəmirdə

ən çox həll olduğundan və maksimum borid, borosilikid, borosilikokarbit dəmir fazalarıdır, bor, silikon, karbon dəmir və dəmir borudda ötektik reaksiya ilə meydana çıxan borosilikokarbid sistemi səth təbəqəsi quruluşu kimi xidmət edə bilər. Səth təbəqəsinin yorğunluq gücünün rolunu öyrənmək üçün nümunələr magnezium və kalsium silikidləri ilə qarışılan dəmir silisiumda ( $\text{FeSi}$ ) 10% zirkonyum dioksid həllinin həllində xarici işçi qatını ehtiva edən polad səthində yaranan bir kompozit materialdır. Bu təbəqənin sərtliyi 50-52 HRC idi.  $\text{Fe}$  (baz) –  $\text{Fe}_2\text{Si}$  ( $\text{Cu}_{20}$  alaşımı) reaksiyası ilə yaranan ötütika səth təbəqəsi kimi xidmət etmişdir.

Çətin sürtünmə təsiri altında bir polad səthində meydana çıxan bir borosilikarbid kompozisiyasının aşınma müqaviməti Şəkil 10-da göstərilir.



**Şəkil 1.9. Bir polad nümunəsinin kəsik hissəsində mikroxardlıq paylanması nümunəsi.**

Xüsusi tədqiqatlar göstərir ki, səth borosilikokarbit qatının və yeraltı silikat zonasının sabitliyi ən azı maksimum  $900^{\circ}\text{C}$ -yə (100 dövrə) çatdırılan temperatura və havanı soyaraq soyutmağa qədər yüksəkdir.

Səth təbəqəsindəki bu təsir yazarın [12] silikon, bor və karbonun ötütik koloniyaların mərhələlərindən birinin güclənməsinə, ikinci mərhələsinin termodinamik gücünə isə silikon və karbonun təsirinə görə borudun gücləndirilməsinə aiddir. Səth təbəqəsinin sabitliyi artıq silikonun yüksək yayılma hərəkətliliyinə və geniş zonaya malikdir, bu isə "yaş" zonasını yandırır.

Aşındırıcı hissəciklərin aşınma materialı üzərində mexanik təsiri əsasən onların forma, fiksasiya dərəcəsi və aşındırıcı hissəciklərin və aşınma səthinin mexaniki xüsusiyyətlərinin, faktiki yüklərin nisbətindən asılıdır [2].

M. Kruşçov və M. Babiçevin başlıca əsərlərində [13] əsaslandırılmış işlər əsasən qatı dayanıqlı aşındırıcı tərəfindən aşındırıcı aşınmanın öyrənilməsinə ayrılmışdır. Təcrübələrində, müəlliflər çip meydana gəlməsini gözlədilər.

Aşındırıcının "əlverişsiz" tənzimlənmiş hissəciklərinin bir hissəsi aşınma hissəciklərinin sonrakı ayrılmasını hazırlayaraq, yalnız "sürüşmə" təsirinə malik idi. Beləliklə, işdə [14] sürtünmə izlərinin həcmnin təxminən 10% -i qıvrım parçacıqları şəklində ayrıldığına dair məlumat verilir ki, bu da kəsmə üçün ən yaxşı yönəldilmiş aşındırıcı hissəciklərin nisbətində cavab verir [14].

Qarışıq aşındırıcı aşınma proseslərinin təhlili [11] göstərir ki, kəsici uzunmaların sayının sürtünmə təhrif edən səthlərin ümumi sayına nisbəti belədir ki, mikro kəsmə effekti yalnız aşınan maddələrin ümumi miqdarını əhəmiyyətli dərəcədə təsir etməyə başlayır. Belə bir məhv mexanizminin ən sadə modeli aşınma dərəcəsi və təzyiq arasında bir nisbətə gətirib çıxarır:

$$\frac{h}{L} = K \frac{P_a}{P_T}$$

Burada  $h$  – köhnəlmiş qatın hündürlüyü;

$L$  – sürtünmə yolu;

$P_a$  - nominal təzyiqdir;

$P_T$  – verim təzyiqdir;

$K$  – mütənasiblik əmsalı.

Qida emalı avadanlıqları şirkətlərində, kvars qumu və aşınma məhsulları hissəcikləri ən çox aşındırıcıdır. Aşındırıcı aşınma haqqında məlumatların təhlilinə əsasən, müəllif [6] müxtəlif materialların nisbətən davamlılığını tapmaqda problemi araşdırarkən, digər şərtlərlə yanaşı, iki şərt yerinə yetirilməlidir: 1)

sınaqda istifadə olunan aşındırıcı hissəciklərin yuvarlaqlaşdırılmasının radiusunun dəyəri, ümumiyyətlə, işləyən birləşmələrə düşən aşındırıcı hissəciklərin yuvarlaqlaşdırma radiusunun dəyərində daha yaxın olmalıdır; 2) sınaqda istifadə olunan aşındırıcı hissəciklərin sərtliyi, işlədilən birləşmələrə düşən hissəciklərin sərtliyinə yaxın olmalıdır. Yüksək dərəcə dəqiqliklə lineer aşındırıcı aşınma ölçüsü olaraq istifadə edilən sıyırma dərinliyinin müəllifi [6] asperitlərin hündürlüyünün ölçülməsi üçün alət tərəfindən müəyyən edilmişdir.

Nisbi aşınma müqaviməti bağımlılıqlardan müəyyən edilmişdir:

$$\varepsilon = \frac{h_3}{h}$$

Burada  $\varepsilon$  nisbi aşınma müqavimətidir;

$h_3$ - standartın xətti aşınması(cızma dərinliyi)

$h$ -nümunənin xətti aşınması (qazma dərinliyi)

Müxtəlif proseslərə məruz qalan test edilmiş çeliklərin nisbi aşınma müqavimətinin əldə edilmiş dəyərləri Cədvəl 1.4-də verilmişdir. Cədvəl 1.4-də göstərir ki, polad sərtliyində artım, onun nisbi aşınma müqaviməti artırır. Eyni zamanda bəzi çeliklər (Y12A, IX15 və X12M həmçinin sementlənmiş 20X və 18 NVA ) eyni sərtliyə malikdir, lakin ağır qarışıqların gücləndirilməsi ilə izah olunan müxtəlif aşınma müqavimətidir.

Müəllif tərəfindən aparılan tədqiqatlar göstərir ki[96], aşındırıcı aşınma ilə çeliklərin aşınma müqaviməti əsasən sərtliklə müəyyənləşdirilir. Onların tərkibi və mikro strukturu aşınma müqavimətinə daha az təsir göstərir və buna görə alaşımli çeliklərin istifadəsində əhəmiyyətli bir artım əldə etmək mümkün deyil. Aşınma müqavimətini maksimuma çatdırmaq üçün parçaların sürtünmə səthlərinin sərtliyini artırmaq lazımdır, belə ki aşındırıcı atmaların sərtliyinə yaxınlaşır və ya onu aşır [1].

Hazırda hamar istehsalında istifadə olunan əsas material 30HGSА poladdan söndürmə və aşağı temperləmədən sonra baş verir. [12] müəllifləri aşınma

müqaviməti üçün sərtliyin əldə olunmasının vacib olduğunu təsbit etdi. Çeliklərin sərtliyini söndürmə və sonrakı temperaturla dəyişdirərək, nisbi aşınma müqaviməti və istiliklə işlənmiş poladın sərtliyi arasında aşağıdakı əlaqəni qurduq:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + c_1(H - H_0)$$

Burada,  $\varepsilon$  və  $H_0$  – tavanlıqda əyilmə müqaviməti və poladın sərtliyi;

$H$  – istiliklə işlənmiş poladın sərtliyi;

$c_1$  = əmsal.

Cədvəl 1.4

| Metalın növü | İsitmə temperaturu |         |           | Möhkəmlik | Nisbi davamlılıq |
|--------------|--------------------|---------|-----------|-----------|------------------|
|              | Sementləmə         | Bərklik | Buraxılış |           |                  |
| 1            | 2                  | 3       | 4         | 5         | 6                |
| P38          | -                  | 1280M   | 550       | 835       | 9.00             |
| XBF          | -                  | 800M    | 200       | 905       | 8.85             |
| X12M         | -                  | 1050M   | 400       | 835       | 7.85             |
| IIIX15       | -                  | 850B    | 160       | 835       | 6.53             |
| Y12A         | -                  | 780B    | 160       | 835       | 6.32             |
| Y10A         | -                  | 780B    | 160       | 803       | 5.72             |
| Y8A          | -                  | 800B    | 160       | 775       | 5.20             |
| 9XC          | -                  | 850M    | 180       | 649       | 4.50             |
| 5XHM         | -                  | 840M    | 500       | 502       | 3.58             |
| 18XTT        | -                  | 840M    | 200       | 905       | 8.90             |

|                                              |   |       |     |      |      |
|----------------------------------------------|---|-------|-----|------|------|
| 12XH3A                                       | - | 800M  |     |      |      |
| 18XHBA                                       | - | 840M  |     |      |      |
| 20X                                          | - | 800M  |     |      |      |
| 45 Yüksək tezlikli cərəyanlarla sertləşdirmə |   |       |     |      | 5.20 |
| CX8                                          | - | 1100M | 550 | 649  | 4.69 |
| 40X                                          | - | 830M  | 180 | 922  | 3.91 |
| 45                                           | - | 820B  | 160 | 606  | 3.68 |
| 18XHBA                                       | - | 840M  | 180 | 469  | 3.46 |
| 45                                           | - | 820B  | 300 | 460  | 3.14 |
| 30XГCA                                       | - | 870M  | 240 | 435  | 2.92 |
| 45                                           | - | 820B  | 400 | 361  | 2.36 |
| 45                                           | - | 850M  | 600 | 320  | 2.00 |
| 45                                           | - | 820B  | 500 | 298  | 1.92 |
| 45                                           | - | 820B  | 600 | 261  | 1.70 |
| 30XГCA                                       | - | 870M  | 540 | 255  | 1.66 |
| 45 normallaşma                               |   | 840   | -   | 217  | 1.44 |
| 25                                           | - | 860   | -   | -    | 1.33 |
| 10                                           | - | -     | -   | -    | 1.27 |
| 38XMIOA NİTROGEN                             |   | -     | -   | 1145 | 14.3 |

|                                                          |   |   |   |      |      |
|----------------------------------------------------------|---|---|---|------|------|
| Dəmir                                                    | - | - | - | -    | 1.00 |
| elektrolitik<br>xrom                                     | - | - | - | 1115 | 10.6 |
| Qeyd: "M" hərfi yağın sızması deməkdir; "B" hərfi - suda |   |   |   |      |      |

Buna görə, istilik müalicəsi mikro kəsmə ilə məşğul olmaq üçün olduqca səmərəli vasitədir. Bununla yanaşı, sərtliyin artması səmərəsiz olub - aşındırıcı müqavimət eyni qaldı və ya bir qədər azalıb. Müəlliflər [13] aşındırıcı aşınma prosesində səth təbəqələrinin olduqca yüksək dərəcədə sərtləşməsinə nail olmaq, yəni, mahiyyətə aşınma maddəsinin maksimum sərtləşmə halında ilk sərtliyi və sərtliyi ilə xarakterizə olunur ki, bu həqiqəti izah edir.

İstilik emalı da, işin sərtləşmə sürətini və onun həddinin dəyərini artırmağa imkan verir. Aşındırıcı aşınma müqaviməti üçün başqa bir meyar kimi elastik modul (E) [15] istifadə olunur.

Bu model istiliklə işlənmiş polad üçün tətbiq edilmir, çünki elastiklik modulları strukturca qeyri-adi bir xarakterikdir və istilik emal rejimindən praktiki olaraq müstəqildir [13]. Bununla yanaşı, istilik emalı çeliklərin aşınma müqavimətini əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir.

Yağlama aşındırıcı aşınma ilə aşınmanın azaldılmasına, xüsusilə də səthi aktiv maddələr ehtiva edərsə, təsirsiz hala gətirilən radikal vasitədir. Aşındırıcının parçanın sürtünmə sahəsi ilə təmas nöqtəsində, yüksək təzyiq meydana gəlir və bu, adsorbsiya təsirinin səth təbəqəsinin sıx şəkildə məhv edilməsinə gətirib çıxarır. Bununla birlikdə, sızanaq və temperaturdan sonra çəkiçlərin aşınma müqaviməti, karbon çeliğindən hazırlanan çəkiçlər çox aşağıdır və bu resursda əhəmiyyətli bir artım təmin edə bilmir.

Yüksək tezlikli sərtləşməyi istifadə 2-4 dəfə aşınma müqavimətini artırma bilər [5]. Xırdalanan çəkiçlərin istehsalı üçün aşağı yüngül lehimli çelikləri, Hatfield poladdan G13L, G12 [2] və zirehli çelikləri istifadə etmək məsləhət görülür.

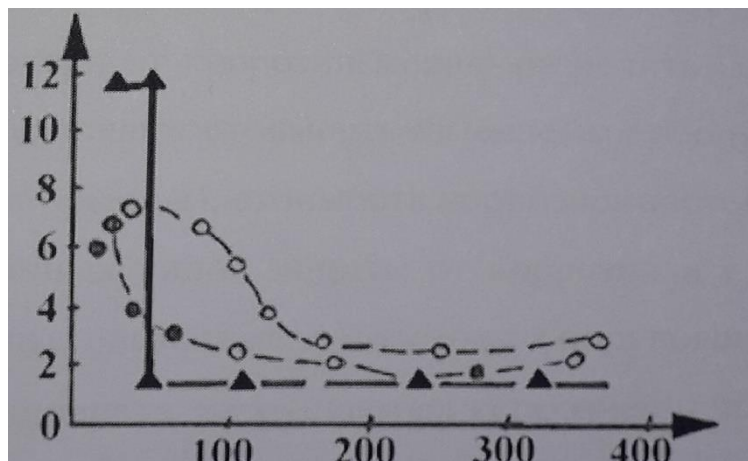
Gatfild polad grade G13L, G12 1020-1100 ° C temperaturda söndürülməsindən və soyuq suda soyuduqdan sonra istifadə olunur. Sərtləşmiş çeliklər işləmə bilməz; Buna görə, Gatfield çəllək çubuqları yalnız dökümlə əldə edilə bilər.

Çəkil materialının aşağı istifadəsi nəzərə alınmaqla, bahalı və az miqdarda ərintilərin və çeliklərin istifadəsi uyğun deyil. Aşındırıcı aşınma ilə kimyəvi istilik emalının istifadəsi hissələrin sürtünmə səthinin sərtliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırır [3].

Çəkilərin aşınma müqavimətini yaxşılaşdırmaq üçün kimyəvi istilik emalının müxtəlif üsulları, plazma və alov alov spreyləri və xüsusi materialların səthi istifadə olunur [4,1,12]. Bununla belə, burada iki çətinliklə qarşılaşır: birinci, istilik emalından sonra sərtləşdirilmiş səth təbəqəsinin kiçik qalınlığına, ikincisi yataqlı (qatlanan) təbəqə ilə əsas bir kəskin faz sərhədinə malikdir.

Müəllif [13] crusher çəkilələrinin aşınma müqavimətini artırmaq üçün maye saxlama və sonrakı lazer emal texnologiyasını hazırlamışdır. Çəkilələrin səthinin maye boronlaşması aşağıdakı tərkibdə olan bir duzdan hazırlanmışdır: borax, bor karbid və sodyum florid. Çəkilələrin aşınma müqavimətinin yaxşılaşdırılması baxımından maye boronizasiyanın effektivliyi sonrakı istilik müalicəsinə asılıdır.

Nüfuz etmədən lazerlə emalın istifadəsi borid təbəqəsinin strukturunda dəyişiklik, qalınlığın azalması və Fe - B qatı həll zonasının formalaşmasına gətirib çıxardı. Nəticədə, bərkidilmiş təbəqə ilə hissənin səthindəki baz arasında heç bir fəza sərhədi yoxdur, nümunə səthində yüksək sərtlik müşahidə edilir (Şəkil 1.10.)





Şəkil 1.10 . Məhlulun borid qatının dərinliyindən uzaq olması

Müəllifə görə, borid təbəqələrinin nüfuz etmədən lazer istilik emalı[11] çınqılmaların aşınma müqavimətini xarici mexaniki təsirlərin çevik və şok növləri şərtlərində artırma bilər.

### **1.7. Problem hesabı**

Ədəbiyyatın nəzərdən keçirilməsi və çörək qurğularının hissələrinin və işçi hissələrinin iş şəraiti və işlənməsinin təhlil edilməsi və çörək istehsalı üçün texnoloji əməliyyatların ardıcılığı və mövcud olan ənənəvi vasitələrin aşınması ilə məşğul olmaq üsulları onların səthini möhkəmləndirmək üçün istifadə edilən üsulların kifayət qədər əsaslandırılmadığını göstərir, bu da bütün avadanlıqların vaxtından əvvəlki hissəsinin aşınmasına səbəb olur.

Tədqiqata ən böyük marağı korroziya-mexanik aşınmaya məruz qalan yüksək performanslı çörəkçilik avadanlığının parçaları və işləyən orqanları tərəfindən yaranıb. Korroziya problemi sənayesindəki ən vacib məsələlərdən biridir, çünki inkişaf etmiş ölkələrdə ümumi zərər ümumi milli məhsulun 2-4% -ni təşkil edir. Metalların korroziyaya qarşı qorunması müasir texnologiyanın əsas elementi olmuşdur [14,8].

Hər il, korroziyaya görə, böyük miqdarda metal qaçılmazdır. Korroziyadan iqtisadi itkilər birbaşa və dolaylı bölünür. Doğrudan zərərlər dəyişdirilən avadanlıqların və ya onların hissələri (hissələri və iş parçaları), korroziyaya davamlı metallar və ərintilərin dəyəri, müxtəlif növ korroziyadan qorunma xərcləri daxildir. və s. Dolaylı itkilər, bir maşın və ya aparatın dəyişdirilməsi zamanı korroziya ilə məhv edilmiş və s. Ancaq daha çox zərər metal itkisinə deyil, korroziyadan doğan məhsullara zərər verə bilər. Çörək istehsalı avadanlığının

hissələri təmiri və ya dəyişdirilməsi xərcləri bir neçə dəfə hazırlandıqları metalın qiymətindən çoxdur. Korroziyaya səbəb olan dolayı itkilər, yəni qida (çörək), sağlamlıq itkisi və bəzən insanların həyatının pisləşməsi əhəmiyyətlidir. Buna görə korroziya ilə mübarizənin həlli üçün vacib milli iqtisadi problemdir, bunun üçün böyük fondlar tələb olunur [3].

Bu gün aktiv korroziya qorunması materialın ətrafını korroziyalı maddələrlə qarşılıqlı təsirinə yönəldir. Korroziyaya davamlı materialların seçimi və elektrokimyəvi mühafizə (ya da kənar zolaqlardan istifadə edərək) seçilməlidir. Ətraf mühitin təcavüzü də korroziyanı maneə edən maddələr əlavə etmək və ya materialdan korroziya stimullayıcı komponentləri aradan qaldırmaqla mübarizə aparır [5,6].

Metalların korroziyadan birbaşa qorunması onların səthlərində metalik olmayan və metal örtüklər tətbiq etməklə və ya səth təbəqələrində metalların kimyəvi tərkibini dəyişməklə həyata keçirilir: oksidləşmə, azotlaşdırma və fosfatlama.

Avadanlıqların dayanıqlığını yaxşılaşdırmaq üçün ən tanınmış vasitələri kimyəvi istilik emalıdır. Bununla belə, səth səthinin bu cür üsulları aşağı strukturlu qüvvə və fizikokimyəvi xüsusiyyətlərin yüksək dərəcəsi və örtükün qida mühiti ilə qarşılıqlı olması səbəbindən məhdud istifadə olunan qoruyucu örtüklər yaratmağa imkan verir. Çörək avadanlıqları üçün korroziyadan ən çox qorunan metod qeyri-metallik kimyəvi cəhətdən davamlı materialların istifadəsidir.

Bunu etmək üçün, onların kimyəvi müqavimətini deyil, həm də örtük işinin və avadanlıqların qorunan səthinin şəraitini təmin edən fizikokimyəvi xüsusiyyətləri öyrənmək lazımdır. N. P. Remenski, V. K. Suprşuk, V. Şalmanova, S. N. Saloquba, S. Pilipenko, N. Yu Timofeyeva, G. A. Preis, V. A. Zhitnikova'nın əsərləri diqqətəlayiqdir və yeyinti sənayesi müəssisələrinin (ət, çörək, şirniyyat, şəkər, süd və s.) avadanlıqlarının hissələri növlərinin aşınma növləri müəyyənləşdirilmiş və aşınma və yırtılma ilə mübarizə vasitələri nəzərdə tutulmuşdur [8,11,14].

Son illərdə, bir bazar iqtisadiyyatında korroziyadan qorunmanın müxtəlif üsulları arasında antikoroziya örtükləri (primerlər, laklar, emallar) və ya lazer səth müalicəsi və ərintiləri aktiv şəkildə istifadə edilmişdir [11].

Korroziyaya qarşı qorunmanın yüksək qiyməti elmi və texnoloji inkişafın tələblərindən birini müəyyənləşdirir. Anti-korroziyadan qorunma tətbiq edilərkən, qayğıların xərcləri minimuma endiriləcək və korroziya təhlükəsi praktiki olaraq istisna edilməlidir. Qoruyucu örtüklərin yaranmasına əsaslanan əleyhinə aşındırıcı səthi sərtləşdirmə üsulları, dayanıqlılığının artması, həmçinin onların çökməsi texnologiyasının mexanizasiyası və avtomatlaşdırılması, seçilmiş korroziyadan qorunma metodunun effektivliyini artırma bilər. Lakin, qoruyucu örtüklərin ömrünü uzatmaq məqsədilə ağla gələn ilk üsula müraciət etmək mümkün deyil. Yaranmış qoruyucu örtük hissənin səthi ilə yapışmanın yüksək struktur gücünə və etibarlılığına, yəni korroziyaya qarşı örtüklük onun dayanıqlılığının avadanlığın xidmət müddətinə uyğun gəlməsi olmalıdır. Bu, çox pozulmanın qarşısını alır. Eyni zamanda qoruyucu örtük ucuz olmalıdır [5]. Onun iqtisadiyyatı əhatə dairəsinin kvadrat metrə düşən xərcinin xidmət müddəti ilə nisbətini müəyyən etmək məqsəduyğundur. Buna görə korroziyaya davamlı qoruyucu örtüklər üçün tələbləri formalaşdırmaq lazımdır.

Bizim tədqiqatlarda pəşirmə avadanlığının parçaları və işləyən orqanlarının korroziyaya qarşı səthinin metodlarının seçilməsində faktorların müəyyən edilməsi qoruyucu materialların qiyməti və çatışmazlığı, korroziyaya qarşı tədbirlərin etibarlılığı, qorunan hissələrin xidmət müddətləri, onların dəyəri və texnoloji prosesində əhəmiyyəti idi [4].

Buna görə, tədqiqatın əsas məqsədi:

1. Aşınmaya davamlı səth örtüklərinin tərkibini və quruluşunu nəzərdən keçirin və əsaslandırın.
2. Araşdırma üçün bir proqram və metodikanı hazırlayın.

3. Tədqiqat əsasında müəyyən olunmuş xüsusiyyətlərə malik hissələri və işçi orqanlarının səthində korroziyaya qarşı qoruyucu örtüklərin formalaşması üçün şərait və qoruyucu örtüklərin parametrlərinin optimal dəyərləri müəyyən edilir.
4. Çörək qurğularının sərtləşdirilmiş hissələrinin və işçi orqanlarının istifadəsindən faktiki illik iqtisadi təsiri hesablamaq.

## **II FƏSİL.**

### **TƏDQİQATIN OBYEKTİ VƏ METODLARI**

#### **2.1. Tədqiqatın məqsədi.**

Tədqiqatın məqsədi yoğurma maşınının yoğurma quruluşu və Churek Gəncə Səhmdar Cəmiyyətində istifadə edilən çentik qurğunun bıçaq kəsiciləridir. Onlar korroziyalı mühitlərdə işləyir və korroziyaya-mexanik aşınmaya məruz qalırlar.

Yoğurma maşını, hərəkət və xəmindən ibarət olan bir polad bıçaqdır. Xəmir parçalarını sobaya daxil etməzdən əvvəl, məhsulların səthinə U8 karbon poladdan hazırlanmış bir çəngəl kəsici vasitəsi ilə zəruri kəsiklərdən istifadə olunur. Nadrezçik aşağıdakı düyünlərdən ibarətdir: yataq, kəsmə mexanizmi, kəsilmənin tənzimlənməsi mexanizmi, sürüş və qorunma.

Bıçaq, hərəkətli konveyörün profil oxuna  $45-50^\circ$  bir açıda yerləşən bum qoluna yerləşdirilir. Xəmir parçasının səthində bıçaq xəmir parçalarından asılı olaraq artırılır.

Bıçaq - qayçı yüksək temperatur şəraitində, su buxarı və sürfatlayıcıların xəmir kütləsinin aqressiv təsirləri ilə işləyir. Əməliyyat zamanı bıçaq xəmir parçasının sıxılmış qabığıncı incitərək, qarşılıqlı hərəkət edir. Artan ətraf mühitin temperaturu elektrokimyəvi korroziyanın dərəcəsini artırır. Polad səthinin katod və anod bölmələri arasındakı potensial fərq nəticəsində elektrik cərəyanı yaranır və bu, korroziyaya səbəb olur. Buna görə bıçaq kəsiciləri korroziyaya-mexanik aşınmaya məruz qalır.

## **2.2. Proqram və tədqiqat üsulları**

Tədqiqat proqramı aşağıdakı vəzifələri əhatə edir:

1. İnkişaf etmiş anti-korroziya örtüklərinin tərkibi və quruluşunu nəzəri cəhətdən tədqiq edin və əsaslandırın.
2. Korroziya əleyhinə iş prosedurlarını müəyyənləşdirin.
3. Qapalı formalaşdırılan zaman tələb olunan avadanlıqların xarakteristikası.
4. Qoruyucu örtüklərin formalaşdırılması üçün şəraitin tədqiqi və həyata keçirilən işlərin optimal parametrlərini müəyyənləşdirin.
5. İqtisadi göstəriciləri araşdırmaq: xərcləri iqtisadi göstərici, maşın və bıçaq nadrezchikov nadzereshayuscheqo cihaz yoğurma silah qarışdırma anti-korroziya qorunması tətbiqi iqtisadi məqsəduyğunluğunu yaradılması: bərkimiş orqanları ilə

yoğurma və bərkimiş bıçaq-nadrezchiki ilə cihaz qol maşın yoğurma tətbiqi illik iqtisadi təsiri faktiki hesablanması: müddəti artan kapital dəyəri qayıtmaq.

### **2.3 Yoğurma maşınının yoğurma gövdəsinin səthində alüminium metallizasiya polimer boya örtüyünün formalaşdırılması metodu.**

Yoğurma maşınının yoğurma gövdəsinin səthində alüminium metal-polimer boyasının formalaşdırılması texnologiyası aşağıdakı addımlardan ibarət idi:

1. Yoğurma maşınının bıçaqlarının polad səthinin qabaqcadan vurulması.
2. Metalləşdirmə alüminium təbəqəsini hazırlanmış səthdə elektrik arc üsulu ilə tətbiq etmək.
3. Mina-primer sisteminin 3 qatlı bir boya kompozisiyasının tətbiqi.

Yoğurma orqanının metallizasiya-polimer örtüklü antikoroziya qorunması mexanizmi anodun metal tərəfindən tətbiq olunan elektrokimyəvi qoruyucu təsiri ilə birlikdə mühitə məruz qaldıqdan sonra polad səthində bir maneənin meydana gəlməsindən ibarətdir [4]. Metallizasiya-polimer örtünün çox optimal kimyəvi tərkibini vermək üçün korroziya müqavimətinə dair məlumatların nəzəri analizini aparmışdır.

Ədəbiyyat baxımından əldə edilən məlumatların və metal örtüklərin (elektrokimyəvi, isti, diffuziya) metallizasiya üsulları, yəni metal çırpma üsullarının analizi, ən məqbul metoddur. Bu üstünlük bir çox şəkildə ifadə edilir. Sürtünmə zamanı, orta metalın qarşılıqlı təsirinin ilkin mərhələsi (test) adsorbsiyadır, axıdılması elektrod potensialına əsaslanaraq və elektrolitdə sürtünmə xüsusi bir xüsusiyyətidir [7].

Müxtəlif metalların elektrod potensiallarının dəyərlərinə görə, elektrolitin təbiətinə görə onların korroziya müqavimətini proqnozlaşdırmaq mümkündür (birinci təxminən).

Nəzarət (2) əsas haldır, çünki metalın elektron quruluşunun korroziya proseslərinə təsirini əks etdirir. Buna görə, korroziya-mexanik aşınmaya davamlı səth təbəqələrinin optimal kimyəvi tərkibini qiymətləndirmək üçün bir sıra

kimyəvi elementlərin iş funksiyasına ( $\phi$ ) dair məlumatları təhlil etmək lazımdır [12].

Buna görə yoğurma orqanının səthinin metallizasiyası üçün metal seçərkən elektrod potensialı ilə təyin olunan elektrolitdə (buğda xammalı) müqavimət nəzərə alındı.

Polikristal kimyəvi elementlər üçün iş funksiyası aşağıda verilmişdir:

| Element       | Zr  | Nb   | Mo  | Pd  | Sn   | Hf   | To   | W    | Pt   | B   | C   |
|---------------|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|
| İşin nəticəsi | 3,9 | 3,99 | 4,3 | 4,8 | 4,38 | 3,53 | 4,12 | 4,54 | 5,32 | 4,7 | 4,7 |

İş funksiyasının ( $\phi$ ) ən böyük otağı (saf dəmirlə müqayisədə) və buna görə qoruyucu sistemin elektrod potensialı Si, Cr, Ni, Pd, W, Pt səthinin dopinqini təmin edir. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, metalın potensialı daha çox mənfi olarsa, elektrolitdə daha çox məhv edilir. Bununla belə, bəzi metallar güclü qoruyucu film təşkil edən alüminium da daxil olmaqla bir istisnadır (güclü asidik və qələvi həllər tez bir zamanda korroziya edir)

Alüminium kifayət qədər kimyəvi müqavimət, yaxşı istilik və elektrik

| Element       | AL   | Si  | Ti   | V    | Cr   | Mn   | Fe   | Co   | Ni   | Cu  |
|---------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| İşin nəticəsi | 4,25 | 4,8 | 3,95 | 4,12 | 4,58 | 3,83 | 4,31 | 4,41 | 4,50 | 4,4 |

keçiriciliyinə malikdir, amfoterikdir və orta reaksiyaya əsaslanaraq metal və ya qeyri-metal xüsusiyyətləri var və təcavüzkar ərzaq mühitində güclü qoruyucu film təşkil edir [11].

Teorik tədqiqatlar göstərir ki, metalizasiya örtüyünün məsələliyi, əsasən sərtlik və güc xüsusiyyətlərini müəyyənləşdirir. Bu mühüm keyfiyyət göstəricisi baxımından, alüminium sink, paslanmayan polad 12X18H10T kimi metallardan qabaqdır və püskürmə zamanı 14% daha böyük bir gözenekliliklə örtük təmin edir [7]. Alüminium metallizasiya örtünün korroziyaya qarşı dayanıqlığı əsasən qarışan hissəciklərin yapışqan qüvvəsi ilə yoğurma maşınının işçi orqanının qorunan səthi ilə müəyyən edilir. Buna görə, yoğurma orqanının səthinin hazırlanmasında, onların keyfiyyətini, dayanıqlığını və iqtisadi məqsədə uyğunluğunu müəyyən edən bir qoruyucu örtüyün tətbiqi texnologiyasının ilk və ən vacib əməliyyatları biridir [3].

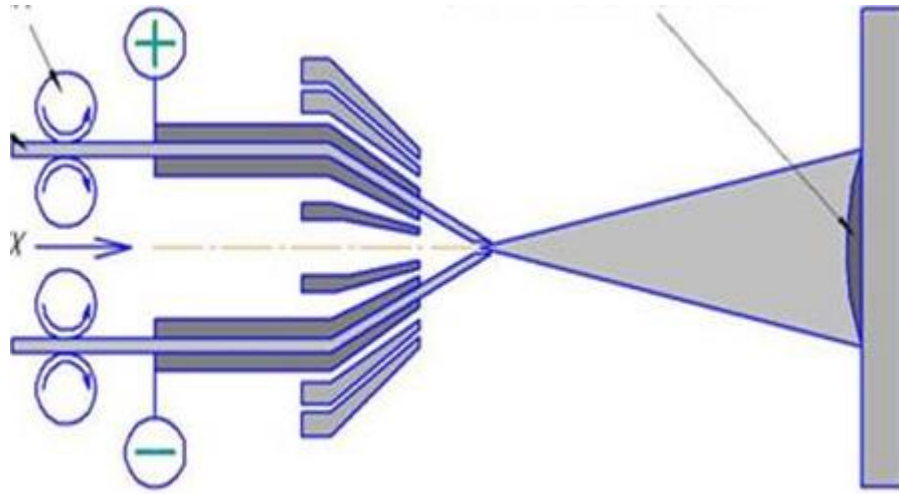
Əvvəlcədən vurulmuş partlayış üçün metal kumu - qırıntılı poladdan (DSC) və ya kvars qumu, HRC 0.54-0.62 GPa'dan 60 qat daha yüksək olan çinqili dəmir drip (LCW) istifadə etməyi məsləhət görürük. Parçacıqların ölçüləri 0,8-1,2 mm olmalıdır. Ətraf mühitin temperaturu 10 ° C-dən aşağı deyil, nisbi rütubət 70% -dən yüksək deyil [7]. Yoğurma maşınının işçi səthinin əvvəlcədən işlənməsindən sonra, elektrik arc püskürtmə üsulu ilə səthinin metallizasiyası məsləhət görürük. Elektrik yayının çiləmə üsulu mahiyyəti, təchiz edilmiş qoruyucu metalin başqa bir elektrikle əriməsidir və əriməni hazırlanmış səthə hava (sıxılmış hava) ilə daşımaqdır.

Bu vəziyyətdə, proses əridilmiş metalin hissənin kobud səthinə yapışması ilə baş verir. Bağlama tamamilə mexanikidir. Metalizasiya alüminium təbəqəsinin elektrik arc üsulu ilə hazırlanmış iş səthinə tətbiq edilməsi EM-14 elektrik arc metallizerindən istifadə edilməlidir. Metallizerin işləmə sxemi Şəkil 2.1-də göstərilir.



tel çəkmə mexanizmi

püskürtülən örtük



Şəkil 2.1. Metalizatorun iş sxemi

Metal örtük tətbiqi üçün material kimi, diametri 1,2-2 mm olan A5 alüminium qaynaq telindən istifadə etməyi məsləhət görürük. Daimi cərəyanda gərginlik 25-30V olmalıdır. Sıxılmış havanın təzyiqi 0,5-0,6Mpa. Hissəciklərin orta sürəti 120-140m/s, alüminium telin ötürülmə sürəti isə 2-5m/dəq olmalıdır. Səthin temperaturu 50-70°C-dir.[1]

Alüminium metallaşdırılmış örtüyünün bərpa edilmiş yer üsulu ilə mikro sərtliyinin təyini.

GOST 9450-76 standartında göstərilən metodikaya əsasən "almaz ucluqlarının sıxılması ilə mikro sərtliyin ölçülməsi" alüminium metallaşdırılmış örtüyün mikrosərtliyi nəzəri cəhətdən müəyyən edilmişdir. Bu standart metal nümunələrinin, qalvanik, diffuziya və s. örtüklərin bərpa olunmuş (əsas üsul) yer üzrə almaz ucluqlarının və bərpa edilməmiş (əlavə üsul) yer üzrə bərkiməsi ilə mikro sərtliyinin ölçülməsinin iki üsulunu müəyyən edir.[7]

Mikro sərtliyin sınaqları bərpa edilmiş təzyiq üsulu ilə basdırılmaqla, sınıanmış səthə müəyyən vaxt ərzində almaz ucluğu tətbiq edilmiş statik yükün təsiri altında təzyiq nümunəsinin vurulmasından ibarətdir. Yük aradan qaldırıldıqdan və

parametrlərin ölçülməsindən sonra, təzyiq müvafiq düsturlarla və ya GOST 9450-76 cədvəlləri ilə müəyyən edilir.

Mikro sərtlik miqdarı almaz ucluğa əlavə edilmiş normal yüklənmənin alınmış yerinin yan səthinin şərti sahəsinə bölünməsi ilə müəyyən edilir.

Sınanmış qatın (örtüyün) kiçik qalınlığı və kiçik sərtliyi (alüminiumun) olan materialların mikrotergenliyini test etmək üçün almaz ucluğunu romb əsaslı dördüzlü piramida şəklində iş hissəsi şəklində tətbiq etmək tövsiyə olunur.[3]

Romb əsaslı dördüzlü piramida üçün mikrosərtliyin sayı ( $H_0$ ) aşağıdakı düstur ilə hesablanır:

$$H_0 = 1.313 \frac{F}{l_0^2} \text{ (əgər } F \text{ nyutonla ifadə edilibsə)} \quad (2.1)$$

$$H_0 = 12.873 \frac{F}{l_0^2} \text{ (əgər } F \text{ kiloqram-güc ilə ifadə edilibsə)} \quad (2.2)$$

Burada  $F$  -  $H$  almaz ucluğuna əlavə edilmiş normal yüküdür;  $l_0$  – yerin ölçüsü, mm.

*Sınağa hazırlıq.* Sınanmış nümunənin səthi yerin tətbiq edildiyi sahədə çirklənmədən azad olmalıdır[6]. Sınanmış nümunə alətin əşya masasında elə quraşdırılmalıdır ki, sınaq prosesində o dəyişməsin, əyilməsin və dönməsin. Sınağa məruz qalan nümunənin səthi almaz ucluğun oxuna perpendikulyar şəkildə quraşdırılmalıdır. Almaz ucluğun və yoxlanmış nümunənin səthi quru olmalıdır (yağlama olmadan).

*Yoxlamanın aparılması* .Mikrosərtlik üçün material nümunəsini sınaqdan keçirərkən bu yük tətbiq olunmalıdır: 0,049 (0,005); 0,0981 (0,01); 0,1962 (0,02); 0,4905 (0,05); 0,981 (0,1); 1,962 (0,2) və ya 0,0491 (0,005); 0,0981 (0,01); 0,1962 (0,02); 0,4905 (0,05); 0,981 (0,1); 1,962 (0,21); 4,905 (0,5) H (kqg).

Örtüklərin eyni materialdan (qalvanik, diffuziya və s.) mikrosərtliyinin ölçülməsində metal üzərində örtük təbəqəsinin nazik olması daha az olmalıdır.

Yoxlama ətraf mühitin temperaturunda ( $20 \pm 5^\circ \text{C}$ -də) həyata keçirilir.[7]

Mikro sərtlik dəyərləri (2.1) və ya (2.2) düstur ilə hesablanır və ya GOST 9450-76 tətbiq cədvəllərində tapılır. Mikro sərtliyin ədədi kimi fərdi ölçmələrin orta arifmetik nəticələri qəbul edilir.

Testdə üzvi turşuların və mürəkkəb efirlərin olması gərginliyin yüksək dəyərləri ilə xarakterizə olunan gərgin vəziyyətin yoğurma vasitəsinin səth qatlarında yaranmasına gətirib çıxarır. Nəticədə səth qatlarının elastik və plastik deformasiyalara qarşı müqaviməti azalır, bu da köhnəlmənin intensivliyinin kəskin artmasına gətirib çıxarır. Buna görə də, köhnəlmə xarakterli orqan üçün metalda qalıq deformasiyalarının meydana gəlməsi ilə müşayiət olunan plastik deformasiya korroziya prosesinin kəskin sürətlənməsinə səbəb olur.[5]

Kiçik dərinliklərdə indentorun tətbiqi ilə plastik deformasiya sahəsinin ucu kiçikdir. Bu intervalın sərhədləri aşağıdakı bərabərsizliklə müəyyən olunur:

$$0 < h \leq \frac{\Delta_n^2}{2\left[1 + \frac{2r}{\sigma_\tau}\right]} \quad (2.4)$$

Burada h- indentorun daxil olma dərinliyi;

$\Delta_n$ - örtüyün qalınlığı;

r- sferik indentorun radiusu;

$\tau$ -indentor-örtükünün kontakt konturunda toxunan gərginlik;

$\sigma_\tau$ - örtüyün materialının axarlıq həddi.

*Müxtəlif qalınlıqlı örtük tərəfindən qorunan 10% polad yoğurma vasitəsinin səthinə zərər üçün tələb olunan vaxt müəyyən edilməsi.*

Ən aqressiv mühitlərdə alüminiumun korroziyaya müqaviməti, orta hesabla, 4 bal təşkil edir ki, bu da davamlı metallar qrupuna uyğun gəlir. Buna uyğun olaraq alüminiumun köhnəlmə sürəti 0,01-0,05 mm/il bərabərdir.

10% polad örtüyün zədələnməsi üçün lazımi vaxtı müəyyən etmək üçün, mkm qalınlıqlı örtüklər qəbul olunub: 80, 100, 120; 160; 200; 230; 250 və alüminiumun korroziya sürəti 0,015mm/ilə bərabərdir[4].

Sonra, 100% möhkəmləndirilmiş alüminium örtük,  $\delta$  qalınlıq, səthin zədələnməsi üçün lazım olan vaxt müəyyənləşdirilir. Sonra rəqəmlərin mütənasibliyi əsasında 10% örtük,  $\delta$  qalınlığı təsdiq etmək üçün lazım olan vaxtı müəyyən edirlər.

Alınan məlumatlara əsasən, nümunənin polad səthinin 10% - ni aqresiv bir mühitin iştirakı ilə bu örtüyün qalınlığından alüminium örtük tərəfindən qorunan polad səthinə zərər vermək üçün lazım olan vaxtın asılılıq qrafiki qurulur.

Yoğurma vasitəsinin metallaşdırılmış səthinə 3 qatdan ibarət mina-astar sisteminin lak-boya polimer kompozisiyasının tətbiqi təklif olunur[3]: EP-01 epoksi qatranının və epoksi qatran sərtləşdirici polietilen poliamin (PEPA) əsasında 2 qoruyucu örtük PKS-71 əsasında hazırlanmış maye astar.

Lak-boya örtüyü pnevmatik spreylə üsulu ilə isitmə ilə tətbiq olunur.

Qızdırıcı lak-boya materialını əridicilərdən istifadə etmədən yüksək qatılığıyla çiləməyə icazə verir, çünki qızdırma vaxtı lak-boya materialının səthində gərilmə və qatılıq azalır. Bu üsulla əldə edilən örtük daha yüksək keyfiyyəti ilə seçilir. Bu ona görədir ki, boya qızdırıldığı zaman onun axıcılığı artır, parıltı artır və səth nəm kondensatından "solur".

Astar layını fırça vasitəsilə 15°C-dən və 70% nisbi rütubətdən az olmayan mühit havasının temperaturunda çəkmək lazımdır[2].

İki qoruyucu örtük qatı UQO-5M qurğusunun köməyi ilə isitmə ilə pnevmatik çiləmə üsulu ilə tətbiq edilməlidir. Burada boya-suvarma baxından və ya mərkəzləşdirilmiş qidalanma sistemindən daxil olan lak-boya materialı hidravlik sistemdə geniş bax və qoruyucu klapana təchiz olunmuş qaynar su ilə dövr edən lak qızdırıcı 50 70° C-ə qədər qızdırılır[7]. Kompressordan yağ ayırıcıdan quraşdırma üçün sıxılmış hava verilir, sonra reduktor vasitəsilə hava qızdırıcısı şlanq vasitəsilə qızdırılan bir boya kompozisiyasının verildiyi boya püskürtməyə daxil olur. Neft-benzinə davamlı kauçuk-parça şlanqının daxili diametri 8; 10; 16 mm-dir. Cədvəl 2.1-də, UQO-5M qurğusunun texniki xüsusiyyəti göstərilir.

Cədvəl 2.1

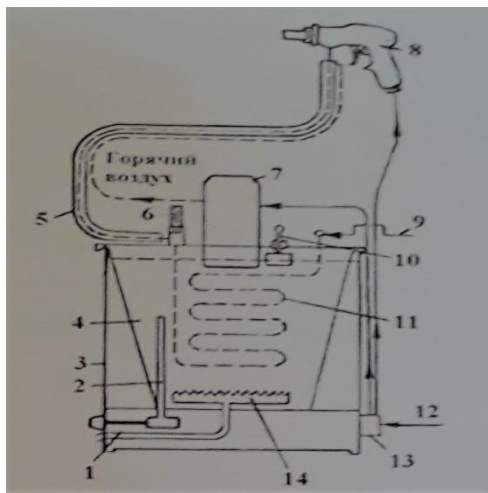
UQO-5M qurğusunun texniki xüsusiyyəti

| No | Parametrlər | Qiyməti |
|----|-------------|---------|
|    |             |         |

|   |                                                                                        |                        |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1 | Sıxılmış havanın<br><br>lak-boya materialının qızdırılmasının maksimal temperaturu, °C | 30÷50<br><br>50÷70     |
| 2 | Maksimal temperaturda qızdırılmasındakı istehlak,qır/dəq                               | 350                    |
| 3 | Qurğunun qızdırılmasının müddəti                                                       | 30÷40                  |
| 4 | Boya çiləyicisinə verilən boya materialının təzyiqi, MPa                               | 0,1÷0,4                |
| 5 | Boya çiləyicisinə verilən sıxılmış hava təzyiqi, MPa                                   | 0,2÷0,4                |
| 6 | Şəbəkənin gərginliyi, V                                                                | 220                    |
| 7 | Qabarit ölçülər,mm                                                                     | 580x380x1775           |
| 8 | Çəki,kq                                                                                | 130                    |
| 9 | Güc,kVt:<br><br>Lakqızdırıcı<br><br>havaqızdırıcı                                      | <br><br>0,8<br><br>0,5 |

Lak-boya polimer kompozisiyasının isitməylə çiləməsi üçün quraşdırmanın təxmini sxemi şəkil

2.2-də göstərilib



## Şəkil 2.2. Lak-boya polimer qızdırılan kompozisiyalar üçün çiləmə üsulu

Burada 1- elektrik cərəyan gətirməsi; 2-termobuxar; 3- istiliklə izolyasiya olunmuş bak; 4- bakda lak-boya polimer kompozisiyası; 5- kompozisiyanın verilməsi üçün boru kəməri; 6- termometr; 7- hava qızdırıcısı; 8-boya püskürdücüsü; 9- lak-boya kompozisiyasının daxil olması;10-səviyyə göstəricisi; 11-kompozisiyanın qızdırılması üçün spiral boru;12- sıxılmış havanın verilməsi;13- sıxılmış hava paylayıcısı; 14-elektrik qızdırıcı.[10]

Ətraf havanın temperaturu  $15^{\circ}\text{C}$ -dən aşağı olmamalıdır, nisbi rütubət 70% - dən çox olmamalıdır. Boya püskürtənin eyni sürətdə hərəkət etməsi  $14\div 18\text{m/dəq}$  olmalıdır.

Daha sonra hər bir qatı EVM-1,6 hava quruducusu ilə  $18-23^{\circ}\text{C}$ ,  $18\pm 24$  saat ərzində ilkin qoruyucu təbəqəni, 2-ci qat isə 24 saat ərzində  $18-23^{\circ}\text{C}$  qurutmaq lazımdır.

Qurududan sonra bütün lak - boya örtüyü pilləli rejimdə  $18\pm 23^{\circ}\text{C}$  temperaturda 28 saat qurudulana qədər tam polimerləşdirilənə qədər istilik emalına məruz qalmalıdır;  $60 - 80^{\circ}\text{C}$  temperaturda 6-8 saat və  $120^{\circ}\text{C}$  temperaturunda-3 saat ərzində.[10]

## **2.4 İstilik emalı, kimyəvi asidik oksidləşmə və lak-boya örtüklərinin tətbiqindən sonra alınan örtük bıçaqlarının səthində formalaşma metodu.**

Kəsici cihazın kəsici bıçaqlarının sərtləşdirilməsi texnologiyası aşağıdakılardan ibarətdir:

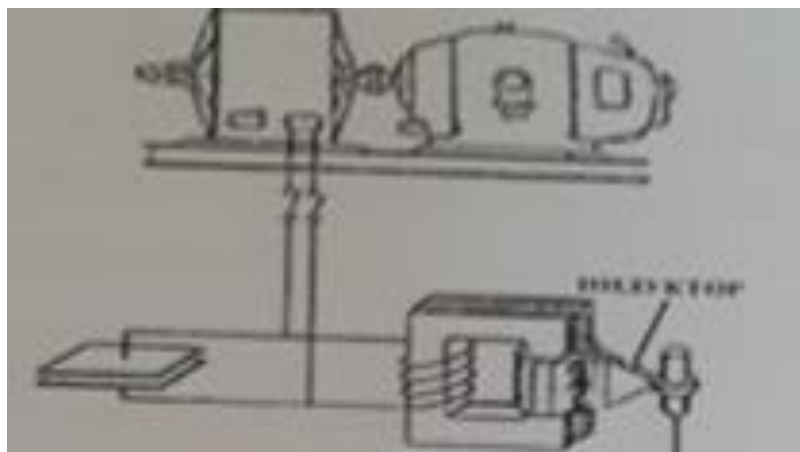
- 1.Bıçaq kəsicisinin polad səthinin istilik emalı.
- 2.Kimyəvi asidik oksidləşmənin aparılması.
- 3.Boya örtüyünün sonrakı tətbiqi.

İstilik emalının tövsiyə olunan üsulu yüksək tezlikli cərəyanları (YTZ-TVÇ) və sonrakı buraxma ilə xüsusi qurğularda səthi sərtləşmədən ibarətdir. Ədəbi analizə görə, səthi bərkitmə və plastik detakın özəyini qoruyarkən yüksək sərtlik[12], güc və köhnəlmə müqavimətini təmin edir. Bu halda bərkimə üsulunu daha çox yüksək tezlikli cərəyanlarla induksiya qızdırmasından istifadə edirlər, hansı ki, çox məhsuldar, tam avtomatlaşdırılmış ola bilər, və bərkidilən məhsulların sabit yüksək keyfiyyətini onların minimal qabığı və səthin oksidləşməsi vaxtı almağa icazə verir[15].

Yüksək tezlikli cərəyanlarla qızdırılma induksiya qızdırmasının xüsusi hissəsidir, hansının ki, metal detalı dəyişən maqnit sahəsinə yerləşdirilirsə, onda detallara burağan cərəyanlarının induksiyası olunacaq[8]. Onlar faydalıdırlar, çünki onun lazımlı detalının qızdırmasının müəyyən dərinliyə müəyyən edirlər.

Yüksək tezlikli bərkidilmə üçün yüksək tezlikli, 500-12000 Hz generatorlar 7,5 2000 kvt gücündə olan maşın generatorlarından istifadə olunur. Onlar yüksək tezlikli bərkitmə qurğusunun əsas hissəsini təşkil edirlər. Yüksək tezlikli bərkitmə üçün quraşdırma sxemi şəkilində 2.4-də təqdim olunub.

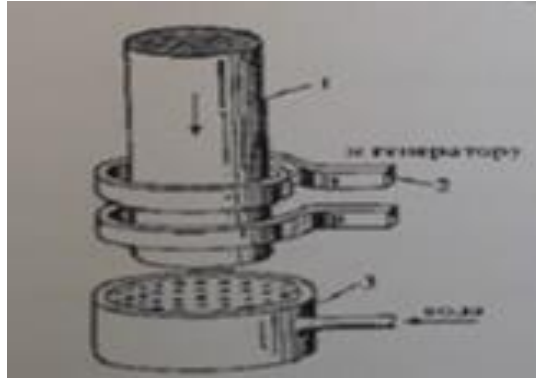
Yüksək tezlikli bərkitmə qurğusunun işçi hissəsi mis qaz soyutma borunun induktorudur, bərkimiş Məhsulun profilinə uyğun spiral şəklində əyilmiş olur. İnduktorun içərisinə qızdırılan detal daxil edilir.



Şəkil 2.3. yüksək tezlikli bərkitmə üçün qurğunun sxemi

Maşın generatoru tərəfindən yaradılan yüksək tezlikli dəyişən cərəyanın induktoru üzərindən keçirilərkən ətrafda spiral güclü dəyişən maqnit sahəsi yaradılır ki, bu da

induktorun daxilində yerləşən polad məhsulun induksiya cərəyanının yaranmasına səbəb olur[13]. Səthi effekt nəticəsində induksiya burağan cərəyanı detalların səthinə fokuslanır və onu müəyyən dərinliyə qədər qızdırırlar. İstismə, hesablanmış sürət ilə detalın hərəkəti induktora nisbətən ardıcıl baş verir (şəkil 2.4).



Şəkil 2.4. TVÇ qızdırılması ilə bərkidilən spreyer və silindrik bərkidilmiş detalın induktorunun yerləşməsi: 1- detal; 2- induktor; 3-spreyer

Belə bir qatın dərinliyi, istilik temperaturuna qədər qızdırılır, cərəyan tezliyindən, istilik vaxtından və istilik temperaturundan asılıdır[14]. İnduktorda qızdırılan bıçaq sahəsi hərəkət edərək, spreyerə daxil olur, və orada soyudulur.

Təvsiyə edilən yüksək tezlikli istilik rejimi cərəyan tezliyi, məhsulun verdiyi xüsusi güc, istilik vaxtı, faza çevrilmələr sahəsində detalların qızma sürəti, detalların qızdırılma temperaturu və detalların soyutma sürəti ilə müəyyən edilir.

Tələb olunan cərəyan tezliyi (  $f$  ) mm-lə bərkimiş qatın dərinliyindən (  $\delta$  ) asılı olaraq aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$f = \frac{5 \cdot 10^2}{\delta^2} \quad (\text{Hz}) \quad - \quad \text{sadə} \quad \text{konfiqurasiyalı} \quad \text{detallar} \quad \text{üçün.} \quad (2.1)$$

$$f = \frac{5 \cdot 10^5}{\delta^2} \quad (\text{Hz}) \quad - \quad \text{mürəkkəb konfiqurasiyalı detallar üçün.} \quad (2.2)$$

Test pəstahlarının bıçağı sadə formanın detallarıdır, buna görə səthi yüksək tezlikli bərkitmə üçün 8000Hz cərəyan tezlikli maşın generatorlarını tətbiq etməyi məsləhət görürük, dərinliyi 2,5 mm olan bərkitmə qatının alınmasını təmin edir:



$$f = \frac{5 \cdot 10^4}{2,5^2} = \frac{5 \cdot 10^4}{6,25} = 8000 \text{ Hz}$$

İsitmə temperaturu poladın tərkibindən və istilik emalının növündən asılıdır. Kəsici bıçaq U8 markalı karbonlu poladdan hazırlanır[6]. Karbonlu poladın isidilmə temperaturu Fe-Fe<sub>3</sub>C ərintilərinin vəziyyətinin diaqrammına görə müəyyən olunur. Bıçağın səthinin qızdırma temperaturunu müəyyən etmək üçün optik pirometrlər tətbiq etməyi məsləhət görürük, çünki onlar qızdırılmış metal işıqlanmağa başladığında 600°C-dən yuxarı temperaturu təyin etməyə icazə verirlər.

Onun fəaliyyət prinsipi elektrik lampasının ipinin közərmə dərəcəsi ilə müqayisədə közərmiş metalın parlaqlığını ölçməyə əsaslanır. Onlar olmadıqda, isitmə dərəcəsinə, fəsil 3 cədvəl 3.7-də verilən poladın közərdilməsinin təxmini rəngini müəyyənləşdirməyi məsləhət görürük[8].

Yüksək tezlikli səthi bərkitmə də polad istilik keçiriciliyi (kimyəvi tərkibi) və detalın formasından asılı olaraq seçilən istilik dərəcəsi ilə xarakterizə olunur.

Poladları sərtləşdirərkən ədəbiyyatın nəzərdən keçirilməsinə görə, ən yüksək sərtliyin strukturunu, yəni martensit almaq məsləhətdir.

Martensit strukturunu əldə etmək üçün M<sub>H</sub> martensit çevrilməsinin temperaturuna qədər austenitini yenidən qurmaq lazımdır. Soyutma dərəcəsi v<sub>kr</sub> kritik sürətindən artıq olmalıdır. Soyutma sürəti austenitin izotermik dağılmasının diaqramlarına görə müəyyən edilir[11].

Karbon poladının austenitini, (M<sub>n</sub>) temperatura qədər soyutmaq üçün soyuq su, duz əlavəli su və ya intensiv çiləmə üsulu ilə kəskin soyutma lazımdır. Kəsici bıçaq üçün soyuducu bərkitmə mühiti üçün 20-30 dərəcə temperaturda suyu seçməyi məsləhət görürük, çünki suda metal yağdan daha çox sürətlə soyudulur (18 dərəcə temperaturda olan suda metal 600°C soyuyur, yağda isə yalnız saniyədə 150°C); belə temperaturlu suyu əsasən karbonlu poladdan hazırlanmış sadə formalı hissələrin bərkidilməsi zamanı tövsiyə olunur ki, bu da bıçağa xasdır[7].

İsitmənin rejimlərinin təyini üçün səthi bərkidilmə zamanı bildirilən məmulatın xüsusi güc (P<sub>0</sub>) və qızdırma (τ) diametrdən (D) qızdırılan detalların diametrindən

250000, 8000 və 2500hz cərəyan tezlikləri vaxtı bərkimiş qatın müxtəlif dərinlikləri üçün asılılığını əks etdirən grafiklərdən istifadə edilir[15].

8000 Hz cərəyan tezliyində bərkidilmiş qatın müxtəlif dərinliklərində asılılıq grafikindən istifadə edərək, 770-800°C temperaturunda istilik və xüsusi güc vaxtını təyin edirlər.

Alınan məlumatlar əsasında bıçağın yüksək tezlikli bərkidilməsinin termik əyrisi qurulur.

Buraxılma ilə bərkidilmənin birləşməsi demək olar ki, həmişə ətraflı yanmış vəziyyət ilə müqayisədə xassələri (sərtlilik, güc xüsusiyyətləri, xüsusi elektrik müqaviməti, və s.) yüksək səviyyədə əldə edir. Bu, test pəstahlarının kəsici bıçağınl istehsal edən U8 karbon polad markasından olan nümunəvi hissənin sonrakı buraxılma bərkidilməsinin seçilməsi üçün əsas verir.

Bərkidilmiş bıçağın buraxılma temperaturunun təyini:

Nümunə üçün suyunu salma temperaturu ona tələb olunan xüsusiyyətlərdən asılı olaraq müəyyən edilir. Bıçaq üçün eyni zamanda sərtlilik və köhnəlmə müqavimətini artırmaq tələb olunur[13].

Məlumdur ki, suyunu buraxma faza çevrilmələri poladın xüsusi həcmnin dəyişməsindən asılı olaraq üç dönüşə bölünür.

Tərkibində aşqar elementləri olmayan poladlarda (instrumental karbon çeliklərində) birinci çevrilmə 80-200°C temperatur intervalında, ikinci-200-260°C, üçüncü 260-380°C olur.

İkinci çevrilmə zamanı buraxılan poladın sərtliyinin artması baş verir. Burada eyni zamanda bir neçə proses baş verir: martensitin dağılması davam edir, qalıq austenit dağılır və 250°C - yə yaxın temperaturda karbid transformasiyası başlayır (E-karbid sementitə çevrilir, bu zaman bərk məhlulun və karbidin həllərinin kogerentliyi pozulur)[8].

Suyunu buraxmanın müddəti polad xüsusiyyətlərinin sabitliyini təmin etmək üçün belə bir hesablama ilə müəyyən edilir[6]. Alətlərin aşağı buraxılışı zamanı onun müddəti ən çox alətin kəsiyindən asılı olaraq 0,5+2 saat təşkil edir.

20 mm qalınlığında bərkimiş nümunə üçün hava temperaturunun müvafiq olaraq 200°C, 250°C, 300°C, 400°C və 600°C təyin edilir. Saxlama vaxtı nümunənin qalınlığını nəzərə alaraq 1mm qalınlığı 1 dəqiqə hesablanması ilə müəyyən edilir. Əlavə vaxt müəyyən edildikdən sonra, müvafiq olaraq 2 saat, 1 saat 45 dəqiqə, 40dəqiqə, 30 dəqiqə saxlama vaxtı təyin edilir[6].

Tələb olunan suyunu salma temperaturunda nümunənin rəng dəyişmə xüsusiyyəti poladın rəng dəyişmə xüsusiyyətinin rəng cədvəlləri ilə müəyyən edilir. Alınan məlumatlara görə, suyunu salma temperaturu saxlama vaxtından asılılıq cədvəli qurulur.

Daha sonra 30-40 dəqiqə ərzində yavaş soyudulmanı məsləhət görürük.

*Kimyəvi asidik oksidləşmənin aparılması üsulu.*

Bıçaq test pəstahlarının polad səthinin korroziyaya qarşı qorunması məqsədi ilə istilik emalından sonra kimyəvi asidik oksidləşmənin aparılmasını məsləhət görürük.

Kimyəvi oksidləşmə prosesi elektrikle qızdırılan həcmi 300 litr ilə örtüyü paslanmayan poladdan olan vannalarda həyata keçirilir. Verilən məlumatlara görə, kimyəvi oksidləşdirmə vannasında məhlulun səviyyəsi vannanın yuxarı kənarından ən azı 380 mm aşağı olmalıdır. Sonra vanna ölçüsü 1000x300x1000 (mm) –də oksidləşmə məhlulunun vannadakı həcmi 186 litr olmalıdır.

Turş məhlul 6-10 ml/l miqdarında ortofosfor turşusundan, 2-3 g/l miqdarında manqan peroksidindən, 20-80 g/l miqdarında azot turşusu barium və 2-4 g/l miqdarında azot turşusu sinkindən ibarətdir[10].

Oksidləşdirmə vannasının hazırlanması üçün əvvəlcə suda barium və sinkin nitrat duzlarını həll edirlər. Barium nitrat güclü qarışdırma ilə isti suya əlavə edilir. Manqan peroksid (pirolusit) suda az həll edilir və vanna işlərində bulandırılır. Bulanıqlıqdan qaçmaq üçün, pirolusit tozu, hamamın altındakı küncələrə yerləşdirilən pambıq parçalarından hazırlanmış torbalara dökülür. Hər bir yükləmədən sonra məhlulun fosfor turşusu əlavələri ilə tənzimlənməsi lazımdır.

Nümunələr alüminium teldə və ya alüminium torlarda oksidləşmə vannasına yüklənir.

Oksidləşmə 95°C temperaturunda 10-15 dəqiqə ərzində aparılmalıdır[10]. Nəticədə, bütün polad markaları üçün tünd bozdan qara rəngə qədər olan oksid-fosfat qatı əldə edilir.

Oksidləşmədən sonra nümunələr soyuq və sonra isti suda yuyulur.

*B-EP-5297 iki komponentli qida emalından lak-boya epoksi örtüyünün tətbiqi metodikası.*

Bıçağın oksidlənmiş səthinə B-EP-5297 (Epovin) qida tərkibli iki komponentli emaldan lak-boya örtüyünün vurulması təklif olunur ki, bu da əsasdan və sərtləşdiricidən ibarətdir.

Boyanmadan əvvəl boya materialının hazırlanması yerinə yetirilir. Mina B-EP-5297 istifadə etməzdən əvvəl onun əsasını və sərtləşdiricisini 15°C-dən 35°C-ə qədər temperaturda 24 saatdan az olmamaqla saxlamaq lazımdır. Minanın əsası yaxşı qarışdırılmalı və həcm boyunca eyni olmalıdır. Rəngləmə işindən əvvəl ətraf havanın və mühafizə olunan səthin temperaturuna və rütubətinə, səthin hazırlanmasına, tətbiq olunan örtüyün keyfiyyətinə nəzarət etmək lazımdır.

Lak-boya örtüyü pnevmatik isitmə üsulu ilə Uqo-5M quraşdırılmasını tətbiq edərək isitməyə tövsiyə edirik[14].

Örtüyün keyfiyyəti çox vaxt pnevmatik püskürmə üsullarının isitilmiş boya materialları ilə düzgün seçilməsindən asılıdır. Ən əhəmiyyətli parametrlər sıxılmış hava təzyiqi və istehlakıdır, hava həcmlərinin və püskürən materialın nisbəti, boyapüskürdücüdən rənglənmiş səthə qədər olan məsafə, materialın yapışqanlılığıdır.

Çiləyiciyə verilən yüksək hava təzyiqi yaxşı çiləməyə kömək edir, lakin intensiv dumanın meydana gəlməsinə və materialın böyük itkisinə səbəb olur. Aşağı təzyiq (0.2 MPa-dan az) kobud dispersiya aerosolunun meydana gəlməsinə səbəb olur ki, bu da örtüyün əmələ gəlməsinə mənfi təsir göstərir[15]. UQO-5M qurğusunun

texniki xarakteristikasına görə, sıxılmış hava təzyiqi isitməklə pnevmatik çiləmə üsulu üçün çiləyiciyə verilən təzyiq 0,2 -0,4 Mpa həddində olmalıdır[7].

Hava istehlakı püskürdücünün borusundan və hava təzyiqinin kəsilməsindən asılıdır. Çiləmə üsulu havanın və lak-boya materialının sərfiyyatı 0,3-0,6 həddində olduqda qənaətbəxşdir.

Borudan rənglənmiş səthə qədər optimal məsafə 200-400 mm-dir. Uqo-5M qurğusunun köməyi ilə materialı çəkmək boyalanmış səthdən 300-450 mm məsafədə olmalıdır.

Rəng çiləyicilər diametri 1,0-3.0 mm olan dəyişkən boruya malikdirlər. Lak-boya materiallarının optimal istilik temperaturu təbəqənin istehsalçısının təbiətindən asılıdır və 60-80° C arasındadır. Ugo-5M boya materialının quraşdırılmasında 50-70°C aralığında olan temperatura qədər qızdırılmalıdır .

Pnevmatik çiləmə üsulu zamanı material əvvəlcə şaquli (yuxarıdan aşağı, aşağıdan yuxarı) zolaqlarla, daha sonra düz və bütöv örtük əldə etmək üçün üfüqi zolaqlarla tətbiq olunmalıdır, özü də növbəti zolaq vurulduqda əvvəl vurulmuş kənar üst-üstə düşməlidir[3]. Boya çiləyicisinin oxu boyanmış səthə perpendikulyar olmalıdır, yəni, materialın məşəlinin tətbiqi bucağı 90° -dir.

Boya materiallarının tətbiqi üzrə ümumi qəbul edilmiş sxemə əsasən boyanma prosesinin sahəsi örtüyün qurudulmasını və quraşdırılmasını həyata keçirmək lazımdır. Hər bir tətbiq olunan qat 20 -22°C temperaturda 24 saatdan çox olmamalıdır. B-EP-5297 minası üçün normativ sənəd əsasında (TU 2312-006-23394220-2004 " texniki şərtlər. B-EP-5297 " mina) boyadan sonra örtük sistemini istismardan əvvəl 7 gün ərzində saxlamaq lazımdır[7].

İşin bitməsindən 7 gün sonra boyanmış hissənin səthi soyuq məhlullarla ardıcıl olaraq yuyulmalıdır: sirkə və ya limon turşusunun 2%-i məhlulu, su sodanın 5%-li məhlulu, su.

### III Fəsil

#### **Çörək sənayesi avadanlıqlarının hissələri və işçi vasitələrinin korroziya müqavimətinin artırılması tədqiqatı.**

Bir çox hallarda avadanlıq, onun metaldan hazırlanan detalları və işçi vasitələri, ətraf mühitin zərərli təsirinə və xarici qüvvələrin təsirinə məruz qalır.

Dağıdıcı mühitlə qarşılıqlı əlaqədə olan hissələr və işçi vasitələri (bəzi qazlar, sulu məhlullar, duz ərintiləri və s.) korroziyaya məruz qalır. Korroziya prosesi müxtəlif formalarda təzahür edən çoxfunksiyalı dönməz prosesdir. Korroziya prosesi nəticəsində metalların xüsusiyyətləri dəyişir. Ən böyük dəyişikliklər, dağıdıcı mühitlə təmasda olan hissələri və işçi vasitələri səthində baş verir. Onlar metalın plastikliyinin, davamlılığının və uzunömürlülüüyünün azalmasına gətirib çıxarır[6].

Ədəbi məlumatların təhlili göstərir ki, korroziya-mexaniki köhnəlməyə məruz qalmış çörəkbişirmə avadanlığı maşınlarının detallarını xəmir yoğurma maşınlarının işçi (yoğurma) vasitələri və test pəstahlarının bıçaqları təşkil edir. Göstərilən hissələrin və səthin zədələnməsinin bu cür köhnəlməsi təhlili qoruyucu səth təbəqələrinin fiziki-kimyəvi və mexaniki xassələrinə və onların formalaşması texnologiyasına olan tələbləri inkişaf etdirməyə imkan verir.

### **3.1. Alüminium və polimer kompozisiyası əsasında metal-polimer örtüklərin formalaşdırılması üçün xəmir yoğurma maşınlarının pərlərinin sərtləşdirilməsi**

Bu gün çörəkbişirmə sənayesinin qida avadanlığının detallarının korroziya aşınması probleminə böyük maraq müşahidə olunur.

Hər il korroziyaya görə böyük miqdarda metal tamamilə itirilir. Amma daha çox zərər metalın itirilməsi ilə deyil, korroziya ilə bağlıdır[5]. Çörəkbişirmə avadanlıqlarının detallarının profilaktiki xidmətə, təmirinə və ya dəyişdirilməsinə çəkilən xərclər onların hazırlandığı metalın dəyərindən dəfələrlə çoxdur. Korroziyaya səbəb olan dolayı zərərlər daha əhəmiyyətli olur. Onlara, məsələn, qida məhsullarının korlanması, sağlamlığın itirilməsi, bəzən də insanların həyatı, korroziyanın səbəb olduğu hallara aid edilə bilər.

Ona görə də korroziyaya qarşı mübarizə mühüm Xalq Təsərrüfatı problemidir və onun həlli üçün böyük vəsait tələb olunur.

Korroziyaya qarşı mübarizə üzrə müxtəlif növ tədbirlərin həyata keçirilməsinə çəkilən məsrəflər yeni mütərəqqi və iqtisadi baxımdan effektiv anti-korroziyaya qarşı müdafiə metodlarının tətbiqi ilə əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq olar. Bunlardan ən məqbul olan anti-korroziya səthi sərtləşmə üsullarıdır[15].

Onların seçimi zamanı qoruyucu materialların dəyəri və qıtlığı, korroziyaya qarşı tədbirlərin etibarlılığı, mühafizə olunan detalların xidmət müddəti, çörək istehsalının texnoloji prosesində onların dəyəri və əhəmiyyəti müəyyənədicə amillərdir.

Aparılan araşdırmalar göstərir ki, polad fiqurlu pəri olan yoğurma vasitəsi korroziya - mexaniki köhnəlməyə, daha doğrusu, korroziya krekinq növlərinə məruz qalmışdır. Bu eyni zamanda korroziya mühitinin təsiri və statik gərginliyi zamanı baş verir.

Mexaniki gərginlikdə korroziya növlərindən biri olan korroziya krekinqinin öyrənilməsi ilə Ajoqin F. F., Karpenko Q. V., Vasilenko İ.İ. və başqaları məşğul olmuşdur[8].

Testin yüksək elektrik keçiriciliyi detalların səthinin friksion yorğunluğunun məhvində səbəb olan elektrokimyəvi reaksiyanın keçməsinə imkan yaradır. Sürüşmə sürtünməsi isə öz növbəsində elektrokimyəvi reaksiyanın gedişini aktivləşdirir.

Korroziya zamanı struktur elementləri yaranan çatlamalar və sonradan onların səthində dərinləşməsi nəticəsində məhv edilir. Özünü məhv etmə çatın ən dərin yerində dərhal baş verir. Köhnəlmə zamanı çatın meydana gəlməsinin əsas amili çatın zirvəsində metalın sürətlə həll olunmasıdır. Bu zaman gərginlik perpendikulyar şəkildə uzanan böyük çatlarda yaranır[13]. Çatların inkişafı üç mərhələyə bölünə bilər: çatların meydana gəlməsi, çatlaqların inkişafı, metalın ani məhv edilməsi. 3-cü mərhələ ani olduğundan 1-ci və 2-ci mərhələlərin müddəti konstruktiv elementlərin uzunömürlülüynü müəyyən edir. Hesab edilir ki, korroziya krekinqində gərginliyin tətbiq olunma sürəti böyük rol oynayır, yəni deformasiyanın sürəti gərginliyin miqdarından daha çoxdur. Deformasiya sürətinin azalması çatların inkişaf sürətinin azalmasına gətirib çıxarır. .

Friksiya rabitəsinin xarakteri və səthi qatlardakı proseslər kompleksi bir sıra amillərdən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır: həndəsi, mexaniki, fiziki və kimyəvi. Mühüm amillərdən biri də  $(\frac{h}{r})$  qeyri-bərabərliyin radiusuna tətbiqetmənin dərinliyi və ya sıxılma kəmiyyətinin nisbəti ilə xarakterizə olunan həndəsi amildir. İkinci əhəmiyyətli faktor molekulyar rabitənin tangensial möhkəmliyinin əsas  $(\frac{r}{\sigma_r})$  materialının axıcılığının həddinə münasibəti ilə səciyyələnən fiziki mexanikidir[12].

Materialın dağılması cərəyan yüklənmə və yapışma kontakt zonasında cərəyan həddini aşan gərginliklərin yaranmasına gətirib çıxarmadıyla baş verir.

Bu əlavə, gərginlik uzanan zaman bərk cismin məhv olmasının yerini tutur, çatın ən uc hissəsində daha çox gərginliyə səbəb olan  $(\sigma_k)$ , kritik dəyər,  $(\sigma_n)$ , nəzəri gücə bərabərdir, yəni.:

$$\sigma_T = \sigma_k \cdot \beta \quad (3.1)$$

Burada  $\beta$  - gərginlik konsentrasiyası əmsalındır.



Səthə doğru maksimal normal olan çatlar dartıcı ( $\sigma_k$ ) gərginlik, (E) elastiklik modulunun səth enerjisinin miqdarına və çatın uzunluğuna görə aşağıdakı kimidir:

$$\sigma_k = \lambda \sqrt{\frac{E\sigma_n}{c}} \quad (3.2)$$

Səthdə metal-polimer örtük-alüminium-lak-boya örtüyündə xəmir yoğuran maşının yoğurma vasitəsinin korroziyaya qarşı dayanıqlığını yaratmağa imkan verən texnologiya işlənib hazırlanmışdır[12].

Müxtəlif örtüklərin keyfiyyəti örtüklər üçün hazırlıq əməliyyatından asılıdır. Müəyyən edilmişdir ki, bütün brak örtüklərin 70% - i səthin hazırlanmasının pis keyfiyyəti ilə bağlıdır. Səthin keyfiyyəti metalların bir sıra çox əhəmiyyətli xüsusiyyətlərinə və xüsusilə də korroziyaya qarşı müqavimətə böyük təsir göstərir. Yoğurma orqanının səthinin emalı üçün ilkin mexaniki üsulun aparılması lak-boya və metalizasiya örtükləri üçün həm əsas, həm də ən effektivdir. Bu, səthdə mövcud olan metal (polad) pas, okalinlər və digər çirkləndiricilərin qatından ibarətdir.

Ədəbiyyatın nəzəri tədqiqat və icmalına əsasən, səthin yaxşı təmizləmə keyfiyyəti, uzun abraziv istismar müddəti və onun bir neçə dəfə istifadə edilməsi, pas hissəcikləri ilə hava tozunun məhdud olması, əhəmiyyətli məhsuldarlıq şəraitində havanın az sərf edilməsi və təmizləmə prosesinin mexanikləşdirilməsi imkanları ilə səciyyələnmişdir[12].

Bundan əlavə, səthə metal vurulduqda, seçmə-şırnaq üsulu ilə təmizlənmiş örtüyün xidmət müddəti şərti olaraq 100% - ə çatırsa, səthi əl fırçalarıyla təmizləyərkən 40%, mexanikləşdirilmiş alət ilə 60%, aşınma 70%, istilik üsulu ilə 80% təşkil edəcək. Bu xüsusiyyətlər parça səthinin təmizlənməsi üçün seçmə şırnaq üsulu bir sıra əsas verir.

Təsir altında səthin üzərində şırnaq prosesi gərginlik yaranır ki, bu da korroziyanı gərginlik altında və ya korroziyaya qarşı kəsməni effektiv şəkildə yavaşlatır.

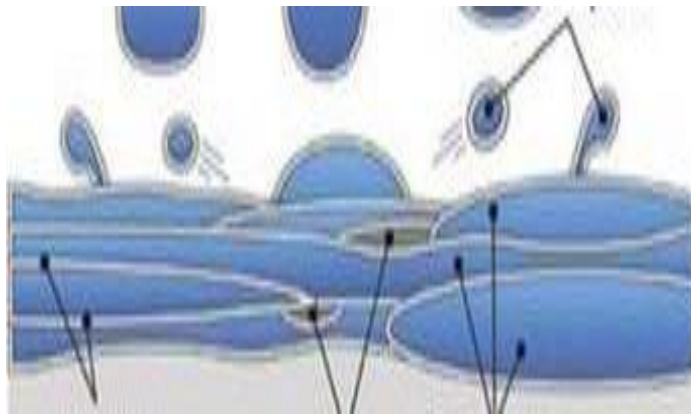
Parçanın səthinin mexaniki şırnaq aparatı ilə təmizlənməsi qumvuran aparatlarından fərqli olaraq daha böyük effekt verə bilər, çünki onlarda

püskürmənin olmaması, yüksək məhsuldarlıq və qənaətcilliklə xarakterizə olunur[15].

Mexaniki təmizləmə üçün tövsiyə edirik ki, PD-1 tapancasından istifadə edəsiniz, onun xarakteristikası fəsil 2-nin 2.2.1-ci bəndində verilmişdir[7]. Bu zaman hissəcikli emal vaxtı iləşmə qüvvəsi 104 Mpa təşkil edir.

Xəmir yoğurma maşınının işçi vəsaitinin səthinin ilkin mexaniki emalından sonra onun metalizasiyasının elektrik qövs çiləmə üsulu ilə aparılmasını məsləhət görürük. Elektrik qövs çiləmə üsulu və metalizatorun iş prinsipi fəsil 2-nin 2.2.1-ci bənddə verilmişdir[7].

Metalizasiya örtüyünün formalaşması və polad əsasda alüminium təbəqəsinin formalaşması prosesi şəkil 3.1 və şəkil 3.2 də təqdim olunur.



Şəkil 3.1. Metalizasiya örtüyünün formalaşması



Şəkil 3.2. Polad əsasında alüminium örtüyün formalaşması.

Elektrik qövs alüminium metalizasiya qatının tətbiqi şərtləri cədvəl 3-də təqdim olunur.

Cədvəl 3.1

Alüminium metalizasiya qatının tətbiqi şərtləri

| Yoğurma vəsaitinin materialı | Örtüyün çəkilməsi üçün material | Örtüyün çəkilmə üsulu | Metalı tozlama prosesinin parametrləri |                           |              |                       |                           |                         |                             |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|---------------------------|--------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|
|                              |                                 |                       | Naqilin diametri                       | Daimi cərəyanda gərgimlik | Cərəyan gücü | Sıxılmış hava təzyiqi | Hissəciklərin orta sürəti | Naqilin ötürülmə sürəti | Özülün səthinin temperaturu |
|                              |                                 |                       | m<br>m                                 | V                         | A            | MPa                   | m/san                     | m/dəq                   | °C                          |
| 1                            | 2                               | 3                     | 4                                      | 5                         | 6            | 7                     | 8                         | 9                       | 10                          |
| 12X18H10T                    | Alüminium qaynaq                | Elektrik qövs         | 1,2<br>+2                              | 25÷30                     | 75           | 0,5÷0,6               | 120÷140                   | 2÷5                     | 50÷70<br>qədər              |

Qeyd:

1. Daimi cari dəyişən səthi, dəyişkəndən daha yaxşı edir.
2. Özül səthinin temperaturu 50-70°C-ə qədər olması daha yaxşı yapışma gücünü təmin edəcək, itkilərin faizini azaldacaq.

[6] Elektrik qövs çiləmə üsulu seçimi, məsələn, qaz alovlu çiləmə ilə müqayisədə, korroziyaya qarşı mühafizə metodlarına qoyulan bütün tələblərə cavab verən üstünlüklərə malikdir. Bu üstünlüklər aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Səthlər daha çox yapışma gücünə malikdir;
2. mexaniki emal üçün asandır, açılmır və çatlar vermir;
3. çilənən səthin ilkin hazırlanması sadədir və müxtəlif üsullarla həyata keçirilə bilər: qırma, abraziv və mexaniki emallarla;
4. korroziyaya qarşı örtük həm metal, həm də digər materiallar üzərində çəkilə bilər;

5. çiləmə prosesində korroziyaya qarşı davamlılıq üzrə ən yaxşı göstəricilər əldə edilir və özül daha az zədələnir;
6. 45 HRC-ə qədər antikorroziya örtüyünün sərtliyi;
7. Yapışma 1 santimetrdə 630kq-dır;
8. Elektrik qövs çiləmə prosesinin məhsuldarlığı -36 kq / saat cərəyan gücü 750 A.

Elektrik qövs çiləmə üsulunun bu üstünlükləri onun tətbiqinin əsas sahələrini müəyyən edir, yəni: korroziyadan mühafizə, aşınmaya qarşı müqavimət artırılması və köhnəlməyə qarşı korroziyadan qorunma[5].

Hissələrin iş səthində metallaşma üsulu ilə istehsal olunan alüminium örtüyün minimum qalınlığı aşağıdakı sıra ilə seçilmişdir (mikron ilə):

30;40;50;60;80;100;120;160;200;250;300

GOST 9450-76 standartında göstərilən metodikaya əsasən,"almaz uclarının sıxılması ilə mikrosərtliyin ölçülməsi " nəzəri olaraq örtüyün mikro sərtliyini müəyyən etmişdir[14].

## Nəticə

1. Korroziyaya qarşı mübarizə üzrə müxtəlif növ tədbirlərin həyata keçirilməsinə çəkilən məsrəflər yeni mütərəqqi və iqtisadi baxımdan effektiv anti-korroziyaya qarşı müdafiə metodlarının tətbiqi ilə əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq olar. Bunlardan ən məqbul olan anti-korroziya səthi sərtləşmə üsullarıdır.
2. Bu usulun köməyi ilə metalların səthində yaranan təhlükəli birləşmələrin qarşısını almaqla qida məhsullarının təhlükəsizliyi təmin edilir.
3. Qida təhlükəsizliyinin təmin edilməsinin digər əsas məsələsi isə, qida istehsal müəssisələrində qida istehsal maşınlarında və qida saxlama qablarında istifadə olunan materialların təsnifatıdır.
4. Materialların düzgün seçilməsi və istifadə qaydalarına güclü nəzarətin olması böyük əhəmiyyət kəsb edir. Qida istehsal maşınlarının hissələri və saxlama qabları qeyri-metal (polimer, polietilen, polivinilxlorid, polyofenis) və metal materiallardan (Al, Cu, Pb, Ni, Zn, Sn) hazırlanır.

## Xülasə

**Dissertasiya işi:** Qida məhsullarının təhlükəsizliyini təmin etmək üçün maşınlarda tətbiq olunan materialların araşdırılmasına həsr edilmişdir.

**Tədqiqatın məqsədi:** Qida istehsal sənayesində qida məhsulları istehsal edən maşınlarda və qida saxlama qablarının hazırlanmasında istifadə olunan materialların araşdırılması, materialların düzgün istifadəsi, etibarlılığının qorunması ilə qida məhsullarının təhlükəsizliyini təmin etməkdir.

Dissertasiya giriş, üç fəsil, nəticə, xülasə və istifadə olunmuş materiallardan ibarətdir

**Giriş:** işin ümumi xarakteristikası verilmiş, tədqiqatların məqsədi və qida məhsulları təhlükəsizliyinin təmin olunması yolları araşdırılmışdır.

**Birinci fəsil:** Çörəkbişirmə maşın və avadanlıqlarında istifadə olunan materiallar, aşınma növləri və onların davamlılığının yüksəldilməsi üsullarının təhlinə və tədqiqat məsələlərinə həsr olunmuşdur.

**İkinci fəsil:** tədqiqat obyektlərinin xarakteristikası verilmiş və tədqiqatların proqramı, metod və vasitələri şərh olunmuşdur.

**Üçüncü fəsil:** Çörəkbişirmə sənayesi texnoloji avadanlıqlarının detal və işçi orqanlarının korroziyaya davamlılığının artırılmasının tədqiqinə həsr olunmuşdur. Burada xəmiryoğuran maşınların işçi orqanının alüminium və polimer lak-boya kompozisiyası əsasında metallaşdırılmış polimer örtüyünün formalaşması möhkəmləndirilməsi və qida məhsullarının təhlükəsizliyinin təmin edilməsi məsələləri araşdırılmışdır.

### Summary

Dissertation: It is devoted to the study of materials used in machines to ensure the safety of food products.

Purpose of the study: To investigate the materials used in the production of foodstuffs and food storage containers in the food industry, to ensure the safety of food products through the proper use and reliability of the materials.

Dissertation consists of three chapters, results, summary and used materials

Introduction: the general characteristic of the work has been given, the purpose of the research and the ways to ensure the safety of food vendors.

First chapter : The materials used for baking machines and equipment are dedicated to the types of wear and tear and the methods of their sustainability and research.

Second chapter : Characteristics of research facilities are given and the program, methods and means of research have been interpreted.

Third chapter: The study of the technological equipment of the baking industry and the study of increasing the corrosion resistance of the working organs. Here are discussed the aspects of reinforcing the formation of polymer coating on the basis of aluminum and polymer lacquer coatings of the working body of the machine-building machine and ensuring the safety of food products.

## РЕЗЮМЕ

**Диссертация:** посвящена изучению материалов, используемых в машинах для обеспечения безопасности пищевых продуктов.

Цель исследования: изучить материалы, используемые при производстве пищевых продуктов и контейнеров для хранения продуктов питания в пищевой промышленности, обеспечить безопасность пищевых продуктов за счет правильного использования и надежности материалов.

Диссертация состоит из трех глав, результатов, резюме и использованных материалов.

**Введение:** дана общая характеристика работы, цель исследования и пути обеспечения безопасности продавцов продуктов питания.

**Первая глава:** Материалы, используемые для хлебопекарных машин и оборудования, посвящены типам износа и методам их устойчивости и исследований.

**Вторая глава:** Характеристики исследовательских объектов даны, и программа, методы и средства исследования были интерпретированы.

**Третья глава:** Изучение технологического оборудования хлебопекарной промышленности и исследование повышения коррозионной стойкости рабочих органов. Здесь обсуждаются аспекты усиления формирования полимерного покрытия на основе алюминиевых и полимерных лаковых покрытий рабочего органа машиностроительной машины и обеспечения безопасности пищевых продуктов.

### **Ədəbiyyat**

1. Abbasov İ.D Azərbaycan kənd təsərrüfatı. Bakı: elm və təhsil, 2010, 590 səh.
2. Афанасьев А.А Особенности электролизного борирования и диффузионных боридных покрытий // Упрочняющие технологии и покрытия, 2012 №1, с33-50.
3. Годжаев Т.Б., Гусейнзаде Х.С. О новой технологии защиты от коррозии оборудования хлебопекарной промышленности // “ научные труды ” Азерб. Госуд. Аграр. Ун-та, 2012 №2 с. 312.
4. Гусейнзаде Х.С. технологии протвокоррозионного упрочнения поверхности ножен-надрезчиков тестовок// Аграрная наука, 2013 №12 с. 26-97.
5. Козлов В.А. Месник М.О. Основы коррозии и защиты металлов. Иваново: ИГХУ , 2011, 177 с
6. Mustafayev X.S. Qida texnologiyasının prosesləri və aparatları Bakı 2006



7. Ковтунов А.И., Чермашенцева Т.В., Семистенов Д.А., Технология формирования износостойких покрытий // Упрочняющие технологии и покрытия 2009 №7 с.12-14
8. Гост Р 53202-2008 Материалы лакокрасочные, контактирующие с пищевыми продуктами. Общие технические условия. М: Стандарт информ, 2009. 276 с.
9. <http://afsa.gov.az/az/home>
10. <https://www.google.az/>
11. Гурьянов Г.В., Годунов С.С., Кисел П.Е., Кисел Ю.Е. лазерная обработка износостойких композиционных электрохимические покрытия // Упрочняющие технологии и покрытия. 2010 № 9 с. 32-56
12. Гуверич Ю.Г., Марфицин В.В. Упрочнение поверхности стальных деталей электроконтактной химико-термической обработкой // Упрочняющие технологии и покрытия. 2009 №2 с. 46-107
13. Волков А.А. Бурмантов А.И., Юнусов Р.Ю., Ребров И.Ю. Свойства некоторых ингибиторов коррозии металлов // Коррозия: Материалы, защита, 2009 №9, с.11-46.
14. Верещака А.С., Верещака А.А. функциональные покрытия для режущего инструмента// Упрочняющие технологии и покрытия. 2010 №6, с.28-92.
15. Бровер Г.И., Крейнин С.В. Повышение качества никель-фосфорных покрытий лазерной обработкой // Металловедение и термическая обработка металлов, 2009, №7, с 33-78.