

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**AZƏRBAYCAN DÖVLƏT İQTİSAD UNİVERSİTETİ**  
**«MAGİSTRATURA MƏRKƏZİ»**

*Əlyazması hüququnda*

**Ələsgərzadə Elnur Tahir oğlu**

**«Xammalın şüşə məmulatlarının fiziki-kimyəvi xassələrinə təsirinin  
ekspertizası» mövzusunda**

**MAGİSTR DİSSERTASIYASI**

**İxtisasın şifri və adı** 060644 **İstehlak mallarının ekspertizası və marketinqi**  
**İxtisaslaşma** **Qeyri-ərzaq mallarının ekspertizası və marketinqi**

**Elmi rəhbər**

(a.s.a., elmi dərəcə və elmi ad)

**dos. T.R.Osmanov**

---

**Kafedra müdiri**

(a.s.a., elmi dərəcə və elmi ad)

**Magistr proqramının rəhbəri**

(a.s.a., elmi dərəcə və elmi ad)

**dos. T.R.Osmanov**

---

**prof. Ə.P.Həsənov**

---

**BAKI-2018**

# MÜNDƏRİCAT

	Səh.
<b>Giriş .....</b>	<b>3</b>
<b>I FƏSİL. ƏDƏBİYYAT İCMALI .....</b>	<b>5</b>
1.1. Şüşə məmulatlarının istehsalının müasir vəziyyəti .....	5
1.2. Şüşə məmulatlarının keyfiyyətinə qoyulan tələblər .....	10
1.3. Şüşə məmulatlarının istehlak xassələrinin təsnifatı .....	19
<b>II FƏSİL. ŞÜŞƏ İSTEHSALINDA TƏTBİQ EDİLƏN XAMMALLARIN XARAKTERİSTİKASI .....</b>	<b>29</b>
2.1. Əsas şüşə kütləsi yaradan xammalların növləri və xarakteristikası .....	29
2.2. Şüşənin tərkibinə qələvi oksidlərini daxil etmək üçün istifadə edilən xammallar .....	40
2.3. Şüşənin tərkibinə torpaq-qələvi və digər oksidləri daxil etmək üçün istifadə edilən xammallar .....	44
2.4. Şüşə istehsalında tətbiq edilən köməkçi xammalların xarakteristikası .....	48
<b>III FƏSİL. XAMMALLARIN ŞÜŞƏ MƏMULATLARININ FİZİKİ-KİMYƏVİ XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİNİN EKSPERTİZASI .....</b>	<b>61</b>
3.1. Şüşə məmulatlarının kimyəvi davamlılıq xassələrinin tərkibdən asılılığının ekspertizası .....	61
3.2. Xammalların şüşə məmulatlarının fiziki xassələrinə təsirinin ekspertizası .....	66
3.3. Şüşə məmulatlarının termiki və optiki xassələrinin kimyəvi tərkibdən asılılığının ekspertizası .....	72
<b>Nəticə və təkliflər .....</b>	<b>82</b>
<b>Ədəbiyyat siyahısı .....</b>	<b>85</b>

## Giriş

**Mövzunun aktuallığı.** Şüşə insanlara çox qədim dövrlərdən, müəyyən təsadüflər nəticəsində məlum olmuş materialdır. Aparılan araşdırmalar göstərir ki, tunc dövründən əvvəl insanlar ov ovlamaq məqsədi ilə yer qatında gedən vulkanik proseslər nəticəsində əmələ gəlmiş “vulkanik şüşə” sayılan obsidiandan ox və nizə, kəsici alətlər, müxtəlif avadanlıqlar düzəltmişlər. Obsidian tərkib etibarilə kvars qumundan və çöl şpatından ibarət olan ərimiş mineraldır. Alimlər və tədqiqatçılar tərəfindən aparılan elmi araşdırmalar göstərir ki, eramızdan üç, dörd min il əvvəl insanlar tərəfindən müxtəlif şüşə məmulatları hazırlanmağa başlanmışdır. Elm və texnikanın sürətli inkişafı bütün sahələrdə olduğu kimi şüşə istehsalı sahəsində də çox böyük irəliləyişlər əldə etməyə imkan yaratmışdır. Şüşənin çoxkomponentli quruluşu onun tətbiq sahələrinin genişləndirməyə, xassələrini istiqamətləndirməyə imkan verir. Fiziki, mexaniki, termiki, optiki və s. xassələrinə görə fərqləndirilən şüşə malları məişətdə, elektrotexnikada, inşaatda geniş tətbiq edilən mal nümunələrindən biridir. Şüşə mallarının geniş tətbiq edilməsi onların asanlıqla emal edilməsindən irəli gəlir. Belə ki, hazırda presləmə, tökmə, üfürmə, dartıb uzatma, mərkəzdənqaçma üsulları ilə istənilən forma və konstruksiyaya malik şüşə məmulatları istehsal etmək mümkündür.

**Dissertasiya işinin məqsədi və qarşıda duran əsas vəzifələr.** Yerinə yetirilən tədqiqat işinin əsas məqsədi çoxkomponentli quruluşa malik olan şüşə məmulatlarının istehsalının artırılması və keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması məqsədi ilə istifadə olunan xammaterialın onların əsas istehlak xassələrinə təsirinin ekspertizasının aparılmasından ibarətdir. Dissertasiya işində bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələlərin araşdırılması qarşıya qoyulmuşdur:

- şüşə məmulatlarının istehsalının müasir vəziyyəti;
- şüşə məmulatlarının keyfiyyətinə qoyulan tələblər;
- şüşə məmulatlarının istehlak xassələrinin təsnifatı;
- əsas şüşə kütləsi yaradan xammalların növləri və xarakteristikası;

- şüşənin tərkibinə qələvi oksidlərini daxil etmək üçün istifadə edilən xammallar;
- şüşənin tərkibinə torpaq-qələvi və digər oksidləri daxil etmək üçün istifadə edilən xammallar;
- şüşə istehsalında tətbiq edilən köməkçi xammalların xarakteristikası;
- şüşə məmulatlarının kimyəvi davamlılıq xassələrinin tərkibdən asılılığının ekspertizası;
- xammalların şüşə məmulatlarının fiziki xassələrinə təsirinin ekspertizası;
- şüşə məmulatlarının termiki və optiki xassələrinin kimyəvi tərkibdən asılılığının ekspertizası.

**Dissertasiya işinin əsas obyektı.** Dissertasiya işində əsas tədqiqat obyektı kimi müasir dövrdə istehlak bazarına daxil olan məişət şüşə məmulatlarının istehsalında istifadə edilən əsas və köməkçi materiallar, onların əsas xarakterik xüsusiyyətləri götürülmüşdür.

**Tədqiqat işində olan əsas elmi yenilik.** Dissertasiya işində ilk dəfə olaraq şüşə materiallarının istehsalında istifadə edilən əsas və köməkçi materialları elmi və praktik təsnifatı sistemli şəkildə qruplaşdırılaraq verilmişdir. Burada eyni zamanda şüşə məmulatlarının keyfiyyətini formalaşdıran istehlak xassələrinin də müxtəlif təsnifləmə səviyyələri üzrə xarakterik xüsusiyyətlərinə görə təsnifatı ilk dəfə verilir.

**Tədqiqatın praktiki əhəmiyyəti.** Dissertasiya işində aparılan təhlillər, xammaterialların şüşə məmulatlarının istehlak xassələrinin formalaşmasında rolunun ətraflı şərh edilməsi, eyni zamanda həm xammaterialların, həm də istehlak xassələrinin sistemli şəkildə təsnifləşdirilməsi tədris və təcrübi material kimi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

**İşin quruluşu.** Dissertasiya işi üç fəsildən ibarət olmaqla giriş, nəticə və təkliflər hissələrini özündə birləşdirir. Burada müxtəlif ədəbiyyat mənbələrindən istifadə edilmişdir. Dissertasiya işi kompüterdə yazılmış 87 səhifədən, 10 cədvəl və 13 qrafiki materiallardan ibarətdir.

## I FƏSİL. ƏDƏBİYYAT İCMALI

### 1.1. Şüşə məmulatlarının istehsalının müasir vəziyyəti

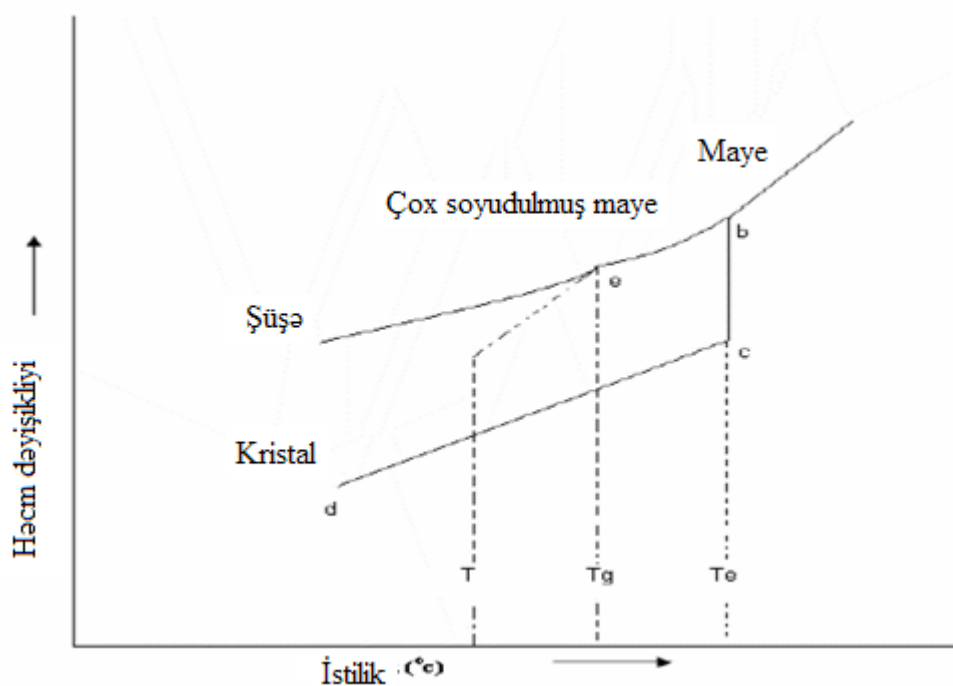
Şüşəçilik insanlar tərəfindən kəşf etdiyi ən qədim süni maddələrdən istifadə etməklə bu günə qədər bir çox mədəniyyətlərin birləşməsi ilə davamlı inkişaf etdirilən və gündən-günə bazarda payını artıran qədim bir sənətdir.

Şüşə, texniki və kimyəvi tərkibinə görə silisium dioksid, potas və ya soda, əhəng və bəzən də başqa qarışıq maddələrinin qarışdırılıb yüksək istilikdə əridilməsi ilə əldə edilən, şəffaf, yarışəffaf, şəkilsiz və kristallaşmadan qatılan bir maddə olaraq şüşə emalı sənayesi tərəfindən geniş istehsal edilir.

Bildiyimiz kimi, şüşə yüksək temperaturda ərinti halından sürətli bir şəkildə otaq temperaturunda soyudulan və bu zaman kristallaşma göstərməyən amorf quruluşlu (müntəzəm quruluşda) bir materialdır.

Bir çox kimyəvi maddələr (məsələn, soda və s.) maye şüşədə, şüşənin bərkiməsi, sərtləşməsi kimi müxtəlif xassələrin, xüsusiyyətlərin şüşə xammalına əlavə edilməsi üçün istifadə edilir. Ayrı-ayrı fərdi atomlar kristal qəfəs deyərək tanınan ardıcıl 3 ölçülü sıralar meydana gətirəndə, kristallar əmələ gəlir. Lakin şüşə, maye halda olarkən soyumağa başlayanda, təsadüfi bir şəbəkə yaradır. İonlar bu torun bəzi bölgələrinə sızaraq, şəbəkə strukturunu yenidən bərpa edir və beləliklə, şüşənin ionlara bağlı olan xüsusiyyətləri meydana çıxır. Bu prosesdə iştirak edən ionlar, şəbəkə tənzimləyiciləri adlandırılmasının səbəbi bundan ibarətdir.

Şüşə istehsalı zamanı seçilən əsas tərkib komponentləri elə olmalıdır ki, onlara istehsal zamanı xaricdən kifayət qədər enerji verilsə o, maye hala keçir, soyuyandan sonra isə qatılaşıq. Ümumiyyətlə qeyd etmək lazımdır ki, atomların nizamlı düzöldüyü bir kristal materialda ərimə temperaturunun altında xətti qatılma baş verir. Şəkil 1.1-dən də aydın olduğu kimi soyuyarkən həcm kiçilir. Məsələn, mis 1083°C-də əriyir və bu istiliyin altında qatılaşıq.

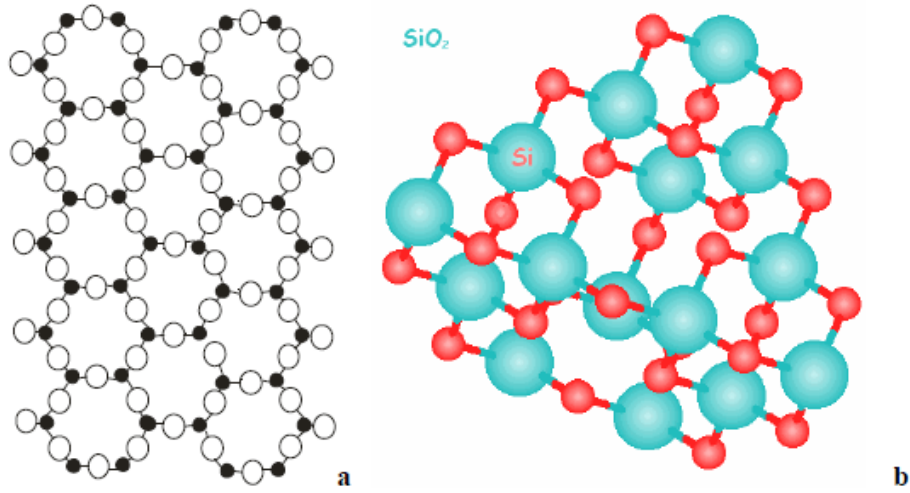


Şəkil 1.1. İstilikdən həcm dəyişilmə göstəriciləri

Qeyd olunanlardan fərqli olaraq, şüşə materiallarının sabit bir ərimə temperaturu olmadığından onlarda maye, ifrat soyudulmuş duru və şüşəsləşmiş halları müşahidə olunur. Həcm dəyişikliyi, atomların müəyyən bir nizamda düzülməsi nəticəsində keçid temperaturu  $T_g$  nöqtəsinə qədər sürətlidir. Bu nöqtədən sonra ixtisar olduqca ləng baş verir. Nəticədə çox sıx və amorf quruluşlu, şüşə adı verilən material əldə edilir. Kristal materialı maye halda B nöqtəsinə qədər soyuyur, C nöqtəsindən başlayaraq D-yə qədər qatı olaraq soyuyur və  $T_e$  nöqtəsi isə artıq ərimə temperaturudur. Şüşəsi materialı da B nöqtəsinə qədər maye olaraq soyuyur. B C nöqtələri həddən artıq soyudulmuş mayedir.  $T_g$  nöqtəsi dəyişiklik hərarətidir. Bundan sonra, qatı görünüşlü şüşə şəklində olur. Şüşə düzəldən silisium dioksidə ( $SiO_2$ ) aid atomların düzülüşü aşağıdakı şəkil 1.2-də göstərilmişdir.

Şüşə strukturu, vahid ölçüdə müəyyən qayda ilə əmələ gəlir. Məsələn, silikat əsaslı şüşələrdə quruluş əsasən silisium dioksiddən ( $SiO_2$ ) yaranır. Silisium + 4 valent dəyərində malik olub, mərkəzdə silisium atomları, ətrafında dörd ədəd oksigen atomlarının yer aldığı düzgün tetrahedralar yaranır.

Hər bir oksigen, iki silisium atomları arasında yerləşərək tetrahedraları bir-birinə bağlayır. Ancaq bu quruluş kristal materiallardan fərqli olaraq nizamsızdır.



**Şəkil 1.2. SiO<sub>2</sub>-nin kristal (a) və amorf (b) quruluşu**

Şüşə, təbiətdə təbii olaraq obsidiyen və kvars şəklində yerləşir. Milyonlarla il əvvəl vulkanik hadisələr nəticəsində silikatın əriməsi ilə obsidiyen yaranmışdır. Obsidiyen, əsasən tünd qırmızımtıl, qəhvəyi, yarıkeçirici bir maddə olub, tərkibi pəncərə şüşəsinin (soda-əhəng-silika) kimyevi tərkibindən fərqli deyildir.

Digər təbii şüşə kvars, rəngsiz və şəffafdır. İşlənmiş şüşəyə bənzəyir. Kristallar şəklində olur. Ən böyük kvars kristal peqmatitlər içində rast gəlinir. Rəngli kvars qumları zərgərlikdə istifadə edilir.

Şübhəsiz ki, şüşə təsadüfən kəşf edilmişdir. Şüşənin kəşfi haqqında ən çox bəhs edilən açıqlama Yunan tarixçisi Pinyenin izahıdır. Pinyenin sözlərinə görə bəzi tacirlər gəmilərindən sahilə çıxdıqdan sonra bir çay sahilində düşərgə qurmuşlar, çay yatağında bir tonqal qalamışlar. Növbəti gün isə əvvəlki günün atəşinin külləri arasında şəffaf, parlaq şüşə parçaları tapıblar.

Qədim dövrlərdə, yəni eramızdan əvvəl IV minillikdə şüşə sənəti əsasən Misir və Mesopotamiyada inkişaf etmişdir. Bu bölgədə odunla yanan şüşə ocaqlarının mövcud olduğu güman edilir. Odun alovunun şüşələşmə yaradacaq temperaturlara qədər çatıb-çatmaması alimlər tərəfindən müzakirə edilmişdir. Aparılan təcrübələrdə material uyğundursa şüşə əmələgətirmə temperatura çatması sübut olunmuşdur. Alovun olması və nəzarət altına alınıb yüksək temperaturların əldə edilməsi

nəticəsində oddan istifadə edilərək əmələ gələn metaləritmə, dulmuşluq, şüşəçilik və s. sənətlər meydana gəlmiş və getdikcə inkişaf etməyə başlamışdır.

Şüşə, qədim dövrlərdən bu günə qədər yüksək istilik nəticəsində xammalın emal edilməsindən yaranan bir sənətdir. Aparılan təhlillər göstərir ki, şüşə tarixinin ilk nümunələrinin bir çoxunda keramikadan şüşəyə keçildiyini göstərən izlər vardır.

Şüşə, süni olaraq istehsal edilmədən əvvəl, hər zaman təbiətdə təbii halda idi.

Obsidiyen adı verilən material əslində təbii şüşədir. Obsidiyen, şüşənin tipik xüsusiyyətlərini daşdığı üçün müxtəlif dövrlərdə müxtəlif üsullarla formalaşdırılmışdır.

Belə bir nöqteyi-nəzərdən baxılsa şüşə məmulatlarının bu gün bildiyimiz mənadakı funksiyalarından fərqli olaraq çox daha əvvəllər balta, bıçaq, ya da nizə ucu şəklində istifadə edilməsi, ilk şüşə nümunəsi kimi qəbul edilməlidir. Bu, şüşənin kəsmə qabiliyyətini göstərmək baxımından maraqlıdır.

Şüşənin inkişafına baxıldığında, şüşənin ilk olaraq uyğun kvarts qumunun bol olduğu və keramika istehsalının inkişaf etdiyi regionlarda istehsal edildiyi qəbul edilməlidir. Keçmişdə geniş yayılmış bir keramika texnologiyası inkişaf etmiş sivilizasiyaların çox sayda olduğu bilinir. Belə bir yanaşma ilə Mesopotamiyadan Misirə, Şərqi Aralıq dənizindən Anadoluya qədər bir çox yerdə ilk şüşə nümunələri ilə rastlaşmaq mümkündür. Ancaq, bu gün əldə edilən məlumatlara əsaslanaraq daha çox Misir və Mesopotamiyada şüşə məmulatlarından istifadə edilməsindən bəhs edilir.

Aparılan arxeoloji qazıntıların nəticələrinə əsasən deyə bilərik ki, Azərbaycanda da şüşə istehsalı qədim tarixə malikdir, yəni şüşə məhsullarının tarixi bizim eramızdan əvvəl I minilliyi əhatə edir. Buna əyani olaraq, Azərbaycanın Daşkəsən rayonunda kobalt yataqlarını qeyd edə bilərik.

Aparılan təhlillər və tarixi sənədlər Misirdə qədim krallıq dövründən qalan və bir çox vasitələri, əşyaları, qabları və müxtəlif məhsulları əks etdirən şüşə istehsal sexlərinin olduğunu göstərir. Məlum olduğu kimi, misirlilər maraqlı bir keramika şüşəsi sənətini inkişaf etdirmiş və onu gündəlik həyatda yaymışdırlar. Belə bir



ənənənin tədricən şüşə sənayesinə asanlıqla keçməsi təbiidir və qanunauyğun bir prosesdir.

Şüşə qabların ilk nümunələri, xüsusən həm asan əldə edilə bilməsi, həm də zərgərlik baxımından diqqəti çəkir. Bunların hamısı, kiçik ölçülü şüşə məmulatı olan daş torpaq və gillərdən əldə edilmiş şüşə muncuqlardır. Sonra bu şüşə muncuqlar müxtəlif şüşə texnologiyaları ilə rənglənmiş və ya formalaşdırmada istifadə edilən texnologiyaların verdiyi imkanlarla çox maraqlı şəkildə bəzədilmişdir.

Şüşənin keçirdiyi texnoloji inkişaf prosesində texniki problemlərin və məhdudiyyətlərin aradan qaldırılması üçün istifadə edilən enerjinin inkişaf etdirilməsi ilə yeni formalaşdırma üsulları da meydana gəldi. Misal olaraq, ətir və tibbi ləvazimatların saxlanması üçün istifadə edilən şüşə qablar və vazaları göstərə bilərik. Əlbəttə ki, keramika sənətinin rəng və forma xüsusiyyətləri ilə təsirlənən bu məhsullar öz dövrünün keramika formasından uzaqlaşmamışdır.

O dövrün şüşə məmulatı müəyyən işlər üçün istifadə edilirdi, çünki şüşə ən çox 10-15 sm uzunluqda istehsal edilirdi.

Keçmişdə istehsal edilən şüşə nümunələrinə baxarkən, günümüzdə asan dediyimiz hər şüşə nümunəsi o dövr üçün nə qədər çətinliklə əldə edildiyini unutmamaq lazımdır.

Şüşə sənayeləşməsi XIX əsrdə başlamışdır və mikro və makro səviyyədə hər bir sektorda öz yerini tapmışdır.

Bu gün şüşə məmulatı demək olar ki, hər bir sahədə, məsələn, memarlıq, səhiyyə, avtomobil, tikinti, kommunikasiya, maşın və s. sahələrdə istifadə olunur.

## 1.2. Şüşə məmulatlarının keyfiyyətinə qoyulan tələblər

Şüşə məmulatlarının keyfiyyəti onlara verilən ümumi istehlak tələblərinə və texniki şərtlərdə, sahə standartlarında və digər normativ-texniki sənədlərdə qoyulan tələblərə əsasən müəyyən edilir. Şüşə məmulatlarına qoyulan ümumi istehlak tələbləri aşağıdakı kimi qruplaşdırılır (şəkil 1.3):

- Funksional tələblər
- Erqonomik tələblər
- Estetik tələblər
- Etibarlılıq tələbləri
- Təhlükəsizlik tələbləri



Şəkil 1.3. Şüşə məmulatlarının keyfiyyətinə qoyulan ümumi istehlak tələbləri

Şüşə məmulatlarının keyfiyyətinə qoyulan funksional tələblər şüşənin təbiətindən, formasından, ölçüsündən və təyinatından asılıdır. Bütün bu amillər şüşə məmulatının forma və ölçülərini müəyyən edir. Şüşənin təyinatından asılı olaraq kimyəvi, termiki, mexaniki, atmosfer təsirlərinə qarşı davamlılıq, forma və ölçü göstəriciləri və s. funksional tələbləri təmin edən xassələr qrupuna daxil edilə bilər. Məsələn, pəncərə

şüşələri üçün işıqburaxma, laboratoriya şüşələri üçün yüksək kimyəvi davamlılıq, mətbəx qazanları üçün termiki davamlılıq vəs. kimi keyfiyyətə qoyulan tələblər funksional tələblər sırasına daxil edilə bilər.

Erqonomik tələblər - hər şeydən əvvəl şüşə məmulatlarının istifadə rahatlığı və gigiyenikliyi ilə bağlı olan tələblərdir (şəkil 1.4). Şüşə material və məmulatlarının rahatlığı onların əldə rahat tutulması, daşınması, qoruyub saxlama (mühafizəetmə) funksiyasını yerinə yetirməsi, çirkədən asanlıqla yuyulub təmizlənməsi həmçinin daşınma və saxlanmasının rahatlığı ilə bağlıdır. Bu tələblər isə öz növbəsində material və məmulatın ümumi parametrləri ilə, forması, ölçüsü ilə, ayrı-ayrı detalların yerləşməsi vəziyyəti, kütlənin paylanması xarakteri ilə təmin edilir.

Gigiyenik tələblər isə, hər şeydən əvvəl, şüşənin təbiəti xassələri və formanın xüsusiyyətləri ilə bağlıdır.



Şəkil 1.4. Şüşə məmulatlarının keyfiyyətinə qoyulan erqonomik tələblər

Gigiyenik xassələr zərərsizlik və çirklənmə kimi xassələr qrupu ilə xarakterizə edilir. Məişət qabları üçün olan şüşələr kimyəvi cəhətdən davamlı və təhlükəsizdir, lakin, şüşələrin bəzəndirilməsi üçün istifadə olunan bəzi boyaqlar və tərkiblər

tərkibində ağır metal duzları olduğu üçün bu tələblərə cavab verə bilmirlər. Məmulatın forma və konstruksiyasının rahat olmaması məmulatların yuyulub təmizlənməsini çətinləşdirməklə onların gigiyenikliyi azalda bilər.

Məişət şüşə məmulatlarının keyfiyyətinə qoyulan estetik tələblər kompozisiya bütövlüyü, formanın səmərəliliyi və informasiya ifadəliliyi ilə xarakterizə olunur (Cədvəl 1.1.)

Cədvəl 1.1

**Şüşə məmulatlarına qoyulan estetik tələbləri təmin edən xassələrin qruplaşması**

Şüşə məmulatlarının estetik xassələri				
Kompozisiya bütövlüyü		Formanın səmərəliliyi		İnformativlik
Forma yaradan xassələr	Harmoniya yaradan xassələr	Funksional ifadəlilik	Materialın xassələrinin ifadəliliyi	-
Məkan həlli		Məkan həllinin məntiqliyi	Formanın plastikasının materialın xassələrinə uyğunluğu	Əlamətlik üsluba və modaya uyğunluq
Dekorativ həll		Forma və onun elementlərinin dekorativ həllinin məntiqliyi	Dekorativ həllin materiala uyğunluğu	Orjinallıq
Quruluş, tektonika			Formanın plastikliyinin texnoloji emala uyğunluğu	

Kompozisiya bütövlüyü dedikdə məmulatın hissələrinin müəyyən qaydada vahid bütövlük halında yerləşməsi və əlaqələndirilməsi başa düşülür. Bu isə şüşə məmulatının formasının dekorativ-məkan quruluşu, tektonikası və proporsiyalılığı ilə şərtləşir.

Bütövlükdə məmulatın və onun ayrı-ayrı elementlərinin qeyri-müəyyən konturları, düzgün seçilməyən rəng və naxış materialın təbii xüsusiyyətlərini gizlədərək məmulatın estetik qavranılmasını pisləşdirir. Hissələrin, tərəflərin, naxışların ölçü nisbəti məmulatın proporsiyalılığını xarakterizə edir.

Formanın səmərəliliyi məmulatın funksional təyinatına və ətraf mühitin şərtlərinə uyğunluğunu, ayrı-ayrı elementlərin rəng həllinin ergonomikanın tələblərinə uyğunluğunu, üslub həllinin interyerlərə, uyğunluğunu, hazırlanma texnologiyasına uyğunluğunu xarakterizə edir. Səmərəli dizayn və ya forma məmulatın təyinatını maksimum aşkara çıxarmalıdır.

Şüşə məmulatlarının informasiya ifadəliliyi, onların əlamətliliyi, orijinallığı, Müasir üsluba və modaya uyğunluğu ilə təyin edilir. Əlamətlilik – məmulatın formasında sosial-estetik ideyaların (milli, yaş, psixoloji və s.) və təsəvvürlərin əks olunmasıdır.

Orijinallıq – şüşə məmulatını digər oxşar məmulatlardan fərqləndirən fərdi forma xüsusiyyətləridir.

Şüşə məmulatlarının keyfiyyətinə qoyulan etibarlılıq tələbləri onların uzunömürlü lülüyü və keyfiyyətini qoruyub saxlama xassələri ilə müəyyən olunur. Uzunömürlü lülüyü təmin edən imtinasızlıq və təmirə yararlılıq kimi xassə göstəriciləri şüşə məmulatları üçün xarakterik deyildir. Bu məmulatlarda uzunömürlülük əsasən fiziki və mənəvi köhnəlmə ilə müəyyən edilir. Şüşə məmulatlarının etibarlılığına qoyulan tələblərin təmin olunması üçün məmulatın utilitar və estetik funksiyalarını yerinə yetirməsi müddətlərinin, başqa sözlə desək, fiziki və mənəvi köhnəlməsinin üst-üstə düşməsi optimal hesab edilir.

Şüşə məmulatlarının təhlükəsizliyinə qoyulan tələblər məmulatların suyun, qida-nın və başqa mühitlərin təsirinə davamlı olması, həmçinin məmulatın istifadə zamanı insanları zədələyə biləcək iti uclarının, kənarlarının olmaması ilə izah edilir.

Şüşə məmulatlarının təyinatı növləri müxtəlif olduğu kimi onlara qoyulan tələblər də müxtəlifdir və bu tələblər uyğun standartlarda normalaşdırılır. Buna görə də şüşə məmulatlarının keyfiyyətinin ekspertizası zamanı standart göstəriciləri əsas götürülür.

Məişət şüşə məmulatlarının keyfiyyətinə qoyulan tələblər üzrə aşağıdakı kimi qruplaşdırılır: etalon – nümunənin keyfiyyətinə qoyulan tələblər; məmulatın texniki baxımdan hazırlanmasına qoyulan tələblər; markalanma, tara və qablaşdırmaya qoyulan tələblər.

Məişət şüşə məmulatları aşağıdakı ümumi tələblərə cavab verməlidirlər: rahat və səmərəli forma və fasona malik olmalıdırlar; lazımi mexaniki möhkəmliyə, termiki davamlılığa malik olmalı, həmçinin gigiyenik və estetik tələblərə cavab verməlidirlər: yaxşı şəffaflığa malik olmalıdırlar (xüsusilə büllur məmulatlar), şüşələrin səthi təmiz, parlaq olmalı, naxışlar aydın ifadə olunmalıdır.

Bundan başqa məişət şüşə məmulatları formasına, ölçüsünə, bəzəndirilmə xarakterinə və növünə görə etalon nümunəyə uyğun olmalıdır.

Bu məmulatların ticarət təşkilatlarında keyfiyyətə qəbulu müəyyən edilmiş müqavilə şərtlərinə və standart tələblərinə əsasən aparılır.

Şüşə məmulatlarının keyfiyyətinə nəzarət zamanı məmulatlar formasının, ölçü xarakteristikasının, emal xüsusiyyətlərinin, məmulat dəstində olan əşyaların seçilməsinin və sayının müəyyən qaydada təsdiq edilmiş etalon nümunəyə uyğunluğu yoxlanılır. Etalonun nümunənin keyfiyyəti nə qədər yüksək olarsa, onun istehlak xassələrinin səviyyəsi və o cümlədən hazır məmulatların keyfiyyət səviyyəsi də bir o qədər yüksək olar.

Malların çatdırılması zamanı razılıq olmadan məmulatların çeşidinin etalon nümunəyə uyğun olmayan şəkildə dəyişdirilərsə ticarət müəssisəsinin həmin malı qəbul etməkdən imtina etmək hüququna malikdir. Malların etalon nümunəyə tam uyğun olması zamanı növbəti mərhələdə hazır məmulatların keyfiyyəti yoxlanılır, başqa sözlə desək, məmulatların keyfiyyət göstəricilərinin normativ-texniki sənədlərə uyğunluğu, o cümlədən məmulatların sortunun mal müşayət edən sənədlərə və məmulatın marka göstəricilərinə uyğunluğu yoxlanılır. Qeyd etmək lazımdır ki, hazırda qüvvədə olan normativ texniki sənədlərə görə adi şüşədə hazırlanan mətbəx və təsərrüfat qabları sortlara bölünür.

Büllur və odadavamlı qabar isə 1-ci və 2-ci sortlara bölünürlər. Şüşə məmulatlar keyfiyyətə qəbul zamanı 100% mal pariyası “görünən” və “eşidilən” sınıma əsasən yoxlanılır. Sınma aşkar edilən zaman sınma normasının hesablanması aparılır.

Qeyd etmək lazımdır ki, müəyyən olunmuş qaydalara əsasən bəzi şüşə məmulatlarının növləri mütləq sertifikatlaşdırmadan keçirilməlidirlər. Belə şüşə məmulatlara əsasən aşağıdakılar aid edilir:

- uşaqlar üçün olan şüşə qablar;
- böyüklər üçün olan naxışlanmış şüşə məmulatları
- rəngsiz istiliyədavamlı şüşədən olan təsərrüfat qabları;
- sitallardan hazırlanan təsərrüfat qabları;
- şüşədən konservləşdirmə üçün olan taralar və bankalar;
- şüşə butulkalar.

Şüşə məmulatlarında bir çox nöqsanlara rast gəlinir ki, bunların da yol verilən həddi keyfiyyətə qoyulan standart tələblərində ciddi şəkildə normalaşdırılır.

**Şüşə məmulatlarının nöqsanları.** Şüşə məmulatlarının keyfiyyəti onların termiki, mexaniki, optiki, estetik və sanitariya-gigiyenik xassələrinə mənfi təsir edən nöqsanların olmasından asılıdır. Şüşə məmulatlarının nöqsanları 3 qrupa bölünür:

- şüşə kütləsinin nöqsanları;
- istehsal nöqsanları
- emal nöqsanları

Nöqsanların xarakteristikası cədvəl 1.2-də verilmişdir.

Bu cür nöqsanın məmulatın keyfiyyətinə təsiri onun ölçüsündən, növündən, yerləşməsindən, həmçinin məmulatın ölçüsündən asılıdır. Məsələn şüşə kütəsinin nöqsanları məmulatın strukturunun bircinsliyini pozmaqla yanaşı eyni zamanda şüşənin möhkəmliyini və optiki xassələrini aşağı salır. Bu səbəbdən də bəzi nöqsanların ölçüsünə və miqdarına görə məhdud şəkildə buraxılmasına yol verilir, bəziləri isə ümumiyyətlə buraxılmır.

Məmulatların naxışlanmasına qoyulan əsas tələblər naxışlarda xətlərin dəqiqliyi, rəngli və tutqun səthlərin bərabərsəviyyəli olması, bütün naxışlama elementlərinin parlaq cilalanması aid edilir.

Şüşə məmulatlarında əmtəə görünüşünü pozmayan nöqsanların buraxılmasına yol verilə bilər: emal edilmiş (əridilmiş) qəlpələr, tək-tək rast gəlinən damar və nöqtələr, məmulatın səthində az hiss olunan cizgilər, qatlar, qırıqlar vəs.

Bu nöqsanlara vizual olaraq, daha çox hallarda isə lupa vasitəsilə nəzarət edilir. Nöqsanların qiymətləndirilməsi nəzarət nümunəsinə əsasən ekspertlər tərəfindən aparılır.

Şüşə məmulatlarında aşağıdakı nöqsanların buraxılmasına yol verilmir: qəlpələr; kənarların və tillərin iti (kəsici) olması; qopmuş şüşə hissəsinin olmasına; kənar qarışıqların olmasına və s.

Yoxlama zamanı kənar qarışıqların və qabarcıqların ölçüləri ölçü alətləri vasitəsilə yoxlanılır. Hər bir şüşə məmulatının təyinatına uyğun olaraq müəyyən edilmiş standartlarda malların qəbulu zamanı nəzarətin aparılması planı və ardıçılığı verilir. Keyfiyyətə qəbul zamanı nöqsanlı şüşə məmulatlarının miqdarı mal partiyasının 4%-ni aşmamalıdır.

Cədvəl 1.2

### Şüşə məmulatlarının nöqsanlarının növləri və xarakteristikası

Nöqsanların növü	Nöqsanların xarakteristikası
<b>1. Şüşə kütləsinin keyfiyyəti ilə şətlənən nöqsanlar</b>	
1.1.Rəngsizləşmənin tam aparılmaması	Xoşagəlməz rəng çalarları, şüşə kütləsinə rəngsizləşdiricilərin normadan çox və ya az miqdarda əlavə edilməsi zamanı və ya əridilmə prosesin pozulması nəticəsində yaranır,sarımtıl, yaşımtil rəng çalarları formasında aşkar edilir.
1.2. Qaz qarışıqları, qabarcıqlar	Bu nöqsanlar iri və xırda ölçülü, hava və ya qələvi tərkibli ola bilər. əsasən bişirilmə prosesində şəffaflaşmanın düzgün aparılmaması nəticəsində yaranır.
Dəst halında olan qabarcıqlar	Məmulatın istehsalı prosesində şüşə porsiyasının yığılması zamanı yaranır
Nöqtələr	Ölçüsü 1,0 mm aşmayan qabarcıqlardır
Bağlı qabarcıqlar	Məmulatın səthindən kənarlaşan və məmulatın divarının bütövlüyünü pozmayan qabarcıqlardır
Açıq qabarcıqlar	Məmulatın səthinə yaxınlaşan və divarlardan birinin bütövlüyünü pozan qabarcıqlardır
Qeyri-şəffaf qabarcıqlar	Qeyri-şəffaf kütlə ilə dolu olan qabarcıqlardır
1.3.Kənar, kristallik qarışıqlar	Bərk, qeyri-şəffaf, şüşədən fiziki-kimyəvi xassələrinə görə fərqlənən qarışıqlardır. Bu nöqsanlar xamallın dənəvər tərkibinin düzgün olmaması, şixtanın pis qarışdırılması, əridilmə zamanı istilik rejiminin pozulması nəticəsində yaranır.
Odadavamlı daşlar	Odadavamlı materiallardan şüşə kütləsinə düşən qarışıqlar
Şixta daşları	Şüşədə əriməyən kənar qarışıqlar



## Şüşə məmulatlarının nöqsanlarının növləri və xarakteristikası

Nöqsanların növü	Nöqsanların xarakteristikası
<b>2. İstehsal nöqsanları</b>	
2.1. Məmulatın kənarlarının, divarlarının, dibinin müxtəlif qalınlıqda olması	Şüşə kütləsinin məmulatın kənarları qalınlığı və dibi üzrə düzgün paylanmamasıdır. Məmulatın formaya salınması üsulunun düzgün seçilməməsi nəticəsində yaranır.
Natamam preslənmə	Presləmə zamanı şüşə kütləsinin az miqdarda götürülməsi səbəbindən yaranır. Bu zaman məmulatın müxtəlif hissələrində qabarmış hissələrə və nazik hissələrə rast gəlinir
2.2. Tikiş (pers) xətti nöqsanı	Məmulatın üzərinə yol verildəndən artıq formada dartılmış hissələrin xətt şəklində çıxmasıdır.
İti tikişlər	Hamarlanmamış birləşmə xətləridir
Tilişkəli tikişlər	İki hissənin bitişdiyi yerdə kütlənin toxunması nəticəsində yaranır
2.3.Qatlar	Şüşənin səthinə kobud şəkildə çıxan müxtəlif formalı qeyri-bərabərlikdir.
2.4.Qırıqlar	Şüşənin səthində zəif hiss olunan qeyri-bərabərlikdir
2.5.Dalğavarilik	Şüşə taraların səthində rast gəlinən və optiki kənarlaşma adlanan qeyri-bərabərlikdir
2.6. Döymə ayrılığı	Şüşənin səthində xırda dalğalar şəklində yaranan nöqsanlardır. Metalların döyülməsi zamanı yaranan izləri xatırladır. Məmulatın soyuq formalarda istehsalı zamanı yaranır.
2.7. Kənar cisim	Üfurmə borusundan məmulata keçən diametri 1mm-dən çox olmayan metal hissəcikləri
2.8. Kənarların yığılması	Məmulatın cizgili kənarlarının aydın olmaması, kənarların zədələnməsi

## Şüşə məmulatlarının nöqsanlarının növləri və xarakteristikası

Nöqsanların növü	Nöqsanların xarakteristikası
<b>3. Texniki emaldan yaranan nöqsanları</b>	
3.1. Məmulatın kənarlarının əriməsi	Məmulatın kənarları həddindən artıq əridildiyinə görə deformasiya edir
Kənarların iti qalması	Məmulatın kənarları az əridildiyinə görə yuvarlaqlaşmır və iti qalır
3.2. Qaralmalar, cızıqlar	Məmulatın səthində pardaqlama və cilalama texnologiyasının pozulması nəticəsində yaranır
3.3. Alətlərin zərbəsindən yaranan izlər	Məmulatın üzərində xırda cızıqlara bənzər çatlar yaranır. Əsasən naxışlama prosesində ehtiyatsızlıq üzündən yaranır.
3.4. Detalların qeyri-simmetrik yürləşməsi	Texnoloji emal prosesinin düzgün yerinə yetirilməməsi nəticəsində yaranır
3.5. Kənarların çəpliyi	Texnoloji emal prosesinin düzgün yerinə yetirilməməsi nəticəsində yaranır

<b>4. Naxışlanma nöqsanları</b>
4.1. Naxışların qeyri-simmetrikliyi
4.2. Naxışların yerdəyişməsi
4.3. Naxışların müəyyən olunmuş hədlərdə vurulmaması
4.5. Bitməmiş, aydın olmayan, təhrif edilmiş naxışlanma
4.6. Boyağın axaraq rəssamlıq naxışlarının kənarlarına çıxması
4.7. Naxışlanma zamanı Boyağın axması və yanması
4.8. Qızılı naxışların tutqun olması və silinməsi
4.9. Almaz və oyma naxışlanması zamanı tillərin əyilməsi

Məişət şüşə məmulatlarının markalanmasına və qablaşdırılmasına da xüsusi tələblər qoyulur. Bu amillərdən məlum olduğu kimi şüşə məmulatlarının keyfiyyətini qoruyub saxlaması əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Markalanma kağız etiketlərin üzərinə vurulmaqla, bilavasitə məmulatın üzərinə yapışdırılır və bu zaman silikat yapışqanlarından istifadə etməyə icazə verilmir. Etiketlər həmçinin istehlak və nəqliyyat taralarının üzərinə də yapışdırıla bilər, bundan başqa möhür vasitəsilə də vurula bilər.

Markalanma hər bir məmulat üçün aparılır. Dəst halında olan məmulatlarda ən azı bir məmulatın üzərinə vurulmalıdır. Kiçik və orta ölçülü presləmə məmulatlarında markalanmanın məmulatın istehsalı zamanı dib hissəsinə vurulmasına icazə verilir.

İçərisində şüşə məmulatları olan taraların üzərinə uyğun manipulyasiya işarələri – rumka, çətir şəkilləri, “EHTİYATLI OL, KÖVRƏKDİR” kimi xəbərdaredici yazılar vurulmalıdır.

Ümumi şəkildə şüşə məmulatlarının qablaşdırılmasına qoyulan tələblər ondan ibarətdir ki, qablaşdırma məmulatın istehlak xassələrini daşınma və saxlanma zamanı qoruyub saxlamalıdır.

Pərakəndə qablaşdırmalarda onun gözəlliyinə və reklam ifadəliliyinə də müəyyən tələblər qoyulur. Şüşə məmulatları işıqlı, quru, bağlı otaqlarda atmosfer təsirlərindən qorunmaqla saxlanılmalıdır. Optimal saxlanma şəraiti temperatura -  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , nisbi rütubəti  $60 \pm 5\%$  təşkil etməlidir.

Şüşə qabların uzun müddət saxlanması zamanı onlara bəzi qulluq qaydalarına əməl etmək lazımdır.

### **1.3. Şüşə məmulatlarının istehlak xassələrinin təsnifatı**

Şüşə malları məişətimizdə istehlakçılar tərəfindən geniş istifadə edilən mal qruplarından biridir. Ərzaq məhsullarının qəbulunda, emalında daşınmasında istifadə edilən şüşə məmulatlarının spesifik xüsusiyyətləri, xassələri onların yararlılığından asılı olaraq istehlak şəraitində aşkara çıxan və istehlakçıların daim artan tələbatını ödəmək qabiliyyətinə malik olan bu xassələr ümumilikdə istehlak xassələri hesab edilir. İstehlakçı tələbini ödəyən bu istehlak xassələr təbiətindən asılı olaraq fiziki-mexaniki, kimyəvi, fiziki-kimyəvi, termiki, optiki, bioloji və s. bu kimi xassələri özündə birləşdirməklə sadə və mürəkkəb xassələr altında mütəxəssislər tərəfindən öyrənilir. Şüşə mallarının bir sıra xassələri istehlakçıların tələblərini ödəmək qabiliyyətindən asılı olaraq qiymətləndirilir. Buna görə də bu xassələr müsbət və mənfi xassələrə ayrılaraq təhlil edilir və qruplaşdırılır.

Məişət şüşə məmulatlarının saysız-hesabsız onların yararlılığını təmin edən xassələri və bu xassələrin keyfiyyət və kəmiyyət göstəriciləri istehlak şəraitində, istismar zamanı hərtərəfli aydınlaşdırılır və təhlil edilir.

Şüşə məmulatlarının istehlak tələbini ödəyə bilən istehlak xassələrinin faktiki strukturunun – onların növlərinin müəyyən edilməsi üçün tək-cə şüşə məmulatının funksiyasını bilmək qənaətbəxş hesab edilmir, eyni zamanda onların dar məqsədli istismar şəraitinin spesifik xüsusiyyətlərini araşdırmaq, təhlil etmək vacibdir. Məişətdə geniş istifadə edilən şüşə məmulatları ərzaq məhsullarının qəbulu, emalı, daşınması və s. istifadə oluna bilər. Hər bir şüşə məmulatının istismarı zamanı meydana çıxan spesifik şərait və onu yaradan amillər onların istehlak xassələrinin ümumi quruluşuna əsaslı surətdə təsir edir və onu formalaşdırır. Müxtəlif istehlak mallarının, o cümlədən məişət şüşə məmulatlarının istifadəyə yararlılığını, eyni zamanda onların estetik xassələri, fasonu, forması, konstruksiyası və xarici görünüşü istehlak xassələrinin xüsusiyyətlərini müəyyən edir. Standart üzrə xassələrin qruplaşdırılması və sistemli şəkildə təsnifləşdirilməsi bu malların xüsusiyyətləri və onların əhatə edən mühitin, şəraitin nəzərə alınması böyük əhəmiyyətə malikdir. Bu səbəbdən də məişət şüşə materiallarının istehlak xassələrini şərti olaraq utilitar, etibarlılıq və estetik

xassələrə bölmək daha məqsədə uyğundur. Utilitar xassələr funksional və ergonomik xassələri özündə birləşdirir. Şüşə məmulatlarının uzunömürlülüyünü və ergonomik xassələri isə etibarlıq xassəsi altında qruplaşdırılır. Məişət şüşə məmulatlarının istehlak xassələri kifayət qədər mütəxəssislər tərəfindən araşdırılmış və təhlil edilmişdir.

Aparılan araşdırmalar göstərir ki, şüşə məmulatlarının utilitar xassələri bəzən mütəxəssislər tərəfindən istismar xassələri adlanır. Çünki utilitar xassələr şüşə məmulatlarının istismar şəraitində məruz qaldığı təsirləri xarakterizə etməyə imkan verir və şərait yaradır. Məişət şüşə məmulatlarının xassələrinin elmi təsnifatını verərkən, birinci növbədə onların məqsədli, dar təyinatlı, istismar şəraitində öz funksiyasını yerinə yetirməsi istifadə üçün rahat olması, ergonomik xüsusiyyətlərini, insanın antropometrik ölçülərinə uyğunluğu, təhlükəsizliyi, uzunömürlülüğü xüsusilə araşdırmaq vacibdir. Şüşə məmulatlarının istehlak xassələrinin təsnifləşdirilməsinə dair verilmiş qrafiki materiallardan görüldüyü kimi utilitar xassələri özündə birləşdirən şüşə məmulatlarının funksional xassələri ikinci təsnifat səviyyəsinə görə müqavimətlik və nüfuzetməyə qarşı davamlılıq xassələrinə, şüşə məmulatlarının ergonomik xassələri, üçüncü təsnifat səviyyəsinə görə zərərsizlik, təhlükəsizlik, gigiyenik və istifadə rahatlığı xassələrinə, şüşə məmulatlarının təhlükəsizlik xassələri, ikinci təsnifat səviyyəsinə görə bioloji, mexaniki, təhlükəsizlik və ekoloji xassələrə, şüşə məmulatlarının uzunömürlülük xassəsi isə ikinci təsnifat səviyyəsinə görə materialın dağılması (fiziki köhnəlmə) və materialın köhnəlməsi (mənəvi köhnəlmə) xassələrini özündə birləşdirir.

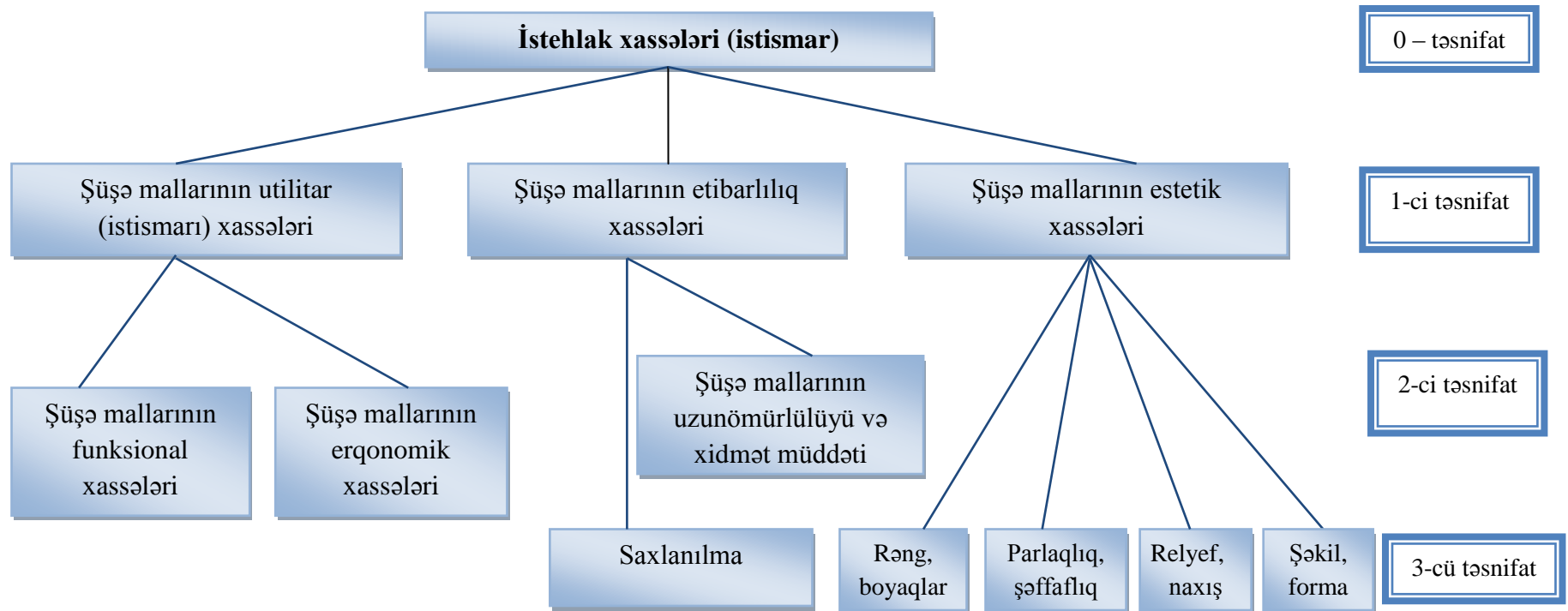
Yuxarıda qeyd olunan xassələrin hər biri şüşə məmulatlarının istismar şəraitindən və spesifik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq dar məqsədli təyinatına uyğun olaraq öz yarımqrupları daxilində müxtəlif təsnifləşdirmə səviyyəsi üzrə altıyarımqruplarına və göstəricilərə ayrılır. Şüşə məmulatlarının öz təyinatına uyğun olmasını onun yararlılıq səviyyəsini müəyyən edən xassələr kompleksi onların funksional xassəsi hesab edilir. Məişət şüşə məmulatlarının funksional xassəsinin qiymətləndirilməsi zamanı ən yaxşı göstəricisi hər bir məmulatın məqsədli, dar təyinatına uyğun olaraq istifadəyə yararlı olması və əhali tələbini tam ödəməsindən ibarətdir.

Şüşə məmulatlarının funksional xassələrinin quruluşu, birinci növbədə bilavasitə məqsədli təyinatı istehlak üçün olan şüşə məmulatları üçün (məsələn, şüşədən olan çay stəkanları və ya vazalar) müəyyən edilir ki, bu da onların spesifik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq müəyyən edilir.

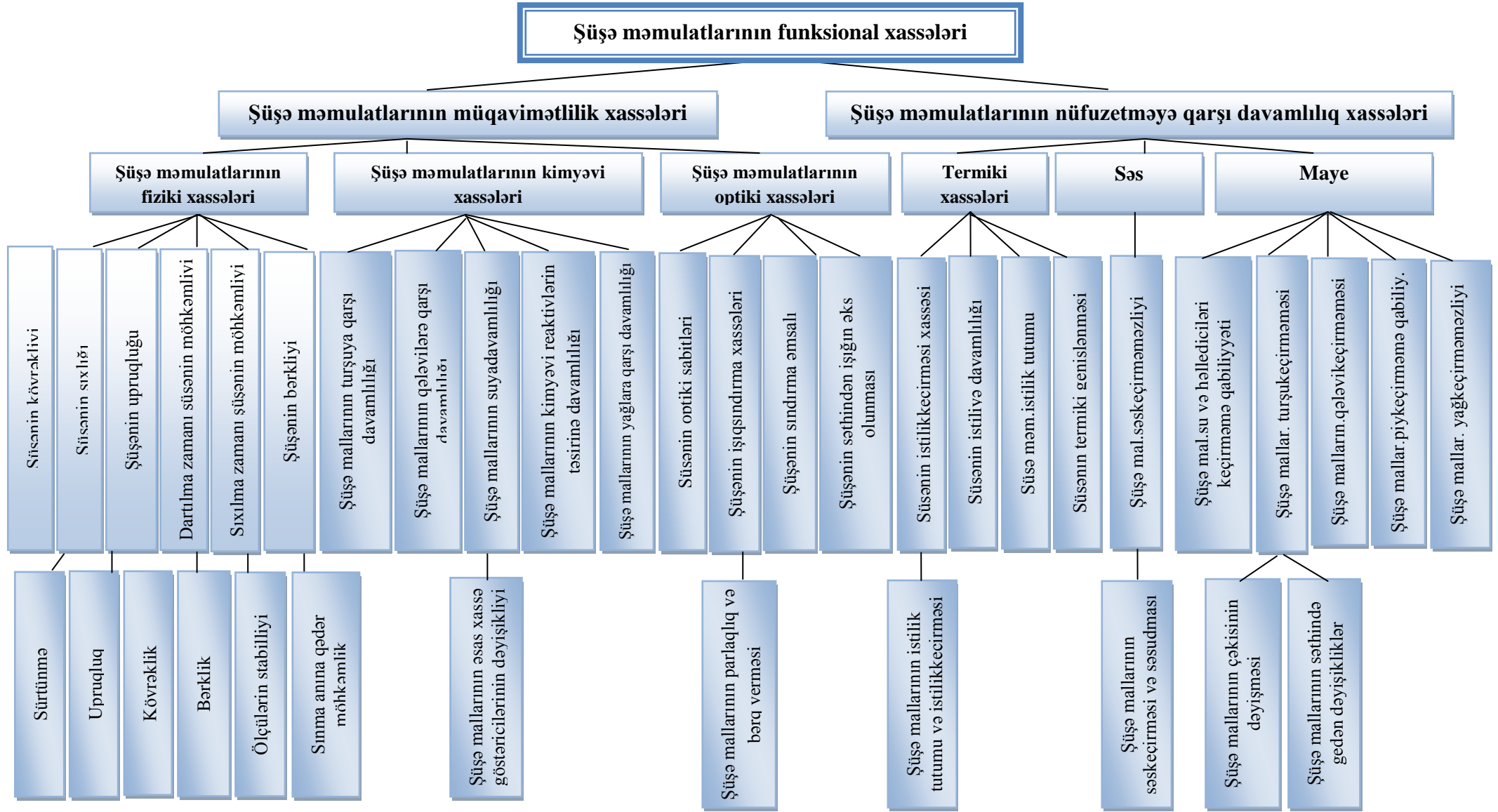
Məişət şüşə məmulatlarının funksional xassələri istismar zamanı kənar amillərin (turşu qələvi, yağ, duz məhlullarına qarşı davamlılığı, suya qarşı davamlılığı və s.) təsirinə qarşı, eyni zamanda istilik və möhkəmlik qabiliyyətini və s. bu kimi göstəriciləri birləşdirir. Bu səbəbdən məişətdə işlədilən şüşə mallarının spesifik xüsusiyyətləri, fərqli cəhətləri daha çoxdur və əsasən müəyyən edilmiş təyinat əlamətinə görə hansı şəraitdə şüşə məmulatının istismar edilməsi nəzərdə tutulmalıdır. Bütün bu yuxarıda qeyd edilən cəhətlər nəzərə alınmaqla aşağıdakı qrafiki materiallarda məişətdə və digər sənaye sahələrində istifadə edilən şüşə məmulatlarının istehlak xassələrinin qruplara bölünmüş sxemi əsasında təsnifatı öz əksini tapır. Təsnifat sxemindən görüldüyü kimi, şüşə mallarının təhlükəsizlik və uzunömürlülük göstəriciləri, funksional və ergonomik göstəricilər isə utilitar xassələr aid edilir.

Şüşə məmulatlarının forması, fasonu, rəngi, naxışlanması, parlaqlığı və s. xassələri isə materialın formasından və quruluşundan asılı olaraq estetik xassələr altında qruplara bölünməklə müxtəlif səviyyələr üzrə təsnifləşdirilir.

Şüşə mallarının təsnifləşdirilməsi istiqamətində aparılan təhlillər nəticəsində qeyd etmək olar ki, tərkibindən, xassələrindən, tətbiqindən asılı olaraq onların funksional xassələri təsnifləşdirilərkən estetik xassələrdən, suyu, istiliyi və s. keçirməmək qabiliyyətindən və müxtəlif təsirlərə qarşı müqavimət xassəsindən sonra sxemdə öz yerini tapır. Şüşə məmulatlarının müxtəlif təsirlərə qarşı müqavimət xassəsi özündə üç əsas xassə göstəricilərini, xüsusilə sürtünməni, deformasiyanı, köhnəlməni özündə birləşdirir. Sürtünmə xassəsi şüşə məmulatının kütləsinin və yaxud məmulatın səthinə salınmış naxışların pozulması və solması ilə qiymətləndirilir. Şüşə mallarının deformasiyası onların möhkəmliyini, elastikliyi, bərkliyini müəyyən qədər xarakterizə edir, amma onun istismar şəraitində fiziki köhnəlməsini tam əhatə etmir.



**Şəkil 1.5. Şüşə mallarının istehlak xassələrinin 3 əsas təsnifat səviyyəsinə görə qruplaşması**



**Şəkil 1.6. Şüşə mallarının funksional xassələrinin təsnifatı**

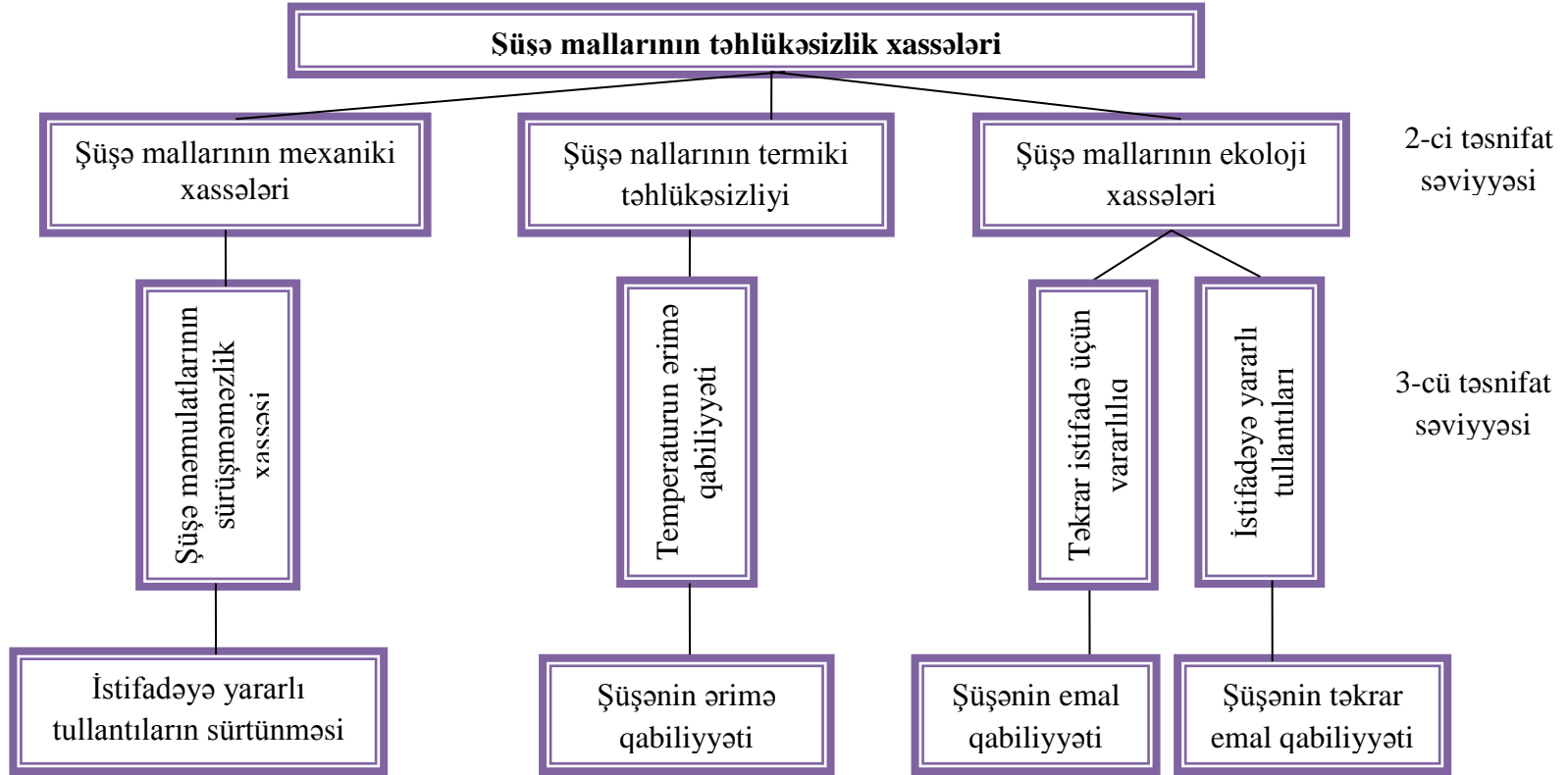
Şüşə məmulatlarının dağılması və köhnəlməsi zamanı onların əsas keyfiyyət göstəriciləri tədricən dəyişir və pisləşir. İstismar zamanı şüşə məmulatlarının keyfiyyət göstəriciləri mümkün ola bilən həddədən çıxmayana qədər məmulat yararlılıq qabiliyyətini itirmir. İstismar prosesində şüşə məmulatının köhnəlməsi və dağılması nəticəsində onların əsas göstəriciləri normadan artıq olursa, bu halda şüşə məmulatı öz istismar xassələrini itirir və çıxdaş hesab edilir.

Məişət şüşə məmulatlarının istismara yararlığından istehlak zamanı öz xassələrini uzun müddət qoruyub saxlamadan bəhs edərkən xidmət müddəti ilə uzunömürlülüüyü fərqli xüsusiyyətlərini qeyd etmək lazımdır. Şüşə məmulatlarının xidmət müddəti istismarda olan məmulatın istismarından fiziki köhnəlmə anına qədər olan günlərin sayı götürülür. Bu qrup malların uzunömürlülüüyü isə şüşə məmulatlarının fasiləsiz işləmə qabiliyyətinin son xidmət vaxtına qədər istismarını nəzərdə tutur. Ümumiyyətlə, uzunömürlülük göstəricisində şüşə məmulatın istifadə olunmadığı müddət günlərlə hesablanır.

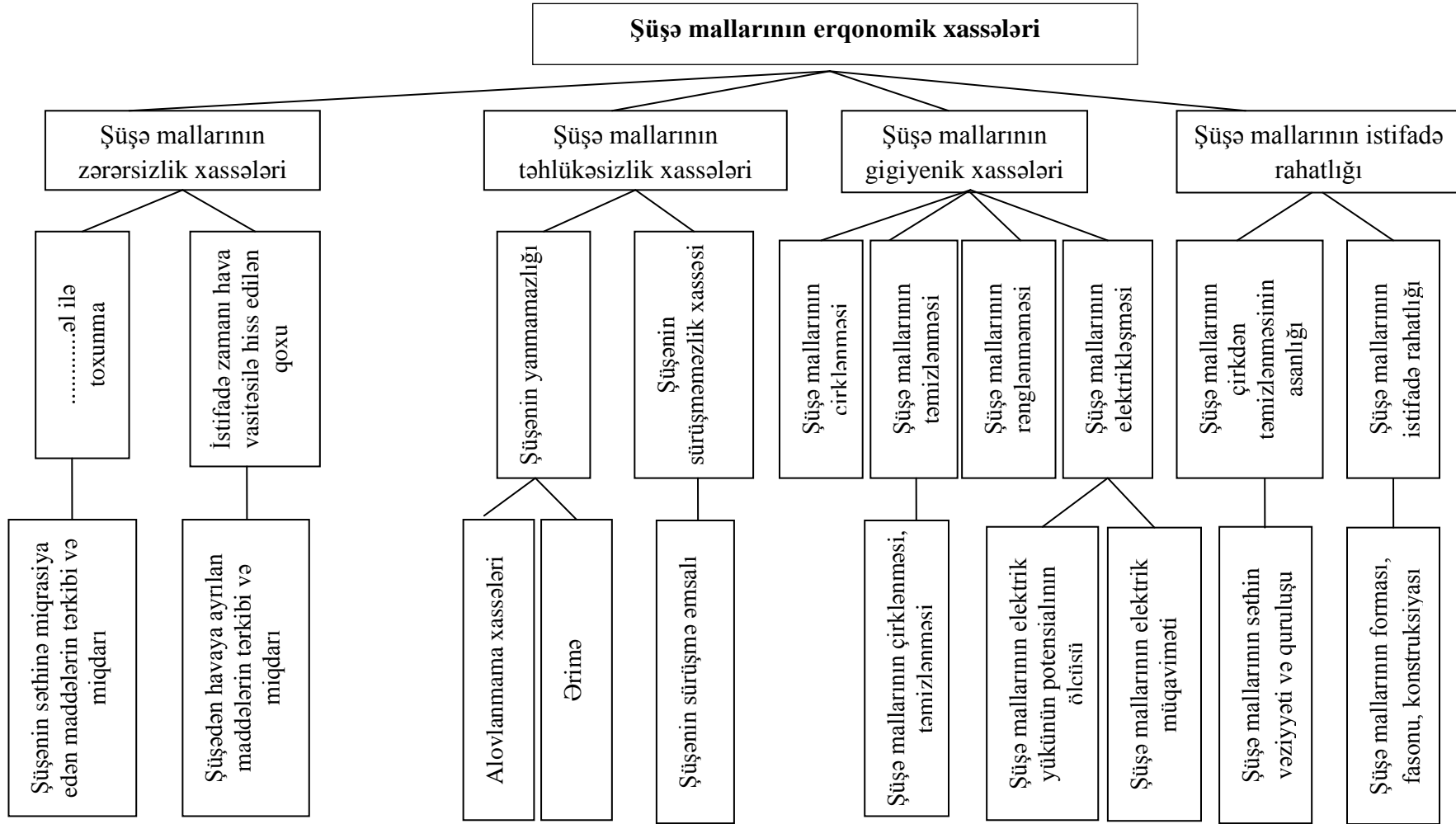
Ərzaq məhsulları ilə bilavasitə təmasda olan mətbəxdə istifadə edilən şüşə materiallarının kimyəvi davamlılığı xüsusilə də turşulara, suya, qələvilərə, yağlara, istilik təsirlərinə qarşı davamlılığı ilə xarakterizə olunur. Aqressiv mühitin və bunu xarakterizə edən maddələrin təsir dərəcəsinin qiymətləndirilməsi təcrübə üçün seçilmiş şüşə məmulatlarının xarici görünüşünün naxışının, bəzəyinin sabitliyinin dəyişməsi kimi qeyd edilir və müəyyənləşdirilir.

Məişət təyinatlı şüşə məmulatlarının istiliyi, səsi izolətmə xassəsi şüşənin istilik keçirmə xassəsi ilə şüşənin istiliyə davamlılığı ilə, şüşənin istiliktutumu ilə, şüşənin termiki genişlənməsi ilə, istiliksaxlama xassəsi ilə müəyyən edilir ki, bu da onun növündən, şüşə xammalının tərkibindən, məsamələrindən və onların struktur göstəricilərindən, materialın sıxlığından, qalınlığından, elastikliyiindən, naxışlanmanın xarakterindən və bir neçə başqa amillərdən asılı olaraq dəyişir. Bu xassələr standart göstəricilərlə xarakterizə olunur və müvafiq qaydada qiymətləndirilir.

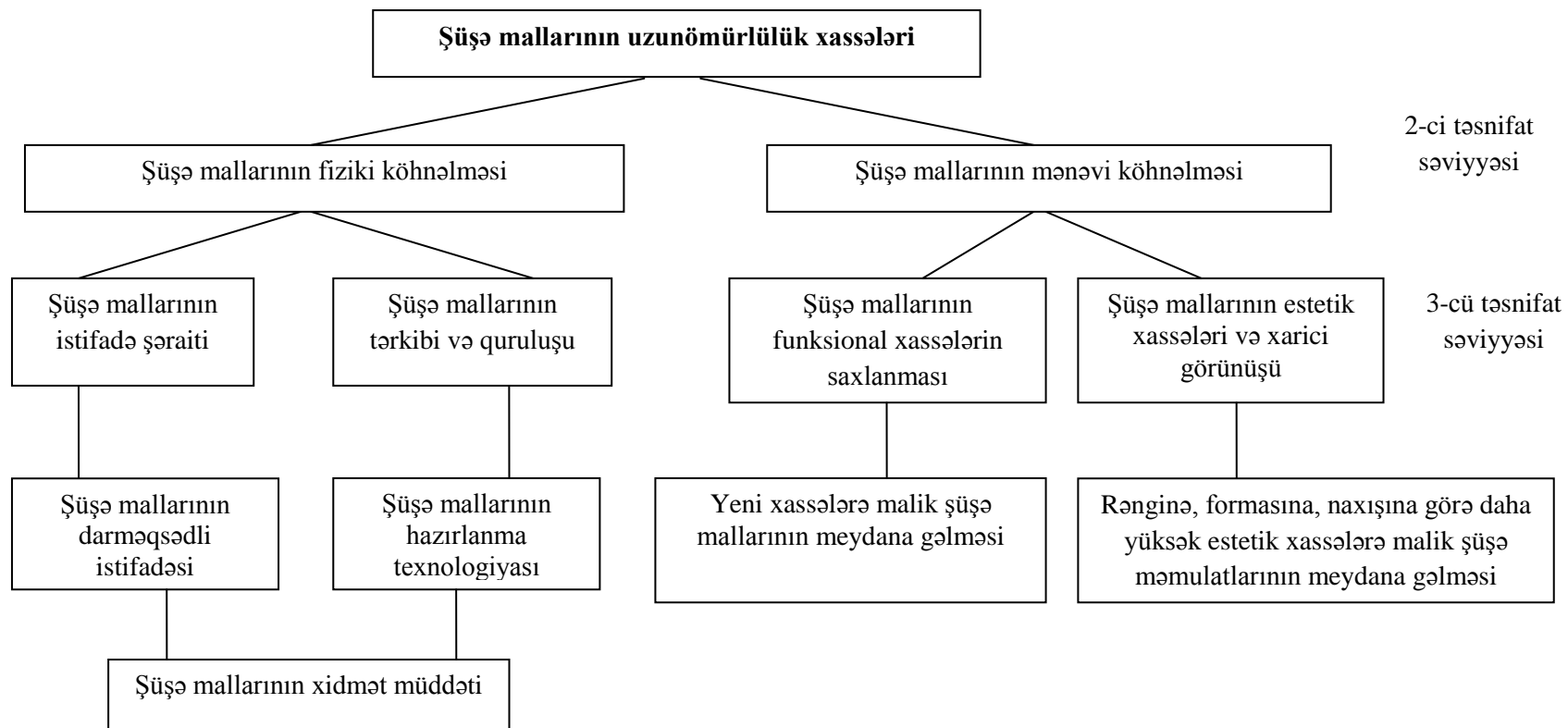




Şəkil 1.7. Şüşə mallarının təhlükəsizlik xassəsinin təsnifatı



**Şəkil 1.8. Şüşə mallarının ergonomik xassələrinin təsnifatı**



**Şəkil 1.9. Şüşə mallarının uzunömürlülük təsnifatı**

Məişət təyinətli şüşə məmulatlarının formasının, fasonunun konstruksiyasının insan orqanizminin xüsusiyyətinə uyğunluğunu xarakterizə edən antropometrik göstəricilərini müəyyən edən xassələri ergonomik xassə adlanır. Bu xassələr eyni zamanda şüşə məmulatlarının istismar zamanı gigiyenik və istifadə rahatlığını təmin edən xassələrini özündə birləşdirir ki, bu xassələr də əsasən istismar vaxtı özünü göstərir.

Aparılan araşdırmalar göstərir ki, şüşə mallarının xassələrinin «insan-məmulat-mühit» sistemində istehlakçıların normal həyat fəaliyyətinə, sağlamlığına, ekoloji təhlükəsizliyinə uyğun olmasının qiymətləndirilməsi gigiyeniklik xassələri vasitəsilə aparılır. Gigiyenik xassələr məişət şüşə məmulatlarının çirklənməsini, təmizlənməsini, onların həmçinin elektrik keçirməsini müəyyənləşdirir. Şüşə məmulatlarının çirklənməsi və çirkədən təmizlənməsi orqanoleptik üsulla yoxlanılır və bu məqsədlə əsasən ekspert qiymətləndirilməsi aparılır. Şüşə məmulatlarının elektrik keçirməsi isə laboratoriya şəraitində elektrometrik cihazlar vasitəsilə qiymətləndirilir.

İstismar zamanı şüşə məmulatlarının istifadə rahatlığı asan döşənməsi və çirkədən asanlıqla təmizlənməsi göstəricisi vasitəsilə təyin edilir. Şüşə məmulatlarının çirkədən təmizlənməsi dərəcəsi istismar şəraitindən asılıdır. Bu amillər şüşə məmulatlarının çirklənməyə qarşı davamlılığından, şüşə kütləsinin məsaməliliyindən, onun səthinin emal xüsusiyyətlərindən, relyefindən, naxışlanmasından asılıdır.

Məişət şüşə məmulatlarının təhlükəsizliyi istehlakçıların və ətraf mühitin istismar şəraitinin əsas xüsusiyyətləri ilə xarakterizə olunur və ekoloji, mexaniki, təhlükəsizlik xassələrini özündə birləşdirir.

## II FƏSİL. ŞÜŞƏ İSTEHSALINDA TƏTBİQ EDİLƏN XAMMALLARIN XARAKTERİSTİKASI

### 2.1. Əsas şüşə kütləsi yaradan xammalların növləri və xarakteristikası

Şüşə məmulatlarının keyfiyyəti ilk növbədə onların istehsalında tətbiq olunan xammalların növündən, tərkibindən və digər xüsusiyyətlərindən asılı olaraq formalaşır. Şüşə istehsalında tətbiq edilən xammallar əsas şüşəyaradan xamallara və köməkçi materiallara bölünür.

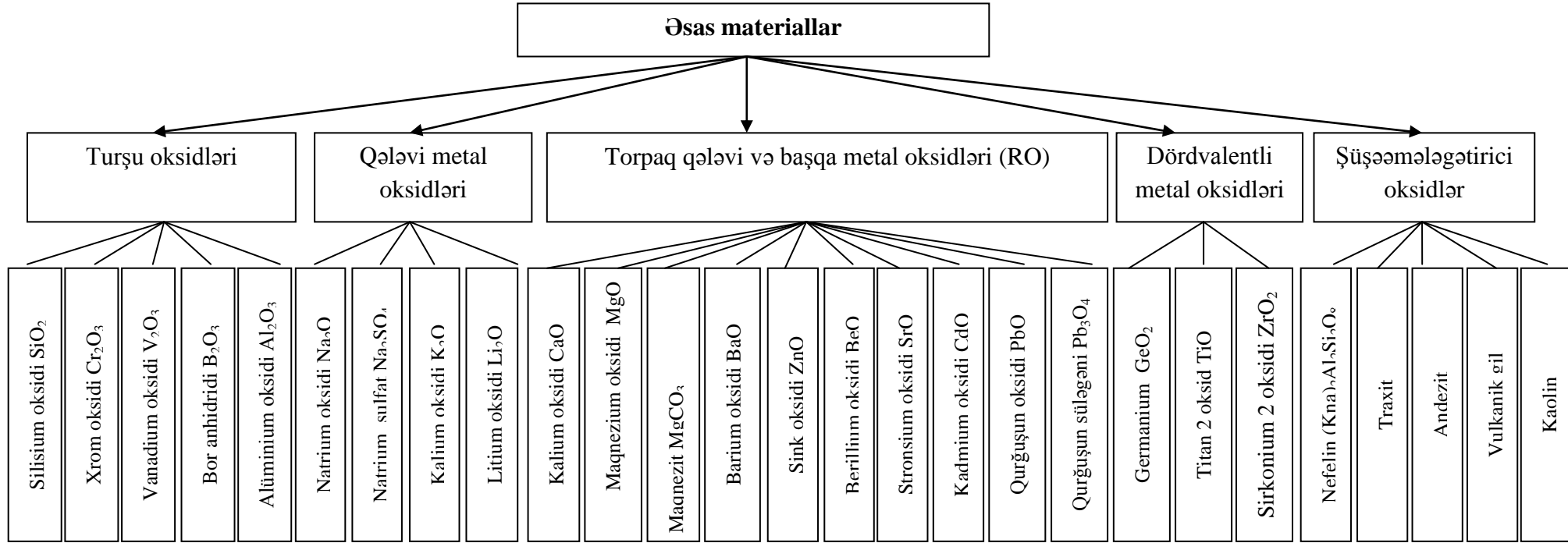
Əsas şüşəyaradan materiallara o maddələr aid edilir ki, onların vasitəsilə şüşənin tərkibinə turşu, qələvi və torpaqqələvi oksidləri daxil edilir ki, bu da lazımı fiziki və kimyəvi xassələrə malik olan şüşə məmulatlarının əldə edilməsini təmin edir.

Köməkçi materiallar yüksək keyfiyyətli şüşənin alınması üçün lazım olan şəraiti təmin edir: bişmə prosesini və şüşə kütləsinin şəffaflaşmasını təmin edir, hazır məmulatın müxtəlif rənglərə boyanmasına imkan yaradır. Bəzi hallarda isə eyni bir köməkçi material müxtəlif funksiyaları yerinə yetirə bilər.

**Əsas materiallar.** Şüşə istehsalında tətbiq olunan əsas materiallara bor turşusu, kaolin, çöl şpatı, kvars qumu, soda və natrium-sulfat, təbaşir, dolomit, qurğuşun süləgəci, sink okidi, potaş, alüminium, əhəng, kalsium, maqnezium, barium, nefelin, şüşə qırıntıları və s. birləşmələr aid edilir (cədvəl 2.1).

Kvars qumu şüşənin tərkibinə silisium daxil etmək üçün əsas xammal hesab edilir ki, şüşənin tərkibində onun miqdarı orta hesabla 60-75%-ə qədər təşkil edir. Silisium sənaye şüşəsinin vacib tərkib komponentidir. Şüşənin xassələri onun tərkibində olan silisiumun miqdarından asılıdır, məsələn, bu komponent kimyəvi davamlılığını artırır, kövrəkliyi aşağı salır. Silisium təbiətdə amorf və kristal formada rast gəlinir, ərimə temperaturu  $1713^{\circ}\text{C}$ , sıxlığı  $2,65 \text{ q/sm}^3$ -dir. Qum çöküntü mənşəli olub, çöl şpatı tərkibli dağ süxurlarının atmosfer reagentlərinin təsirləri hesabına dağılması səbəbindən yaranır.

**Şüşənin tərkib materialları**

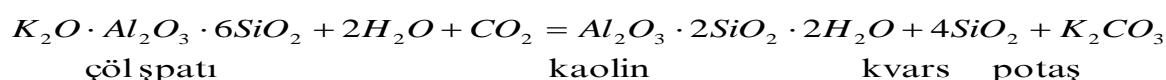


Kvarsın digər növ müxtəlifliklərinə də rast gəlinir. Ümumi çəkisi 2,65, şəffaf prizmatik kristallardan ibarət olan dağ bülluru; tünd qəhvəyi rəngə boyanmış topaz; manqan və dəmir oksidləri ilə mavi-qırmızı və yaxud çəhrayı rəngə boyanmış ametist və s. göstərmək olar. Kvarsın zərif kristallıq növ müxtəlifliyinə digər maddələrlə qarışığı olan yaşma, aqat və b. aiddir.

Silisium oksidinə həmçinin tridimit və kristobolit kimi minerallar şəklində də rast gəlinir.

Amorf növ müxtəlifliklərindən isə trepel, diatomit, opal məlumdur. Yer qabığında geniş yayılmış kvars dağ süxurları, çöl şpatı və s. müxtəlif təbii amillərin, əsasən suyun və onun tərkibində müəyyən miqdarda olan kömür anhidridinin, temperatur dəyişmələrinin təsiri nəticəsində tədricən kvars şəklində aşınmasından yaranır.

Məsələn, çöl şpatının dağılma prosesini aşağıdakı sxemlə vermək olar:



Həll olmayan aşınma məhsullarına kvars və kaolin aiddir. Kvars həm yarandığı yerdə qum kimi çökə bilər, həm də güclü su axını ilə bir yerdən başqa yerə aparıla bilər, bu zaman əvvəlcə böyük qum hissəcikləri, sonra isə daha kiçik hissəciklər çöküntü əmələ gətirir.

Şüşə istehsalında istifadə olunan kaolin, həm ağ, həm də dəmir oksidi qarışığı ilə boz rəngə boyanmış halda gilə əsas tərkib hissəsini təşkil edir. Potaş suda həll olaraq axır.

Kvars qumu şüşə məmulatlarının istehsalında əsas xammal olmaqla yanaşı həm də məmulatların keyfiyyətinin formalaşmasında mühüm rol oynayır. Keyfiyyətli şüşə əldə etmək üçün istifadə edilən kvars qumu lazımı tələblərə cavab verməlidir. Yüksək keyfiyyətli qumlarının tərkibində silisium oksidinin miqdarı 99% təşkil etməlidir. Tərkibində titan, dəmir, xrom kimi rəng yaradan oksidlərin qarışığı olmayan kvars qumları daha keyfiyyətli hesab olunur. Ən zərərli qarışıq dəmir oksidi hesab edilir. Dəmir oksidləri şüşəyə sarımtıl-yaşıl rəng verir, hansı ki, bu da hazır məmulatların işıq keçirməsini kəskin azaldır, eyni zamanda xarici görünüşü pisləşdirir.

Məişət şüşə məmulatlarının hazırlanması zamanı qumun tərkibində dəmir birləşmələrinin miqdarı 0,03%-dən, büllur məmulatların hazırlanmasında isə 0,012%-dən yüksək olmamalıdır. Bundan başqa kvars qumlarının tərkibində titan-iki oksidinin miqdarı (0,01-dən 0,2%-ə qədər) və xrom oksidinin miqdarı (0,05-dən 1%-ə qədər) ciddi şəkildə normalaşdırılır.

Ən çox məşhur olan kvars qumu yataqları bunlardır: Lyüberetski, Çasov-yarski, Novoselevski, Popasnyansk, Latninsk, Budsk, Toşlinsk, Nebolçinsk, Levsk və s.

Kvars qumlarının şüşə istehsalı üçün yararlılığını qiymətləndirən zaman onun dənəciklərinin bircinsli olması və narınlıq dərəcəsi çox mühüm əhəmiyyət kəsb edir. qum dənəcikləri ölçülərinə görə eyni olmalı, bişirilmə zamanı bərabər səviyyədə əriməlidir, hansı ki, bu da şüşə kütləsində "material daşları" (əriməyən iri qum dənəcikləri) adlanan nöqsanların yaranmasının qarşısını alır. Qumun tərkibində toza-bənzər, yəni ölçüsü 0,012mm-dən kiçik hissəciklərin olması isə məmulatlarda "nöqtələr" adlanan nöqsanın yaranmasına səbəb olur.

Alüminium oksidi qumun tərkibinə çöl şpatı, gil, sianit və b. şəkildə daxil olur, adətən onun miqdarı 0,03-10% arasında olur. Qumda çox miqdarda alüminium oksidinin olması adətən xeyli miqdarda dəmir oksidinin də olmasına səbəb olur: buna görə tərkibində alüminium oksidi qarışığı olan istənilən qumu şüşə bişirilməsində istifadə etmək olmaz. Yuxarıda qeyd olunduğu kimi dəmir birləşmələri FeO və Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ən zərərli qarışıq hesab olunur, hətta ən az miqdarda olduqda belə, onlar şüşədə sarıyaşıl rəngin yaranmasına səbəb olur. Adətən dəmir birləşmələrinə həm gil hissəciklərində, həm minerallarda həm qum dənəciklərinin üzərində dəmir-hidroksid təbəqəsi şəklində və onun daxilində birləşmələr şəklində rast gəlinir.

Kvars qumunun tərkibində aşağıdakı miqdarda dəmir oksidin olmasına icazə verilir (cədvəl 2.2).

Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, respublikamızın müxtəlif bölgələrində silisiumlu birləşmələrlə zəngin xammal yataqları vardır.

Aşağıdakı cədvəldə (cədvəl 2.3) əsas şüşə xammalı yataqlarının adları və təbii tərkib komponentləri verilmişdir.



**Şüşə məmulatlarının təyinatından asılı olaraq kvars qumunun tərkibində dəmir oksidinin normalaşdırılan miqdarı**

Şüşənin təyinatı	FeO və Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ün miqdarı (%-lə)
Büllur məmulatlar və optiki təyinatlı şüşələr	0,011
Pardaqlanmış şüşələr	0,06
Kimyəvi laboratoriya və tibbi şüşələr	0,19
İnşaat şüşələri	0,09
Məişət məmulatları	0,026
Yarım ağ tara şüşələri	0,28
Tünd rəngli müxtəlif təyinatlı şüşələr	normalaşdırılmır

**Azərbaycanda şüşə istehsalı üçün yararlı olan xammal yataqları**

Respublikada olan xammal yataqları	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
Hacıvəli	90,72-92,6	1,90-2,98	0,95-2,45	0,73-0,97	0,37-0,96
Həkməli	91,2-92,12	2,2-3,02	0,79-1,18	-	-
Sultanlı	83,16-92,81	0,08-4,4	0,83-2,07	0,99-4,87	0,13-1,09
Xırdalan	87,61-90,48	2,84-2,94	1,62-1,95	2,79-3,33	0,65-0,97
Daməli	79,0-90,8	4,18-16,82	0,98-6,72	0,0	1,57-2,1
Çardaxlı	75,56-81,04	0,0-15,88	0,0-5,11	0,0	1,67-9,8
Çovdarlı	75,5-97	0,0-16,11	0,0-1,38	0,0-0,48	0,0-9,8
Ağyoxuş	74,48-88,5	7,67-18,9	1,98-4,32	0,0-0,15	0,0

**Xrom oksidi Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**, həmçinin tamamilə zərərli qarışıq hesab olunur. Onun şüşəni yaşıl rənglə boyama intensivliyi dəmir oksidindən daha çoxdur. Optiki şüşələrdə xrom oksidinin miqdarı 0,001%-dən çox olmamalıdır.

**Vanadium oksidi V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** şüşəyə yaşılabənzer çalarlılıq verir, ona kvars qumunda çox az miqdarda rast gəlinir.

Titan ikioksidi qumun tərkibində az miqdarda (0,01-0,2%) filiz minerallarında, (ilmenit, rutil, titanit) olur. Tərkibində az miqdarda titan olan şüşə sarı rəngə boyanır. Sortlu şüşə qab istehsalı üçün olan kvars qumunun tərkibində 0,05%-dən, şüşə tara və pəncərə şüşəsi üçün isə 0,1%-dən çox TiO<sub>2</sub> olmamalıdır.

Qumun daşınması zamanı onun tərkibinə bitki qalığı, kömür hissəciyi və s. şəkildə daxil olan üzvi birləşmələr də həmçinin zərərli qarışıqlar hesab olunur. Onları qarışıqdan təmizləmək üçün qum yüksək temperaturda qurudulur, nəticədə üzvi birləşmələr yanaraq məhv olur.

Dağ süxurlarının dağılması zamanı yaranan kvars qumunun dənəcikləri 0,1-2 mm və daha böyük diametrə malik olur. Dənəciyin ölçüsünə görə qumun təsnifatı aşağıdakı kimidir (cədvəl 2.4):

Cədvəl 2.4

**Dənəciyin ölçüsünə görə qumların təsnifatı**

Fraksiyanın adı	Dənəciyin ölçüsü, (mm-lə)
Çınqıl	> 2
Qum:	
Çox böyük	1 - 2
Böyük	0,5 - 1
Orta	0,25 - 0,5
Kiçik	0,1 - 0,25
Çox kiçik	0,05 - 0,1
Lil	0,01 - 0,05
Toz	< 0,01

Bəzi qumların dənəcik tərkibi cədvəl 2.5-də verilmişdir.

Cədvəl 2.5

**Kvars qumunun dənəvər tərkibi**

Ələyin km <sup>2</sup> -də olan dəşiklərin sayı	Dənəciyin mm diametri	Qumun ələnməsi zamanı ələkdə qalan qalıq (%-lə)			
		Taşlinsk	Budsk	Popasnyansk	Lyuberetsk
36	> 1,02	-	-	0,07	0,02
64	1,02-0,75	0,05	0,02	0,07	0,03
100	0,75-0,6	1,17	0,42	0,1	0,03
121	0,6-0,54	0,95	0,65	0,1	0,05
144	0,54-0,49	3,1	3,68	0,2	0,25
256	0,49-0,85	8,57	2,057	0,6	2,23
900	0,385-0,2	74,25	64,79	2,8	64,33
2500	0,2-0,12	11,75	3,1	68,31	31,99
4900	0,12-0,088	0,15	3,65	26,6	0,39
6400	0,088-0,075	0,04	1,77	0,68	0,14
10.000	< 0,075	0,05	1,4	0,46	0,05

Zərrəciyinin ölçüsünə görə ən böyüyü taşlinsk, ən kiçiyi popasnyansk qurumudur. Dənəciyin forması kələ-kötür və dairəvi ola bilər.

Kvars qumunun mineral tərkibi tamamilə müxtəlif cinslidir. Buraya xeyli miqdarda müxtəlif minerallar daxildir. Bunlardan ən geniş yayılanı kvarsdır ki, onun qumda olan miqdarı bir sıra yataqlarda 99%-ə çatır.

Əgər kvars qumunun tərkibində əsas mineral – kvars nə qədər çox, rəngləyici maddələrlə zəngin olan minerallar nə qədər az olarsa, onun keyfiyyəti bir o qədər yüksək olar.

Qumda yüngül fraksiyalı kvardan başqa çöl şpatı  $KAlSi_3O_8$ ; (10%) kaolinit  $H_4Al_2Si_2O_9$ , qlaukonit və s. kimi minerallara da rast gəlinir.

Kvars qum dənəciklərinin səthi dəmir hidroksidindən başqa, həmçinin Mn, Ni, Cu, Zn metal birləşmələrindən ibarət olan təbəqə ilə də örtülmüş olur.

Qumun tərkibində həmçinin az miqdarda ağır fraksiyalı minerallar – maqnetit  $Fe_3O_4$ ; ilmenit  $FeTiO_3$ ; qematit  $Fe_2O_3$ ; limonit  $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$  və b. vardır. Bunlardan bəziləri (maqnetit, ilmenit) güclü maqnitli, başqaları (qematit və limonit) zəif maqnitli xassələrə malikdir. Ağır fraksiyalı mineralların tərkibində xeyli miqdarda şüşəni müxtəlif rəngə boyayan zərərli qarışıqlar vardır. Belə ki, dəmin oksidi – 15%-ə qədər, xrom oksidi 2%-ə qədər və b. rəngləyici oksidlər, həmçinin qeyri-filiz mineralları vardır ki, (tsirkon, kianit) bunlar daşın yaranmasına səbəb olur. Bu minerallara kiçik fraksiyalı qumda (0,025-0,1mm) rast gəlinir.

**Bor turşusu və boraks** – şüşənin tərkibinə bor anhidridini ( $B_2O_3$ ) daxil etmək üçün vacib xammal hesab olunur. Yüksək temperaturda bor turşusu bor anhidridi və su yaratmaqla parçalanır. Boraks isə temperaturun təsirindən parçalanaraq bor anhidridi və natrium-oksidi yaradır.

Şüşəyə daxil olan bor turşusunun tərkibində 56,45%  $B_2O_3$ ; 43,55% su vardır. Bor turşusunun yaradan bortərkibli minerallar bunlardır: pandermit  $Ca_2B_6O_{11} \cdot 3H_2O$ , kalmanit  $Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$ , bornatrikalsit  $CaNaB_5O_9 \cdot 6H_2O$  və borakalsit  $CaB_4O_7$ .

Xarici görünüşünə görə bor turşusu parlaq pulcuqlu və ya rəngsiz kiçik kristallardan ibarətdir. Bor turşusu suda həll olur, qızdırıldıqda isə tərkibində olan suyu itirərək bor anhidridinə çevrilir. Əsas maddənin ( $H_3BO_3$ ) miqdarı 1-ci sortda 99,5%-dən az olmamalıdır. Bəzi yataqlarda borat mədənlərində ən geniş yayılmış mineral aşaritdirki,  $2MgO \cdot B_2O_3 \cdot H_2O$  onun tərkibində 19,07-40,88%  $B_2O_3$ ; 3,51-4,46% MgO və 0,18-3,78%  $R_2O_3$  vardır.

Boraks ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ) 36,65% bor turşusundan, 16,2% natrium oksidlərindən, 47,15% sudan ibarətdir. Təbiətdə tinkal mineralı şəklində rast gəlinir; ərimə temperaturu - 747°C-dir. Suda asan həll olur. Şüşəbişirmədə susuz, yaxud kalsiləşdirilmiş boraksdan  $Na_2B_4O_7$  istifadə edilir. Boraks vasitəsilə şüşəyə bor anhidridindən başqa natrium oksid idə daxil edilir. Bor anhidridi 600°C-də əriyir, soyuduqda isə şəffaf şüşəyəbənzər kütləyə çevrilir. Bor anhidridi şüşə kütləsinin bişmə temperaturunu, özlülüyünü, termiki genişlənməsini aşağı salır, şüşənin termiki və kimyəvi davamlılığını, işəqsındırma əmsalını, möhkəmliyini yüksəldir. Bu xammal mexanikləşdirilmiş üsulla yüksəkkeyfiyyətli və xüsusi təyinatlı şüşələrin alınmasında tətbiq edilir.

Şüşə kütləsinin tərkibinə 1-1,5 % bor anhidridi əlavə etdikdə şüşəəridilməsi zamanı məhsuldarlıq 15-20% artır.

**Alüminium oksidi** – şüşə məmulatlarının vacib tərkib komponenti hesab edilir. Bu oksid suda həll olmur, turşu və qələvi konsentrasiyalarında həll olur. Alüminium oksidi amfoter oksidlərə aiddir. Təbiəialüminium oksidi hər şeydən çox alümoslikatlar – çöl şpatı və peqmatit gil və kaolin şəklində rast gəlinir. Alüminium oksidi həmçinin boksit, diaspora, kriolit, nefelin, vulkan külünün və s. əsas tərkib hissələrindən biridir.

Çöl şpatı şüşənin tərkibinə alüminium oksidini ( $Al_2O_3$ ) daxil etmək üçün istifadə edilən ilkin xammal hesab olunur. Bu məqsədlə həm də kaolin ( $Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot x2H_2O$ ) istifadə olunur ki, bu da peqmatit, çöl şpatı, sienit, obsidian, təmiz alümoslikat və digər maddələrin parçalanmasından yaranır.

Nefelin sienitləri - həddindən artıq çox qiymətli xammal hesab edilir, belə ki, onun tərkibində 20%- qədər qələvi vardır ki, bu da soda və potaş kimi daha qiymətli materiallara qənaət etməyə imkan verir.

Alüminium oksidinin  $3,85q/sm^3$  sıxlığa, 2050°C ərimə temperaturuna malikdir. Alüminium şüşənin termiki davamlılığının artması ilə şərtlənən genişlənmə əmsalını aşağı salır, şüşənin kimyəvi davamlılığını artırır, mexaniki möhkəmliyini yaxşılaşdırır və bərkliyini artırır, 3%-ə qədər miqdarda olduqda isə şüşənin bircinsliyini yaxşılaşdırır, kristallaşma meylini azaldır. Natrium-kalsium şüşəsində  $SiO_2$  -ni az miqdarda,  $Na_2O$  və ya  $CaO$ -u əvəz edən zaman işə əhəmiyyətli dərəcədə şüşənin

özülülüyünü artırır.  $Al_2O_3$  sənaye şüşəsinin tərkibinə – təbəqə, şüşə tara və sortlu şüşələrdə 2-3% miqdarda, həmçinin bor anhidridi ilə birlikdə termometrik şüşənin, odadavamlı və kimyəvi qabların tərkibinə daxil edilir.

**Qələvi metal oksidləri ( $R_2O$ )** – əksəriyyət şüşə məmulatlarının istehsalında əsas tərkib hissələrindən hesab olunur.

**Natrium oksidi** şüşənin əsas tərkib komponentlərindən hesab olunur. Natrium oksidini şixtanın tərkibinə daxil etmək üçün sulfat və sodadan istifadə edilir.

**Natrium sulfatın** iki növü vardır: təbii və süni. Süni sulfat kimya sənayesində duz turşularının istehsalı zamanı alınır.

Təbii sulfat ağ rəngdə olmalıdır, 1-ci sortun tərkibi (quru maddədə) aşağıdakı kimi olmalıdır:  $Na_2SO_4$  96,5%-dən az olmayaraq,  $Fe_2O_3$  0,01%-dən çox olmayaraq,  $NaCl$  1%-dən çox olmayaraq, kükürlü kalsium 0,8%-dən çox olmayaraq, rütubət 3%-dən artıq olmamaqla, suda həll olmayan qalıqlar 1,5%-dən çox olmamaqla.

Keçmiş İttifaq ərzazisində ən böyük sulfat yataqları Xəzəryanı və Aralyanı rayonlarda, Kulundinsk çölündə (Küçük gölü) yerləşir. Nisbətən az zəngin tədqiq olunmuş yataqlar sırası Qərbi Sibirdə Kazaxıstanda, Gürcüstanda və s. yerləşir.

**Mirabilit** (ağ rəngli) şəffaf, rəngsiz, hərdən iri monoklinik sistem kristalları şəklində fərqlənir. Tərkibində 19,2%  $Na_2O$ ; 24,8%  $SO_3$ ; 56%  $H_2O$  olan mirabilit tərkibində suyun miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə çox olduğundan şüşə zavodlarında demək olar ki, tətbiq olunmur.

**Susuz sulfat**  $Na_2SO_4$  mirabilitdən alınır. Tərkibi 43,7%  $Na_2O$  və 56,3%  $SO_3$ -dən ibarətdir. 100 çəki hissə susuz sulfatdan şüşəyə 43,7 çəki hissə keçir. Susuz sulfat parçalanmadan  $884^{\circ}C$ -də əriyir və  $1200-1220^{\circ}C$ - isə parçalanır.

**Tenarit**  $Na_2SO_4$  rəngsiz və yaxud boz rəngə boyanmış kristallardan ibarətdir (xüsusi çəkisi 2,68). Onun tərkibində adətən xörək duzu (5-7%) sulfatlı kalsium (14%) və maqnezium (5%) olur. Tenarit yataqları Orta Asiya gölü sırasında yerləşir.

**Astraxonit**  $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$  rəngsiz yaxud sarımtıl-qırmızı rəngə boyanmış mineraldır. Tərkibində  $MgSO_4$  (34%-ə yaxın);  $NaCl$  (8%-ə qədər) və  $CaSO_4$  (4%-ə qədər) vardır.

$\text{Na}_2\text{SO}_4$ -ün parçalanması üçün şıxtaya reduksiyaedici (kömür) köks şəklində, antrasit, doğranmış, xırdalanmış ağac kömürü, həmçinin ağac ovuntusu əlavə edilir. Nəzəriyyəcə natrium sulfatın reduksiyası üçün 4,22% karbon tələb olunur, praktiki olaraq isə 6,5% və daha çox daxil edilir.

**Soda** – həmçinin şüşənin tərkibinə natrium oksidini daxil etmək məqsədilə istifadə olunur. Bu xammal kalsiumlu sodanın susuzlaşdırılması yolu ilə alınır.  $855^\circ\text{C}$  temperaturda əriyir. Sodanın çatışmayan cəhəti tərkibində çoxlu miqdarda natrium xlor və sulfat, dəmir oksidi kimi zərərli qarışıqların olmasıdır.

Şüşə məmulatlarının istehsalında kristallik soda demək olar ki, istifadə olunmur, belə ki, onun tərkibində çoxlu miqdarda su var ki, bunun da buxarlanması üçün yüksək miqdarda istilik tələb olunur. Şüşə istehsalı üçün kalsium sodasından istifadə edilməsi daha perspektivli hesab edilir. Bu soda hiqroskopikdir, ona görə də rütubətdən qorunmalıdır.

**Susuz kalsium sodası** – ağ toza bənzər olub, suda həll olur, tərkibi 58,5%  $\text{Na}_2\text{O}$  və 41,5%  $\text{CO}_2$  – ibarətdir. Şüşəyə 1 çəki his.  $\text{Na}_2\text{O}$  daxil etmək üçün 1,708 his.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  götürmək lazımdır. Sulfatı soda ilə əvəz etmək üçün 2,28 çəki his. Sulfatın yerinə 1,708 çəki h. soda və yaxud 1 ç.h. sulfatın yerinə 0,75ç.h. qədər soda götürmək lazımdır.

Şüşəbişirmədə təbii soda ilə yanaşı, süni sodadan da istifadə edirlər.

Aşağıda şüşəbişirmədə soda və sulfatdan istifadənin müqayisəli göstəriciləri verilmişdir.

1) Sulfatlı şıxtanın bişirilməsi zamanı reduksiyaedici kimi karbondan istifadə etmək vacibdir. Bu səbəbdən karbonun dəqiq olmayan dozası artıq olduqda sarı-boz rəngin yaradılmasına səbəb olur, az olduqca isə qələvi yaratmaqla peçlərin odada-vamlılığını pozur. Sodalı şıxtanın bişirilməsi əhəmiyyətli dərəcədə sadədir. Sodalı şıxtanın ən yüksək şəffaflaşmasına nail olmaq üçün 100 hissə qumma 2-3 hissə sulfat əlavə etmək məsləhət görülür.

2) Sodadan şüşəyə 58,5%  $\text{Na}_2\text{O}$ , sulfatdan isə cəmi 43,7%  $\text{Na}_2\text{O}$  daxil edilir. Başqa sözlə şüşəyə eyni miqdarda  $\text{Na}_2\text{O}$  daxil etmək üçün götürülən sulfat sodadan

34% çox olmalıdır, yaxud da soda sulfatdan 25% az olmalıdır. Sulfatdan istifadə zamanı xırdalanma, ələnmə və qorunma, eyni zamanda daşınma ilə bağlı olan istismar xərcləri artır.

3) Silisium oksidlə sulfat arasında reaksiya çox yüksək temperaturda və olduqca ləng baş verir və bu da çoxlu yanacaq itkisinə səbəb olur. Ona görə də şüşəbişirilən peçlərin odadavamlılığı intensiv olaraq pozulur və onların həm istismar müddəti həm də məhsuldarlığı azalır.

**Kalium oksidini** şüşənin tərkibinə daxil etmək üçün əsasən potaşdan istifadə olunur. Potaş kristallik və kalsiumlaşdırılmış olur. Şüşə istehsalında əsasən kalsiumlaşdırılmış potaşdan istifadə olunur ki, onun da ərimə temperaturu 881°C-dir. Keçmiş ittifaq ərazisində Kubanda, Şimali Qafqazda və Aşağı Volqaboyunda daha çox istehsal olunurdu.

Kalium oksidi məmulatlara parlaqlıq, şəffaflyq verir, kristallaşma qabiliyyətini azaldır. Potaş əsasən yüksəkkeyfiyyətli qabların, rəngli məmulatların, optiki şüşələrin istehsalında istifadə olunur.

Potaş aşağıdakılardan alınır: tərkibində xlorlu kalium olan mineraldan (Leblan üsulu ilə).

İkiqat karbon turşusunun kalium və maqnezium duzlarından  $KHCO_3 \cdot MgCO_3$ .

Bitki külündən – günəbaxan, şəkər qamışı və s.-dən qələviləşdirmə yolu ilə alınır.

Leblan üsulu ilə alınmış potaşın tərkibində (%-lə)  $K_2CO_3$ -92-98;  $Na_2CO_3$ -0,5-2,5;  $KCl$ -0,5-2,5 və  $K_2SO_4$ -0,5-3 vardır.

Ən təmiz potaş ( $K_2CO_3$ -99,4%;  $Na_2CO_3$ -0,05%;  $KCl$ -0,06% və  $K_2SO_4$ -0,02%) karbon turşusunun ikiqat kalsium və maqnezium duzlarından alınır.

Bitki külündən alınan potaş texniki şərtlərlə 1-ci sort üçün  $K_2CO_3$ -96%-dən az olmayaraq,  $KCl + K_2SO_4$ -3,5%-n çox olmayaraq, həll olmayan qalıq 0,3%-dən çox olmayaraq, rütubət 3%-dən çox olmamaqla tərkibdə olmalıdır.

Susuz potaş çox hiqroskopikdir, buna görə də istifadədən əvvəl suyun və  $K_2CO_3$ -n miqdarını yoxlamaq vacibdir.

Tərkibində potaş olan şüşə, soda olan şüşədən daha çox özülü olur. Ərimənin yaxşılaşması və özlülüyün azalması üçün adətən soda və potaşı birlikdə tətbiq edirlər. Kalium oksidi kristallaşma meylini azaldır, rəng çalarını yaxşılaşdırır. Potaş əsasən yüksək keyfiyyətli sortlu qablar, büllur məlumatlar, rəngli, optik və texniki şüşə istehsalında tətbiq edilir.

**Litium oksidi, rubidium və sezium oksidləri.** Litiumlu minerallar şüşə istehsalında az istifadə olunur. Lepidolit  $\text{LiFKFAl}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$  asan əriyən olduğu üçün alüminium materialını şüşə tərkibinə daxil etmək üçün də işlədilir. Litium birləşmələrinə nisbətən şüşə istehsalında daha az istifadə edilir.

## 2.2. Şüşənin tərkibinə qələvi oksidlərini daxil etmək üçün istifadə edilən xammallar

Bu qrup oksidlərdən şüşə istehsalında əsasən CaO və MgO istifadə olunur. Kalsium oksidi şüşənin tərkibinə əhəng, təbaşir, az hallarda mərmər vasitəsilə daxil edilir.

**Əhəng daşı** ağ rəngli və yaxud tərkibindəki dəmir oksidinin miqdarından asılı olaraq sarı, qırmızımtıl rənglərdə rast gəlinə bilən dağ süxurudur. Müxtəlif tərkibdə olur. Şüşə bişirilməsində istifadə olunan əhəngin tərkibində 53% kalsium oksidi, 0,2% çox olmamaqla dəmir-oksidi olmalıdır. Tərkibində xeyli miqdarda karbonlu maqnezium duzu olan əhəng dolomit adlanır.

**Təbaşir** ağ rəngli olmaqla karbonatlı kaliumun xırda amorf hissəciklərindən ibarətdir. A markalı əla sortlu təbaşirin tərkibində kalsium karbonat – 98%-dən az olmamalı, dəmir oksidi isə – 0,2%-dən artıq olmamalıdır.

**Mərmər** – dağ mənşəlidir, tərkibində 99-99,5%-ə qədər  $\text{CaCO}_3$  vardır. Mərmər əhəng və təbaşirdən tərkibində əsas maddənin  $\text{CaCO}_3$ -in çox olması ilə fərqlənir, kimyəvi tərkibi daimidir, dəmir oksidinin miqdarı 0,015%-ə qədərdir. Təbaşir və



əhəng yataqları əsasən Kursk, Leninqrad və Moskva vilayətlərində, Ukraynada, Qafqazda, Uralda və Sibirdə yerləşir.

Əhəng və təbaşir sortlu qablar istehsalında istifadə olunduqda tərkibində  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ün miqdarı 0,03%, cilalanmış şüşələr üçün 0,1% pəncərə şüşəsi üçün isə 0,2% olmalıdır.

**Barium karbonat  $\text{BaCO}_3$**  – (molekul çəkisi 197,37, xüsusi çəkisi 4,4). Onun vasitəsilə şüşəyə 77,7%  $\text{BaO}$  keçir, 22,3%  $\text{CO}_2$ -di isə tərkibdən ayrılır. Təbiətdə viterit şəklində rast gəlinir, güclü yataqları Türkmənistan və Altayda yerləşir.

Süni yolla  $\text{BaCO}_3$  sulfatlı duzların karbon vasitəsilə reduksiya edilməsi, sonra sulfatlı bariumun duz turşusunda həll olması və barium xlorun soda ilə emal olunması vasitəsilə alınır.

**Sulfatlı barium  $\text{BaSO}_4$**  – (molekul çəkisi 233,43, xüsusi çəkisi 4,3-4,6). Şüşənin tərkibinə 65,6%  $\text{BaO}$  daxil edə bilər. Şüşə istehsalında məhdud şəkildə tətbiq edilir, çünki reduksiyaedici çətin parçalanır.

**Azotlu barium  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$**  (molekul çəkisi 261,38, xüsusi çəkisi 3,2). Şüşəyə 58,6%  $\text{BaO}$  daxil edə bilər. Optiki şüşə istehsalında tətbiq edilir.

Az miqdarda (0,5%)  $\text{BaO}$  bişməni sürətləndirir, çox miqdarda şəffaflaşmanı çətinləşdirir.  $\text{Na}_2\text{O}$ -u  $\text{BaO}$ -lə əvəz etdikdə şüşənin kimyəvi davamlılığı 4% artır.

Bariumlu şüşə yüksək parıltıya, daha yüksək işıqkeçirmə əmsalına və yüksək xüsusi çəkiyə malik olur. Hansı ki, bu göstəricilər əhəngli şüşəninkindən yuxarı, qurğuşunlu şüşəninkindən aşağıdır.

$\text{BaO}$  optiki və xüsusi şüşələrin, həmçinin yüksək sortlu və xüsusilə press qabların istehsalına sərf olunur. Bariumlu birləşmələr həmçinin tara və pəncərə şüşələrinin tərkibinə bişməni sürətləndirici kimi 0,5% daxil edilir.

Şüşə istehsalında D.N.Mendeleyev dövrü sisteminin II qrup elementlərindən sink, berillium, stronsium və kadmium da tətbiq edilir.

**Sink oksidi  $\text{ZnO}$**  (m.r. 81,38; x.r-5,6), şixtanın tərkibinə sink oksidi və sink ağardıcısı vasitəsilə daxil edilir. Sink oksidi şüşənin termiki genişlənmə əmsalını

azaldır, buna görə də bu şüşələr kəskin temperatur dəyişmələrinə tamamilə davamlı olur, kimyəvi davamlılıq yüksəlir və şüalandırma əmsalı artır.

Süd rəngli şüşə istehsalında sink oksidi fluoristli birləşmələrlə birlikdə tətbiq edilir ki, bu da ağılığı və parlaqlığı artırır. Sink oksidi optiki, termiki davamlı, laboratoriya və süd rəngli şüşə istehsalında tərkibə qatılır.

**Kadmium oksidi CdO** (molekul çəkisi 128,41). CdO az miqdarda şixtanın tərkibinə daxil etdikdə sink oksidə nisbətən bismeni daha çox asanlaşdırır.

Tərkibində CdO olan şüşə sink şüşələrindən xeyli baha olduğundan onu nadir hallarda tətbiq edirlər.

**Berillium oksidi BeO** (molekul çəkisi 25,01). Daha çox beril mineralı  $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  şəklində rast gəlinir. Berillium oksidi termiki genişlənmə, əmsalını əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilir, kimyəvi və termiki davamlılığını artırır, ultrabənövşəyi şüalar üçün şəffaflığı artırır, həmçinin şüşənin sındırma əmsalını və bərkliyini artırır. Buna görə də onu müxtəlif işıq texnikası, rentgen və xüsusi təyinatlı şüşələrin hazırlanmasında tətbiq edirlər. BeO həmçinin tərkibində 36,25% BeO olan karbonatlı birləşmə şəklində də istifadə olunur.

**Stronsium oksidi SrO** (molekul çəkisi 103,63). Şixtaya stronsianid mineralı  $\text{Sr} \cdot \text{SrO}$  (70,2% SrO) və ya selestin  $\text{SrSO}_4$  (56,42% SrO) şəklində daxil edilir. SrO şüşə şirə və emal istehsalında məhdud şəklində tətbiq olunur.

**Qurğuşun oksidi PbO**. Şüşənin tərkibinə daxil etmək üçün qurğuşun süləğənindən və qurğuşun 2 oksidindən istifadə edilir.

**Qurğuşun süləğəni Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>** (molekul çəkisi 685,63, xüsusi çəkisi 9-9,2). Şüşəyə 97,7% PbO-u daxil edir. Qurğuşun 2 oksidi peçdə 360-380°C temperaturda oksidləşdirilməsindən alınır.

Qurğuşunlu şüşələrdə tərkibə qurğuşun süləğəninə daxil edilməsi daha yaxşıdır, belə ki, onun tərkibində metal qurğuşun qarışığı az olur, surikin parçalanması zamanı oksigen ayrılır ki, bu da şüşə kütləsinin şəffaflığına səbəb olur. Qurğuşunlu şüşələrdə şüşə əmələgəlmə reaksiyası natrium-kalium şüşələrinə nisbətən daha aşağı temperaturda baş verir, həmçinin şəffaflaşma da asan yaranır.

Qurğuşunlu şüşə natrium-kalium şüşələrinə nisbətən asan cilalanır. Sındırma göstəricisi çox yüksəkdir, çəkisi ağırdır. Lakin onlar turşuların və atmosferin təsirinə qarşı kifayət qədər davamlı deyillər. Tərkibində başqa komponentlərin hesabına PbO-nin miqdarının artması şüşənin özlülüyünü aşağı salır, xüsusilə yüksək temperaturda. PbO-i əsasən optiki şüşələrin, bülur qabların istehsalı, süni, qiymətli daş və emal üçün tətbiq edilir.

**Dördvalentli metal oksidləri.** Buraya germanium, titan, sirkonium və torium oksidləri aiddir.

**Germanium oksidi  $\text{GeO}_2$**  - şüşənin sındırma əmsalını əhəmiyyətli dərəcədə artırır və bu məqsədlə tətbiq edilir.

**Titan 2 oksid  $\text{TiO}_2$**  - tərkibində  $\text{TiO}_2$  olan şüşələr yüksək işıq sındırma əmsalına malikdirlər. Buna görə də belə şüşələrdən optik detallar hazırlayırlar.

$\text{SiO}_2$ -nin  $\text{TiO}_2$ -i ilə əvəz olunması zamanı şüşənin suya və turşuya qarşı kimyəvi davamlılığı xüsusilə artır. Titan oksidli şüşələr ultrabənövşəyi şüaları daha yüksək dərəcədə əks etdirmək qabiliyyətinə malikdir. Ona görə də belə şüşələr qoruyucu şüşələr kimi tətbiq edilə bilər.

**Sirkonium 2 oksidi  $\text{ZrO}_2$**  - şüşənin (bütün əsas oksidlər nisbətən) kimyəvi davamlılığını artırır, termiki genişlənmə əmsalını daha çox azaldır, buna görə də termiki və kimyəvi davamlı şüşələrin istehsalında tətbiq edilir. Kalsium oksidini  $\text{ZrO}_2$  ilə əvəz etdikdə şüşənin mexaniki xassələri yaxşılaşır, dağılmağa və sıxılmağa qarşı müqaviməti tədricən artır, kövrəkliyi azalır. Yüksək sındırma əmsalına görə sirkonium oksidi optiki şüşənin komponentlərindən birini təşkil edir.

$\text{ZrO}_2$  sənaye şüşəsinin tərkibinə məhdud şəkildə (0,5-5 çəki %-i) daxil edilir, bu da onun intensiv səs boğucu olmasının nəticəsidir.

Sirkonium oksidi yüksək keyfiyyətli odadavamlı material olduğundan (ərimə temperatur  $2700^\circ\text{C}$ ), kimyəvi təsirlərə qarşı əhəmiyyətli dərəcədə davamlı olduğundan onu müxtəlif odadavamlı məmulatların hazırlanmasında tətbiq edirlər.

Sirkonium oksidi üçün xammal sirkoniumlu baddelit – təmiz  $\text{ZrO}_2$  və sirkonium, slikaat – 67,23%  $\text{ZrO}_2$  və 32,77%  $\text{SiO}_2$  – hesab edilir.

Torium oksidi  $\text{ThO}_2$  (molekul çəkisi 264,12). Optiki şüşələrin və odadavamlı şüşələrin istehsalında tətbiq edilir.

### **2.3. Şüşənin tərkibinə torpaq-qələvi və digər oksidləri daxil etmək üçün istifadə edilən xammallar**

Belə materiallara qələvi tərkibli dağ süxurları aiddir: nefelinli sienit, traxit, andezit, vulkan külü, pemza, həmçinin kaolin, çöl şpatı, natrium-slikat, şüşə qırıntıları və s. Şüşə istehsalında tətbiq olunan dağ süxurlarının tərkibində əsas şüşə yaradıcı oksidlər vardır:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ . Lakin onların miqdar nisbəti adi şüşə tərkibindəkindən fərqlidir. Buna görə də verilmiş tərkibdə şüşənin alınması üçün dağ süxurunun kimyəvi tərkibi müəyyən edildikdən sonra ona çatışmayan bu və ya digər oksidi əlavə etmək lazımdır.

Dağ süxurunun ən qiymətli tərkib hissələrindən biri qələvidir – 5-19%. Bundan başqa dağ süxurlarının tərkibində 1-14% dəmir oksidi, 12-30% alüminium, həmçinin 1-5% maqnezium və kalsium oksidi vardır.

Dağ süxurlarından alınmış şüşə tərkibində xeyli miqdarda alüminium olmaqla çətin əriyən olması ilə xarakterikdir, özlülüyü çoxdur, tez laxtalanmaya meyillidir, kəskin temperatur dəyişmələrinə davamlıdır, həmçinin turşu və qələvilərə qarşı davamlıdır.

**Nefelin**  $(\text{KNa})_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  – nefelinli və eleolitli sienitlərin əsas tərkib hissəsidir.

Nefelinli sienitlər 16-36% alüminium; 3-4% dəmir birləşmələrindən, 14-15% (hərdən 19%) natrium və kalium oksidlərindən ibarətdir. Nefelinli sienit, əsasən tünd rəngli şüşə istehsalında (butulka, aptek, təsərrüfat qabları), həmçinin rəngsizliyi vacib olmayan şüşə istehsalında tətbiq olunur.

Nefelinli sienitlərin keyfiyyəti  $\text{R}_2\text{O}$  və  $\text{R}_2\text{O}_3$ -ün miqdarı ilə təyin edilir. O, natrium və kalium oksidlərinin miqdarının artması ilə artır, alüminium və dəmir oksidli birləşmələrin artması ilə azalır.

**Traxit** – tamamilə bərk ağ-boz rənglidir, tərkibi kvarsdan, çöl şpatından az miqdarda maqnetit kristallarından və s. ibarətdir. Pyatiqorskda çıxarılan traxit bircinsliliyi ilə fərqlənir. Bu süxur aşağıdakı kimyəvi tərkibə malikdir (%-lə):  $\text{SiO}_2$  – 69,7;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 14,7;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 2,5;  $\text{CaO}$  – 2,2;  $\text{MgO}$  – 0,9 və  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  – 9,7.

Traxit şüşə tara istehsalında tətbiq olunur.

**Andezit** – vulkan püskürməsi nəticəsində yaranan dağ süxurudur. Güclü yataqları Gürcüstanda Borjomi yaxınlığında yerləşir. Andezit aşağıdakı kimyəvi tərkibə malikdir (%-lə):  $\text{SiO}_2$  – 61,3;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 18,5;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 4,9;  $\text{CaO}$  – 5,8 və  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  – 4,3-8,2. Andezitlər kimyəvi tərkibinin xüsusilə qələvi oksidlərinin sabit olmaması ilə xarakterizə olunur. Andezit tünd rəngli şüşə tara istehsalında istifadə olunur.

**Vulkanik kül** aşağıdakı kimyəvi tərkibə malikdir (%-lə):  $\text{SiO}_2$  – 74;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 14;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,8-1;  $\text{R}_2\text{O}$  – 7 və  $\text{CaO}$  – 1,5.

Vulkanik külün tərkibində alüminium və dəmir birləşmələri nefeində olduğundan xeyli azdır. Bu da onun şüşə istehsalında geniş və o cümlədən yarım ağ şüşə istehsalında istifadə olunmasına imkan verir. Vulkanik kül tara və yarım ağ şüşə məmulatlarının istehsalında istifadə edilə bilər.

**Pemza** həmçinin vulkanik məhsuldur. Aşağıdakı kimyəvi tərkibə malikdir (%-lə):  $\text{SiO}_2$  – 67;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 13-15;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,75-2;  $\text{CaO}$  – 2-2,9 və  $\text{K}_2\text{O}$  – 7,5-8,5.

Obsidian – həmçinin vulkanik məhsuldur. Kimyəvi tərkibi aşağıdakı kimidir (%-lə):  $\text{SiO}_2$  – 67;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 15;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 1;  $\text{CaO}$  – 1-1,2 və  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  – 7,5-9,7. Obsidian da pemza kimi tünd rəngli tara şüşəsi istehsalına işlədilir.

**Kaolin** – kristallik süxurların parçalanma məhsuludur. Kaolin kaolinit –  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mineralından ibarətdir ki, onun kimyəvi tərkibi aşağıdakı kimidir (%-lə):  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 39,5;  $\text{SiO}_2$  – 46,6 və  $\text{H}_2\text{O}$  – 13,9. Kaolin şüşənin tərkibinə  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -lə birlikdə daxil olur. Cədvəl 2.6-da kaolinlərin kimyəvi tərkibi verilmişdir.

**Çöl şpatı və peqmatit** əsas alüminium tərkibli xammaldır.

Çöl şpatı püskürdülmiş dağ süxurlarının əsas tərkib hissəsidir.

Çöl şpatları – qələvi alümoslikatları və qələvi torpaqlara – aşağıdakı formalarda rast gəlinir.

## Kaolinlərin kimyəvi tərkibi

Miqdarı %-lə	Kaolin	Qluxovetsk	Prasyanovsk	Çebarkulski
	SiO <sub>2</sub>	46,09	46,83	59,03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	37,15	36,72	26,95	
TiO <sub>2</sub>	0,3	0,36	1,15	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,32	0,98	0,74	
CaO	0,13	1,83	0,34	
MgO	-	0,23	0,45	
K <sub>2</sub> O	0,12	-	3,21	
Na <sub>2</sub> O	0,03	-	0,19	

Kaliumlu  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$  ortaklaza 18,4% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Natriumlu  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$  albita 19,6% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Əhəngdaşlı  $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  anorit 36,6%.

Ərimə temperaturu 1100°-1230° (anorit ərimə temperaturu 1550°).

Çöl şpatı şüşənin tərkibinə alüminium daxil etmək üçün daha əlverişli materiallar hesab olunur.

Çöl şpatlarının kimyəvi tərkibi həmişə sabit deyil. Zərərli qarışıqlardan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ü qeydetmək olar. Onun miqdarı 0,15%-dən yuxarı olmamalıdır.

Kaliumlu çöl şpatı aşağıdakı kimi tərkibə malikdir (%-lə):

SiO<sub>2</sub> – 61,5-66,5; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 18,4-20,5; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,06-1,6; CaO – 0,3-0,8; K<sub>2</sub>O – 11,8-13,3; Na<sub>2</sub>O – 1,5-2,8; p.p.p – 0,1-2,4.

**Peqmatitlər** – çöl şpatını əvəzedicilər kimi işlədilir. Kimyəvi tərkibi aşağıdakı kimidir (%):

SiO<sub>2</sub> – 71-75,1; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 14,5-17,7; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,1-0,4; CaO – 0,3-1,3; MgO – 0,07-0,14; K<sub>2</sub>O – 4,3-9,4; Na<sub>2</sub>O – 13,5 p.p.p – 0,2-0,4. Yataqları Karelin, Ukrayna, Ural və Sibirdə daha çoxdur.

**Natrium silikat** – yarımsəffaf şüşəyaradıcı maddədən ibarətdir, formulu  $Na_2O \cdot nSiO_2$  - burada n silisium oksid modulu olub, 1-dən 3,5-ə qədər dəyişir.

Natrium silikat adətən yaşıl və ya sarı rəngə boyanmış bərk kütlə – silikat daşlar və yaxud həll olmuş şüşə adlanan maye şüşə halında buraxılır. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO və başqa qarışıqlar natrium silikatın suda həllolma qabiliyyətini azaldır.

Silikat daşlar şıxtada tərkibində yüksək miqdarda  $\text{SiO}_2$  v  qələvi olan kvars qumundan ibarət soda və ya natrium sulfat şəklində olur. Sulfatlı şıxtanın əridilməsi zamanı kömür əlavə edilir. Natrium silikat minimal miqdarda (5-7%) karbonla, k k rdl  dəmirin yaranmasına yol verməməklə bişir.

Natrium silikatın sulfatlı şıxtada bişm si zamanı vanna pe l rinin divarları güclü surətdə yeyilir, buna görə də yüksək keyfiyyətli odadavamlı ş ş bişirm  pe l rindən istifadə etmək lazımdır.

Adi şüşənin bişirilm sindən fərqli olaraq, ərinmiş natrium silikat kütləsindən qaz halında olan reaksiya məhsullarının kənarlaşdırılması vacib deyil. Şüşə istehsalında məqsədli şəkildə natrium sulfatı natrium silikatla əvəz edirlər. Bu zaman şüşə daha aşaqı temperaturda bişir v  peçlərin xidmət müddəti artır.

**Şüşə qırıntısı** ş ş bişirm  pe l rin  şıxtanın v  qırıntıların ümumi miqdarının 25-30%-i qədər doldurulur, bu bişmə prosesini sürətləndirir. Peşə doldurulan şıxta v  qırıntının miqdar nisbəti həmişə sabit olmalıdır.

Şüşə qırıntılarının kimyəvi tərkibi birinci dərəcəli əhəmiyyət kəsb edir. O, şıxtadan alınacaq şüşənin tərkibinə uyğun gəlməlidir.  ks halda şüşə kütləsi qeyri-bircinsli olar. Müxtəlif tərkibli v  hissələrinin  l c l ri müxtəlif olan qırıntıların qarışdırılmasına yol verilmir. Şüşə qırıntılarından bütün kənar qarışıqların ş ş bişirm  pe l rin  daxil olana qədər  l nm , yuyulma, maqnitd n keçirmə və s.  sullarla təmizlənməsi vacibdir.

**İstehsal tullantıları.** Şüşə istehsalında müxtəlif istehsal sahələrinin tullantılarından – domna şlakı, manqanlı fliz tullantıları və s.-dən istifadə olunur.

Domna şlakının tərkibi (%-l ):

$\text{SiO}_2$  – 35-65;  $\text{CaO}$  – 30-45;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 5-20;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 5-  qədər; S – 2-4; manqan – 2; qələvi – 2.

Domna şlakı hərdən kimyəvi tərkibindən asılı olaraq 1100-1350  ərimə temperaturunda  rim kl  hazır şüşəyə bənzər materiala çevrilir. Bunlardan yaşıl k rpici rəngli şüşə tara istehsalında istifadə edilir. Manqanlı filiz tullantıları aşaqıdaki kimi tərkibə malikdir (%-l ):

$MnO_2$  – 38-50;  $Al_2O_3$  – 0,85-3;  $Fe_2O_3$  – 3,5;  $CaO$  – 1,7-4,3 və  $Na_2O$  – 2,5-3,3 həll olmayan qalıqlar: 31-44.

Bu tullantılar rəngli şüşə və həmçinin marblit istehsalında istifadə edilir.

#### **2.4. Şüşə istehsalında tətbiq edilən köməkçi xammalların xarakteristikası**

Şüşə istehsalında tətbiq edilən köməkçi materiallara şəffaflaşdırıcılar, rəngsizləşdiricilər, boyaqlar, rəngsizləşdiricilər, oksidləşdiricilər, bərpaedicilər aid edilir (cədvəl 2.7).

**Şəffaflaşdırıcılar** – şixtanın tərkibinə şüşə kütləsini müxtəlif hava və qaz qarışıqlarından azad etmək məqsədilə daxil edilir. Buraya elə maddələr daxil edilir ki, onların parçalanması zamanı çoxlu miqdarda qaz ayrılır ki, bu da şixtanın yaxşı qarışmasına, xırda qabarcıqların birləşərək kütlədən daha tez kənarlaşa bilən iri qabarcıqlara çevrilməsinə səbəb olur. Bu məqsədlə natrium-sulfat, xlorlu natrium, arsen-3 oksid, selitra, ammonium duzları istifadə edilir.

**Natrium sulfat  $Na_2SO_4$**  – şixtanın tərkibinə 0,5-1% miqdarda daxil edilir və onun şəffaflaşdırıcı təsiri temperaturdan və bişmənin davamlılığından asılıdır.

**Xlorlu natrium  $NaCl$**  (molekul çəkisi 58,45, xüsusi çəkisi 1,5). Şixtaya 0,5-1% miqdarda daxil edilir.

**Üçoksidlil arsen –  $As_2O_3$**  (molekul çəkisi 197,82, xüsusi çəkisi 3,7). Arsenli flizdən, arsenli priti –  $FeAsS$  – sublimasiya etmək yolu ilə alınır. Əridilmiş şüşə kütləsinə kəsiklər halında daxil edildikdə daha yaxşı şəffaflandırıcı təsir göstərir. Üçoksidlil arsen həmçinin selen və manqan pereksi kimi şəffaflaşdırıcıların artıq miqdarda götürülməsindən yaranmış qırmızı rəng çalarının yox edilməsi üçün də tətbiq edilir. Üçoksidlil arsen manqan pereksi ilə boyanmış şüşə kütləsinə təsiri zamanı manqan pereksi manqan oksidinə çevrilir:  $4MnO_2=2Mn_2O_3+O_2$ , sonra manqan oksidi üçoksidlil arsenin təsiri ilə rəngsiz ən aşağı dərəcəli manqan oksidinə çevrilir.



**Selitra  $\text{NaNO}_3$**  (molekul çəkisi 85, xüsusi çəkisi 2,25). Ərimə temperaturu  $318^\circ$ . Şixtanın tərkibinə 1-1,5% miqdarında daxil edildikdə şəffaflaşdırıcı təsir göstərir. 0,15-0,25% miqdarında üçoksidlil arsen və 1-1,5% selitra natrium-kalsiumlu şüşələrin şəffaflaşdırılması üçün məqsədəuyğun hesab edilir.

**Ftorlu birləşmələr.** Əridilmiş şpata əhəng daşındakı  $\text{CaO}$ -in yerinə 2-4%  $\text{CaF}_2$  daxil etdikdə şüşə kütləsinin şəffaflaşdırılmasını yaxşılaşdırır.

**Ammoniumlu duzlar.** Şəffaflaşdırıcı kimi aşağıdakılar işlədilir.

**Azotoksidlil ammonium  $\text{NH}_4\text{NO}_3$**  (molekul çəkisi 80,85, xüsusi çəkisi 1,73, ərimə temperaturu  $169,6^\circ$ ).

**Sulfatlı ammonium  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$**  (molekul çəkisi 132,15, xüsusi çəkisi 1,77, ərimə temperaturu  $513^\circ$ ).

**Xlorlu ammonium  $\text{NH}_4\text{Cl}$**  (molekul çəkisi 53,5, xüsusi çəkisi 1,53).

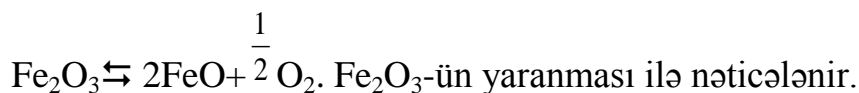
Şixtanın ümumi çəkisinə daxil olur;  $\text{NH}_4\text{NO}_3$   $\text{NH}_4\text{Cl}$  – 0,25% və  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  – 0,5-1%. Ammonium duzları şüşənin bisməsini səmərəli dərəcədə sürətləndirir.

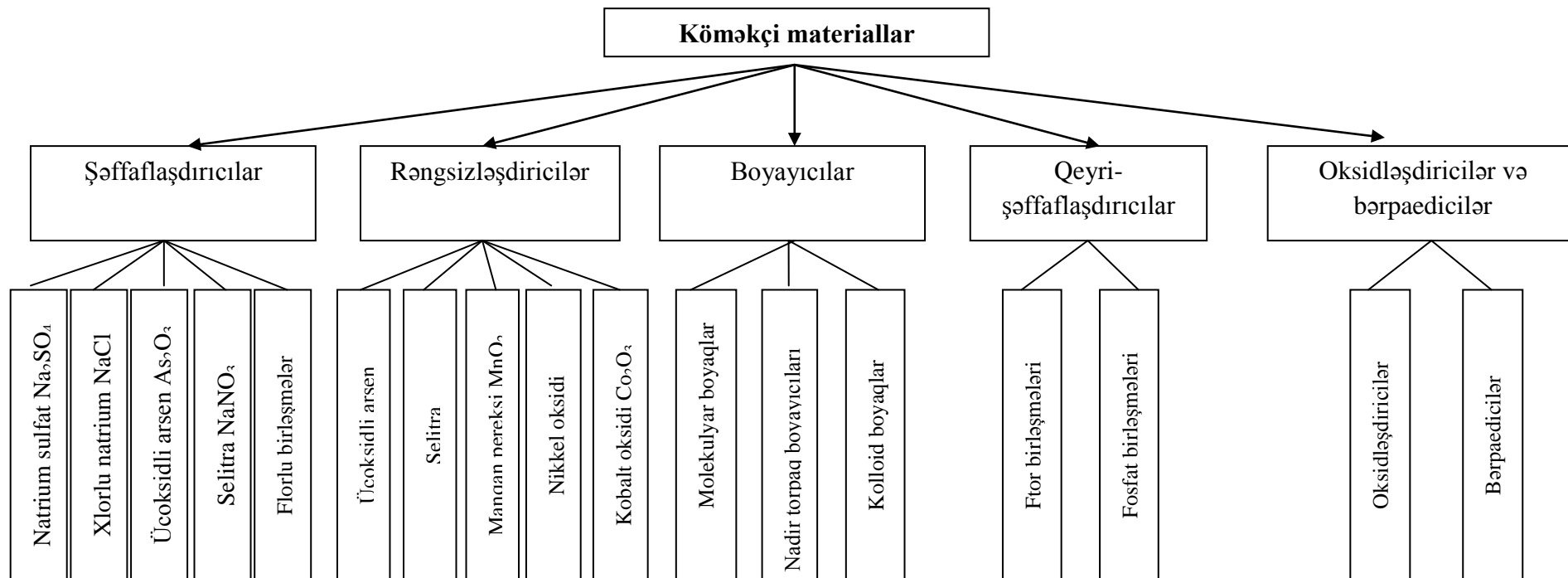
**Rəngsizləşdiricilər.** Bu xamallar şüşə kütləsində dəmir oksidinin yaratdığı arzuolunmaz rəng çalarlarını kənarlaşdırmaq üçün tətbiq olunur.

Kimyəvi və fiziki rəngsizləşdirmə fərqləndirilir.

Kimyəvi rəngsizləşdirmə zamanı dəmir oksidi dəmir-3 oksidə çevrilir ki, bu da şüşə kütləsinin boyanması intensivliyini 10 dəfələrlə azalır. Bu məqsədlə üçoksidlil arsen, selitra, natrium-sulfat, natrium-xlor istifadə olunur.

**Üçoksidlil arsen** – nisbətən aşağı temperaturda oksigeni udur və beşoksidə çevirir, hansı ki, yuxarı temperaturda şəffaflaşdırma temperaturuna yaxın temperaturda oksigenin ayrılması ilə dissosasiya olunur. Şüşə kütləsində oksidləşdiricinin iştirakı ilə reaksiya baş verir.





Rəngsizləşdirmə üçün şixtaya 0,3%-ə qədər  $As_2O_3$  və 1-1,5% selitra qatmaq məsləhət görülür.  $As_2O_3$  olduqca zəhərlidir, buna görə də onun saxlanması və daşınması zamanı xüsusilə ehtiyatlı olmaq lazımdır.

**Selitra** həmçinin aşağı temperaturda ( $400^\circ$ ) oksigenin ayrılması ilə parçalanır. Selitranı  $As_2O_3$ -lə birlikdə tətbiq etdikdə daha effektiv olur.

**Natrium sulfat** yuxarı temperaturda FeO-nu və  $Fe_2O_3$ -nə qədər oksidləşdirən oksigeni tədricən ayırır.

**Natrium xlor** rəngsizləşdirici kimi son vaxtlar az tətbiq olunur.

Üçoksidlil arsen, selitra, natrium sulfat və natrium xlor həmçinin bişməni sürətləndirici kimi də istifadə edilir. Ən yaxşı kimyəvi rəngsizləşdiricilərdən biri də iki oksid  $Ce_2O_3$  və  $CeO_2$  yarada bilən seriumdur. Yuxarı temperaturda  $CeO_2$  oksigenin ayrılması ilə parçalanaraq FeO-nu  $Fe_2O_3$ -ə çevirir.  $2CeO_2 \rightleftharpoons Ce_2O_3 + 0,5O_2$ .

Ftoridlər – 0,5-1% miqdarında şixtaya daxil edilir, şüşə əmələgəlmə sürətini artırmaqla eyni zamanda rəngsizləşdirici kimi də təsir göstərir.

**Sürmə oksidi**  $Sb_2O_3$  bəzi hallarda az effektiv rəngsizləşdirici kimi tətbiq edilə bilər.

**Fiziki üsulla** rəngsizləşdirmə şüşə kütləsinə onu yaşıl rəngdən başqa rəngə boyayan maddə əlavə etməklə aparılır, bu zaman şüşənin ümumi parlaqlığı azalır.

Fiziki rəngsizləşdiricilər kimi manqan peroksi, selen, nikkell oksidi, kobalt oksidi və nadir torpaq birləşmələri (neodim oksidi) istifadə olunur.

**Manqan peroksi**  $MnO_2$  (molekul çəkisi 86,93, xüsusi çəkisi 5).

Selen (atmosfer çəkisi 78,96, xüsusi çəkisi 4,2-4,8). Ərimə temperaturu  $217^\circ$ ,  $688^\circ$ -də buxarlanır.

Metallik selen və natriumlu selen duzu kimi  $Na_2SeO_3$  (molekul çəkisi 172,95) tətbiq edilir. Tərkibi (%-lə): Se-45,65;  $Na_2O$ -35,84 və  $O_2$ -18,51.

Həmçinin selen turşusunun barium və sink duzları tətbiq edilir.

Selen və ya natriumlu-selen duzu kobalt oksidi ilə birlikdə yaxşı rəngsizləşdirici hesab olunur. Kobalt oksidinin yaratdığı göy rəng rəngsizləşdirici kimi selenin yaratdığı yüngül yaşıl rənglə kompensasiya olunur. Digər boyayıcılara nisbətən selen

rəngsizləşdirici kimi şüşəyə daha çox parlaqlıq verir. Selenlə rəngsizləşdirmə şüşədə dəmir oksidinin miqdarı 0,09%-dən çox olmadıqda tətbiq edilir.

Selen nisbətən aşağı temperaturda ( $700^{\circ}$ -yə yaxın) uçucudur. Şüşədə qalan selenin miqdarı 25-50% olur. Çox vaxt selenlə eyni vaxtda şüşəyə arsen oksidi də daxil edirlər.

**Nikkel oksidi** (molekul çəkisi 74,69, xüsusi çəkisi 7,4), rəngi boz-yaşıl.

Nikkellə rəngsizləşdirmə natrium şüşələrindən çox kalium və qurğuşunlu şüşələrdə tətbiqedilir.

Nikkel oksidi şüşənin parlaqlığını azaltdığından təmiz şəkildə rəngsizləşdirici kimi tətbiq olunmur. Adətən onu selen və kobalt oksidi ilə birlikdə tətbiq edirlər.

**Kobalt oksidi**  $\text{Co}_2\text{O}_3$  (molekul çəkisi 165,88, xüsusi çəkisi 6). Rəngsizləşdirici kimi nikkellə selenlə birlikdə tətbiq olunur.

**Boyaqlar.** Boyaqlar şüşə kütləsinə müəyyən rəng vermək məqsədilə şixtaya əlavə edilir. Bişirilmə prosesində boyaqlar ya silisium oksidi ilə birləşərək boyanmış silikatlar yaradır, ya da kolloid-dispersiya hissəcikləri şəklində qalmaqla şüşə kütləsinin bu və digər işıq şüalarını seçərək udmasını təmin edir. Birinci qrup boyaqlar molekulyar, ikinci qrup boyaqlar isə kolloid – dispersiya boyaqları adlanır.

**Molekulyar boyaqlar.**

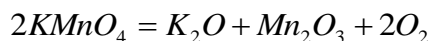
**Manqan birləşmələri** manqan oksidi  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  qəhvəyi-qara rəngli toz şəklində tətbiq olunur. Eyni zamanda manqan pereksi  $\text{MnO}_2$  boz-qara kristal və kalium marqans duzu  $\text{KMnO}_4$  kimi işlədilir.

Daha geniş şəkildə şüşəni bənövşəyi rəngə boyayan boyaq kimi manqan oksidindən istifadə edilir ki, bu da tərkibə  $\text{MnO}_2$  və  $\text{KMnO}_4$  şəklində daxil edilir. Bişirilmə prosesində manqan pereksi manqan oksidinə və oksigenə parçalanır.  $4\text{MnO}_2=2\text{Mn}_2\text{O}_3+\text{O}_2$ . Bənövşəyi rəngin saxlanması üçün manqan oksidinin rəngsiz  $\text{MnO}$ -ə qədər bərpa olunmasına yol vermək olmaz, bunun üçün də şixtaya bərpaedici daxil etmək olmaz.

**Piralizit** – 85%  $\text{MnO}_2$  və 1%-ə qədər  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -dən ibarət olmalıdır. Qurğuşunlu kalium duzları manqan oksidini şəffaf göy, natrium-kalsium qırmızı-bənövşəyi rəngə

boyayır. Manqan pereksi narıncı və tünd qırmızı-şabalıdı rəngli şüşənin alınması üçün dəmir birləşmələri ilə birlikdə tətbiq olunur. Manqan oksidini şixtaya xrompik ilə birlikdə daxil etməklə yüksək keyfiyyətli qara rəngli şüşə almaq olar.

Manqan – kalium duzu  $KMnO_4$  bişmə prosesində parçalanır:



**Kobalt birləşmələri** yaşıl rəngli  $CoO$ -i tozu və tünd qəhvəyi və ya qara rəngli  $Co_2O_3$  tozu şəklində işlədilir.  $CoO$ -i şüşəni göy rəngə boyayan intensiv boyayıcı kimi məşhurdur. Kobaltla boyanma bişmə rejimindən, oksidləşdirici və bərpaedici şərtlərdən, həmçinin şixtada sulfat və nitratların miqdarından asılı deyildir. Boyanmanın intensivliyi  $CoO$ -nin miqdarından və şixtanın tərkibindən asılıdır. Kaliumlu şüşələrdə natriuma nisbətən daha intensiv göy rəng alınır. Kobalt birləşmələrini digər boyayıcılarla, məsələn, xrom və mis birləşmələri ilə birlikdə tətbiq etdikdə xoşagələn yaşım-til mavidən, göyümtül-yaşıla qədər çalarlarda göy və yaşıl rəngli şüşə alınır. Kobalt birləşmələrini  $MnO_2$  ilə birlikdə tərkibə daxil etdikdə purpur, bənövşəyi və qara rənglərdə şüşə alınır. Kobalt fəvqəladə intensiv boyayıcı olduğundan onu şixtaya çox az miqdarda daxil edirlər.

**Nikkel birləşmələri oksid  $NiO$**  (molekul çəkisi 74,7; xüsusi çəkisi 7,5), hidroksid  $Ni(OH)_2$  yaşıl rəngli,  $Ni_2O_2$  qara rəngli oksid şəklində tətbiq edilir.

$NiO$  kalium-kalsiumlu şüşələri qırmızı-bənövşəyi, natrium-kalsium şüşələrini isə bənövşəyi rəngə boyayır.

**Mis birləşmələri** –  $Cu_2O$ , sulfatlı mis  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  və  $CuO$  şəklində tətbiq edilir.

Mis oksidi ( $CuO$ ) şüşənin tərkibindən və konsentrasiyasından asılı olaraq onu mavi və yaşıl rəngə boyayır.  $CuO$ -li şüşə oksidləşdirici şəraitində bişirilir.

1-2%  $CuO$  natrium-kaliumlu şüşəni mavi rəngə boyayır. Yaşıl rəngli şüşənin alınması üçün  $CuO$   $Cr_2O_3$  və ya  $Fe_2O_3$ -lə birlikdə tətbiq olunur. Şixtaya 2-3% boraks və nitrat əlavə etmək şüşənin rəngini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırır.

**Xrom birləşmələri** duzlar şəklində tətbiq olunur: ikixromlu kalium və ya xromprik  $K_2Cr_2O_7$ , natriumlu xromprik  $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ ; xromlu kalium  $K_2Cr_2O_4$  və

natrium-xrom  $Na_2CrO_4 \cdot 10H_2O$ . Xrom duzları şüşənin bişməsi zamanı, onu yaşıl rəngə boyayan xrom oksidinin  $Cr_2O_3$  ayrılması ilə parçalanır.

**İkixromoksidli** birləşmələrin tətbiqi bixromatlı birləşmələrin tətbiqindən, tərkibindəki xromun miqdarına görə daha əhəmiyyətlidir. Bundan başqa onlar daha yaxşı boyama qabiliyyətinə malikdirlər. Xromlu birləşmələri boyayıcı kimi sulfat və nitratlı şixtalarda bərpaedici və oksidləşdirici şəraitində tətbiq edilir. 1t şixtada yaşıl rəngin alınması üçün 2,2-dən 10 kq-a qədər xrom oksidi tələb olunur.

**İkixromatlı kalium**  $K_2Cr_2O_4$  (m.ç.294,22; x.ç.2,7). Yaşıl qırmızı rəngli kristaldır.  $500^\circ$  temperaturda parçalanır. Şüşəyə 51,7%  $Cr_2O_3$  keçir.

**İkixromatlı natrium**  $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$  (m.ç.298,05; x.ç.2,5) şüşənin tərkibinə 51%  $Cr_2O_3$  keçirə bilir.

**Kaliumxrom duzu**  $K_2CrO_4$  – sarı rənglidir. Şüşəyə 39,5%  $Cr_2O_3$  keçirir.

**Natriumxrom duzu**  $Na_2CrO_4 \cdot 10H_2O$  (m.ç.342,16; x.ç.1,5). Şüşəyə 22%  $Cr_2O_3$  keçirir.

**Vanadium birləşmələri** – üçoksidli  $V_2O_3$  və beşoksidli  $V_2O_5$  birləşmələri şəkildə tanınır. Öz xassələrinə görə Vanadium oksidləri xrom oksidlərinə tamamilə oxşardır. Şüşəni xrom oksidlərindən az intensivliklə yaşıl rəngə boyayır. Onları istilik və ultrabənövşəyi şüaları əks etdirən şüşələrin istehsalında tətbiq edirlər. Şüşə daha çox oksidləşdirici şəraitində bişirilir, 3-5%  $V_2O_5$  serium və titan oksidləri ilə qarışıq halda tərkibə qatılır.

**Dəmir birləşmələri**  $FeO$  və  $Fe_2O_3$  şəkildə məşhurdur.

$FeO$  (m.ç.71,85; x.ç.5,7) – qara tozdur, şüşəni göy-yaşıl rəngə boyayır.

$Fe_2O_3$  – (m.ç.159,7; x.ç. 5,1) mumya adı ilə tanınır, şüşəyə sarı rəng verir. Narıncı rəngli şüşənin istehsalı üçün kükürd və kömürlə birlikdə tətbiq edilir.

$Fe_3O_4$  – şüşəyə yaşıl rəng verir.

**Kadmium birləşmələri** - kükürlü kadmium (m.ç.144,48; x.ç. 3,9-4,8) məişət elektrik, sarı rəngə boyamaq üçün tətbiq edilir.

**Volfram birləşmələri** – volframlı birləşmələrdən fosfatlı şüşələri göy rəngə boyayan oksidləri –  $VO_3$  tətbiq olunur.

**Molibden birləşmələri** – oksigenli birləşmələrindən molibden anhidridi  $\text{MoO}_3$  və molibden oksidi  $\text{MoO}_2$  geniş yayılmışdır. Oksidləşmə dərəcəsi asılı olaraq fosfatlı şüşələri bənövşəyi, göy və mavi rənglərə boyayır. Bir çox tədqiqatlar göstərir ki, volframlı, molibdenli və vanadiumlu şüşələrin çoxu yarımkeçiricidirlər.

**Uran birləşmələrinin** aşağıdakı birləşmələri məlumdur:

**Uran ikioksid** – və ya uranil  $\text{UO}_2$  şüşəni boz rəngə boyayır, buna görə də boyayıcı kimi maraq doğurmur.

**Uran üçoksid  $\text{UO}_3$**  – şüşəni sarı-yaşıl rəngə boyayır.

**Uran ikioksid və uran üçoksid** -  $\text{UO}_2$   $2\text{UO}_3$  şüşəni sarı-yaşıl rəngə boyayır.

**Uran turşusunun natrium duzu** –  $\text{Na}_2\text{UO}_4$  – uranat şüşəni sarı rəngə boyayır.

Uranit şüşələrin ən qiymətli xassəsi flüoresensiyadır – xüsusilə qalındıvarlı dekorativ məmulatlarda və ekranlarda daha çox parlaqlıq verir.

**Kükürd (m.ç.32,07; x.ç. 2,07).** Şüşədə sulfid şəklində, elementar kükürd və oksidli birləşmələr kükürd anhidridi  $\text{SO}_2$  və sulfit  $\text{SO}_3$  şəklində yerləşə bilər.

Oksigenli birləşmələr şüşəni rəngləmir. Elementar kükürd texniki şüşənin tərkibində qalmır, o, sulfidlər yaradaraq şüşəni sarı və ya sarı-şabalıdı rəngə boyayır. Tədqiqat işləri göstərir ki, nə kükürd, nə də kömür təmiz xammalın tərkibində (dəmir oksidi olmayan) şüşəni heç bir rəngə boyamır, lakin tamamilə əhəmiyyətsiz miqdarda dəmir tamamilə kifayət edir ki, dəmir sulfid birləşməsi yaratmaqla şüşəni hiss olunacaq sarımtıl rəngə boyasın.

Dəmirdən başqa bir çox ağır metallar da sulfidli birləşmələr yarada bilər ki, bunlar daha güclü boyayıcıdırlar. Dəmir sulfit alınması üçün sulfatdan istifadə olunur, bərpaedici kimi isə kömür və ya üzvi maddələr götürülür. Dəmir oksidi isə adətən az və ya çox miqdarda xammalın tərkibində olur.

Dəmir sulfiddən boyayıcı kimi sarı siqnal svetoforlarının, dekorativ məmulatların və müxtəlif tara şüşələrinin istehsalında istifadə edilir.

Selen birləşmələri – boyayıcı kimi selen şixtaya metallik şəkildə – natrium-selen duzu  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  və selen sink  $\text{ZnSe}$  kimi daxil edilir.

Elementar vəziyyətdə selen şüşəni çəhrayı rəngə boyayır. Şüşəyə bu rəngin verilməsi üçün şixtaya 0,05-0,2% selen, 1,5-4% seletra və 0,1-0,2%  $As_2O_3$  əlavə etmək olar.

Bu şüşə oksidləşdirici şəraitində bişirilir. Daha təmiz çəhrayı rəngə kalium şüşələri boyanır, natriumlu şüşə isə sarı və hərdən şabalıdı çalarlara boyanır. Sarı çalar yenə də şüşədə dəmir oksidinin olması ilə əlaqədar yaranır. Buna görə də xammalda, xüsusilə də qumda dəmir oksidinin miqdarı minimum olmalıdır. Selenlə çəhrayı rəngə boyanmış şüşə adətən Rozalin adlanır və mətbəx qablarının hazırlanmasında istifadə olunur.

Tellur (at.ç.127,61). Elementar tellur tamamilə uçucudur və bişmə prosesində şüşəyə rəng verməyərək yalnız oksidləşir.

Əgər tellurun natriumlu birləşmələrindən istifadə olunarsa, mütləq bərpaedicinin iştirakı ilə (1-2% karbon) şüşə nümunəsi (trubkada olan) yandırıcı peçdə tünd göy rəngdən qırmızı və ya qırmızı-bənövşəyi rəngə boyanır, bu da kolloid tellurun boyayıcı qabiliyyəti ilə izah edilir. Tellurun baha başa gəlməsi onun şüşə istehsalında praktiki tətbiqini mümkünsüz edir.

#### **Nadir torpaq boyaqları.**

Əsasən sənayedə nadir torpaq elementlərindən serium qrup elementləri oksidlər şəklində texniki və dekorativ şüşələrin boyanmasında və rəngsizləşdirici kimi və həmçinin ultrabənövşəyi şüaları əksətdirici kimi və optiki şüşələrin istehsalında istifadə edilir. Nadir torpaq oksidləri ilə boyanmış şüşə xüsusi parlaqlığı ilə seçilir və günəş təsirindən öz rəngini dəyişmir.

**Serium oksidi  $CeO_2$**  (molekul çəkisi 172,15) şüşəyə gözəl sarı rəng (qırmızı çalarlı) verir. Qızılı-sarı rəng bərabər və ya ikiqat miqdarda titan oksidi əlavə etməklə alınır.

Döşəmə məmulatlarında parlaq sarı-qızılı rəng almaq üçün 100kq quma 2,5kq serium və 4kq titan oksidi əlavə etmək lazım gəlir.

Serium oksidi həmçinin kimyəvi rəngsizləşdirici kimi də tətbiq olunur. Serium şixtaya serium oksidi, karbonatlı serium və ya hidratlar şəklində daxil edilir. Onu



ultrabənövşəyi şüaları əks etdirən, rentgen trubaları, müxtəlif növlü texniki şüşə istehsalında, emal istehsalında karlaşdırılı, həmçinin optiki şüşələri cilalamaq üçün tətbiq edirlər.

Seriumlu şüşə öz şəffaflığını güclü radioaktiv şüalanmanın təsiri altında da qoruyub saxlayır, nüvə reaktorunun personalını zərərli radiasiya təsirlərindən qoruyur.

**Trazedium oksidi  $\text{Pr}_2\text{O}_3$**  (molekul çəkisi 329,84) şüşəni yaşıl-qızılı rəngə boyayır. Nazik qatlı şüşə daha sarı, qalın qatlı şüşə isə daha yaşıl rəngə boyanır.

**Neodium oksidi  $\text{Ne}_2\text{O}_3$**  (molekul çəkisi 336,54) şüşəyə gözəl büllur-bənövşəyi rəng verir. Qurğuşunlu və kaliumlu şüşələrdə daha yüksək effekt alınır, buna görə də neodium oksidi yüksək bədii məmulatların istehsalında daha əhəmiyyətlidir. Boyama qabiliyyətinin az olması nəticəsində onu şüşənin tərkibinə 10%-ə qədər və daha çox daxil edirlər.

Şüşədə gözəl purpur rəngi almaq üçün neodium və selen qarışığından istifadə edilir. Serium oksidindən fərqli olaraq neodium fiziki rəngsizləyici hesab edilir. O, şüşəyə çəhrayı-lil rəngi verir, hansı ki, bu rəng göy rəngi kompensasiya edərək şüşə kütləsini rəngsizləşdirir.

Şüşənin rəngsizləşdirilməsi üçün 1000 hissə qumma 2-5 hissəyə qədər neodium əlavə etmək lazımdır. Eyni zamanda neodium oksidi arsen oksidi, sürmə və serium ilə tətbiq oluna bilər. Borslikat şüşələrinə 0,5-1%  $\text{Na}_2\text{O}_3$  əlavə etdikdə yaxşı rəngsizləşir.

**Samarium oksidi  $\text{Sn}_2\text{O}_3$**  şüşəyə gözəl yaşıl rəng verir. Üçvalentli birləşmələrindən başqa ikivalentli birləşmələri də məlumdur. Bu birləşmələr işıq texnikası şüşələri üçün tətbiq edilir.

**Lantan oksidi  $\text{La}_2\text{O}_3$**  fotoaparət linzalarında təsvirin dəqiq alınması üçün tətbiq edilir. Bundan başqa  $\text{La}_2\text{O}_3$ -li şüşələr yüksək suvadavamlı şüşələr hesab olunur.

**Kolloid boyaqlar.** Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, qızıl, mis, selen, sürmə şüşənin tərkibində kolloid dispersiya vəziyyətində olur, təkrar qızdırma zamanı qırmızı rubin rəngi yaradır, kolloid gümüş şüşəni sarı rəngə boyayır.

**Qızıl.** Şüşəni qızılı yaqut (çəhrayıdan tünd purpur rəngə qədər) adlanan rəngə boyamaq üçün xlorlu qızıldan istifadə edilir ki, bu da metallik qızılın konsentrisiyalı duz və azot turşusunda məhlulundan ibarətdir. Bişirmə çox yüksək temperaturda qızılın tamamilə həll olması və daha təmiz rəngli şüşənin alınması məqsədilə aparılır. Boyağın intensivliyi həmçinin əhəmiyyətli dərəcədə təkrar qızdırma zamanı ayrılan boyaq hissəciklərinin ölçü və miqdarından da asılıdır.

Qızılı yaqut həm qurğuşunlu, həm də adi şüşə tərkibində alına bilər. Qurğuşunlu şüşə qızılın daha yaxşı həll olması və təkrar qızdırmada daha tam şəkildə ayrılması üstünlüyünə malikdir ki, bu da az qızıl sərfi ilə intensiv boyanmanı təmin edir. Boyanmanı asanlaşdırmaq həminki rubin rəngini almaq üçün şixtaya 0,2-dən 2%-ə qədər qalay daxil edilir. Qırmızı rəngi gücləndirmək üçün tərkibə az miqdarda azot turşulu gümüş və sürmə oksidi (0,2-2%) daxil edilir.

Çəhrayı rəngli məmulat almaq üçün 0,01%, qırmızı rəng üçün qurğuşunsuz məmulatlarda 0,02-0,03%, qurğuşunlularda isə 0,015-0,02% metallik qızıl əlavə etmək lazımdır.

Qızılı yaqut rəngi ən çox bədii şüşə məmulatlarının istehsalında tətbiq edirlər.

**Mis.** Mis yaqutunun alınması üçün  $Cu_2O$ -dən daha çox istifadə olunur. Hansı ki, bu başqa birləşmələrdən alına bilmir, bir qədər isə sulfatlı misdən ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) istifadə olunur.

**Mis oksidi** (molekul çəkisi 143,08, xüsusi çəkisi 5,9) qırmızı rəngli kristall tozudur. Kolloid misin yüksək boyama qabiliyyətinə görə intensiv qırmızı rəngli şüşə almaq üçün 0,15% mis oksidi daxil etmək kifayət edir (onun elementar kolloid misə tamamilə çevrilməsi şərtilə).

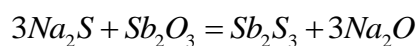
Qurğuşunlu və əhəngli-kaliumlu şüşələrdə  $SiO_2$ (76-79%),  $CaO$  (5-8%) olduqda yaxşı boyanma alınır.

Misli yaqutun boyama intensivliyi bişirmə sobalarının temperaturundan və məmulatın təkrar qızdırılma temperaturundan asılıdır. Şüşə yüksək temperaturda daha yaxşı boyanır. Misli yaqutun şixtanın tərkibində mis oksidi ilə bişirilməsi zamanı bərpaedici kimi  $KHC_4H_4O_6$  duzundan istifadə etmək vacibdir. Bundan başqa şüşənin

boyanmasını yaxşılaşdırmaq üçün şixtaya metal şəklində qalay və ya başqa birləşmə daxil etmək lazımdır (oksid, duz). Mis yaqutu bədii məmulatların həmçinin dəmiryol və su nəqliyyatı üçün nəzərdə tutulan siqnal şüşələrinin boyanmasında tətbiq edilir.

**Selen.** Şixtanı sarı və tünd qırmızı rəngə boyayan selen yaqutunun alınması üçün şixtaya müxtəlif miqdarda elementar selen və kükürlü kadmiyum daxil edirlər; hərdən karbonatlı kadmiyum, kükürd və selen tətbiq oluna bilər. Fərz etmək olar ki, selen yaqutu rəngi sulfid kadmiyum və selenit kadmiyumun CdSe nisbətindən asılıdır, o, 100% CdS olduqda sarıdan, xeyli miqdarda CdSe olduqda, tünd qırmızı rəngə qədər dəyişir. Qızıl və mis rubinin bişirilməsində olduğu kimi selen rubininin də rəngi xeyli miqdarda bişirilmə şəraitindən asılıdır. Selen yaqutlu şüşələr üçün tərkibində 6-15% sink oksidi olan tərkibdən istifadə olunur ki, bu da uçuculuğunu Selenin azalması ilə əlaqədar olaraq daha intensiv boyama qabiliyyətinə malikdir. Boratlı birləşmələr Selenin uçuculuğunu azaltmaqla parlaq-çəhrayı rəngin alınmasına təsir göstərir. Selenli yaqut şüşənin bişirilmə şərtlərindən biri zəifbərpaedicili peç rejiimidir. Selenli rubin bədii şüşələrin, Frenel linzalarının, siqnal və başqa şüşələrin boyanmasında tətbiq olunur.

**Sürmə (antimon).** Sürməli yaqutun alınması üçün natrium-kaliumlu şüşə şixtasına üçoksidlil antimon, kükürd və kömür daxil edilir. Bişmə prosesində natrium-sulfid, təkrar qızdırmada isə kükürlü antimon alınır.



Sürməli yaqutu onun texnologiyasının kifayət qədər öyrənilməməsinin nəticəsində məhdud tətbiq edilir. O, qırmızı rəngli siqnal və başqa şüşələrin hazırlanmasında istifadə oluna bilər.

**Gümüş** şixtaya hər şeydən əvvəl gümüş-nitrat şəklində daxil edilir (molekul çəkisi 169,89, xüsusi çəkisi 4,3). Gümüş nitratdan ayrılmış kolloid gümüş təkrar qızdırmada şüşəni sarı rəngə boyayır. Belə şüşələrin rəngi şixtaya ikioksidlil qalay əlavə edilməsilə yaxşılaşır. Nitratlı gümüşlə boyadılmış şüşə yüksək temperaturda oksidləşdirilmiş soba rejimində bişirilir.

***Oksidləşdiricilər və bərpaedicilər*** – şüşənin bişirilməsi zamanı dəmir oksidinin dəmir-3 oksidinə çevrilməsi üçün uyğun mühitin yaradılmasını və saxlanmasını təmin edir. bu məqsədlə hər şeydən əvvəl natrium və kaliumlu selitra, arsen-3 oksid istifadə olunur. Kaliumlu selitra çox yüksək temperaturda daha yüksək effekt yaradır. Bundan başqa selitra və arsen-3 oksidin birlikdə tətbiqi də yüksək səmərə verir, belə ki, bu zaman arsen-3 oksidi 5 oksidə çevriir ki, bu da br çox boyaqların oksidləşməsinə səbəb olur.

Bərpaedicilər kimi karbon koks və ağac kömürü formasında, qalay oksidi, xlorlu qalay birləşmələri və s istifadə olunur. Şüşə kütləsinin bişməsinin sürətləndirilməsi və temperaturunun aşağı salınması məqsədilə şixtanın tərkibinə ftorlu kalsium, bor anhidrid, kalium-nitrat və natriumla alüminium oksidi əlavə edilir.

### III FƏSİL. XAMMALLARIN ŞÜŞƏ MƏMULATLARININ FİZİKİ-KİMYƏVİ XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİNİN EKSPERTİZASI

#### 3.1. Şüşə məmulatlarının kimyəvi davamlılıq xassələrinin tərkibdən asılılığının ekspertizası

Şüşənin kimyəvi davamlılığı dedikdə onun suyun (qələvi) duz məhlullarının, atmosferin qaz və rütubətinin dağıdıcı təsirinə qarşı, həmçinin müxtəlif kimyəvi reagentlərin məhlullarının təsirinə qarşı davam gətirə bilmək qabiliyyəti başa düşülür. Şüşənin davamlılığı onun kimyəvi tərkibindən və təsiriəddici agentin təbiətindən asılıdır. Belə ki, suyun və turşu məhlullarının təsirinə qarşı davamlı olan şüşə qələvi məhlullarının və müxtəlif duz məhlullarının təsirinə qarşı davamsız ola bilər.

Alimlər tərəfindən kimyəvi davamlılığın təbiəti və şüşənin dağılması zamanı baş verən proseslərin mahiyyəti öyrənilmişdir. Sübut olunmuşdur ki, şüşə səthində silikatlar su ilə və ya havanın rütubəti ilə qarşılıqlı təsirdə olaraq hidrolizləşərək qələvili silikatlar natrium qələvisi və silisium turşusu yaradır ki, bunlardan birincisi sərbəst halda yuyulur və ya şüşənin səthində qalır, silisium turşusu isə şüşənin səthində az və ya çox bərabərölçülü qat, təbəqə əmələ gətirir. Bu təbəqənin qalınlığı və möhkəmliyi ondan keçən su molekulunun diffuziya sürətini təyin edir. Bu təbəqə şüşənin sonrakı dağılma prosesini zəiflədir. Buradan belə görünür ki, silikat şüşələrinin dağılma sürəti qoruyucu silisium təbəqənin qalınlaşma dairəsində tədricən zəifləyir.

Daha yüksək hidroliz tezliyi qələvi silikatlarında müşahidə olunur, bundan sonra bəzi ikivalentli metal silikatları gəlir – barium, qurğuşun, kalsium, maqnezium və b. Daha çox kimyəvi möhkəmliyə malik olanlar alümosilikatlar və borsilikatlardır. Silisiumlu təbəqənin quruluşu, onun məsaməliliyi və qoruyucu təsiri həmin təbəqənin səthində yarandığı şüşənin kimyəvi tərkibindən asılıdır. Yalnız qələvili silikatların hidrolizi nəticəsində təmiz silisiumlu təbəqə yaranır. Məsələn, torpaq qələvi silikatlarının hidrolizi zamanı təbəqənin tərkibində az və ya çox miqdarda çətin həll olan hidroksidlər və sulu silikatlar olacaqdır. Əks halda boratlı və fosfatlı şüşələrin dağıldığını söyləmək olar. Belə ki, onların tərkibində  $\text{SiO}_2$  yoxdur. Belə şüşələrin davam-

lılığı onların bu və ya digər reagentlərdə həll olma tezliyi ilə təyin edilir. Belə şüşələrdə sonrakı dağılma prosesini ləngidən heç bir qoruyucu təbəqə olmur.

Əgər şüşənin səthi su ilə yuyulmursa, əksinə suyun və yaxud turşunun heç olmasa bir hissəsinə qarşı təsiri güclənirsə, bu zaman həll olmuş hidroliz məhlulları şüşənin səthində qalaraq sonrakı dağılma prosesinin xarakterini dəyişir.

Yeyici qələvilər və yaxud onların karbon turşuları ilə qarşılıqlı təsirindən alınan karbonatlar tədricən şüşənin səthinə hopur. Sonrakı hiqroskopiklik nəticəsində onlar buxara çevrilərək konsentrasiyalaşmış qələvi və qələvi karbonat məhlullarının xırda damcılarını yaradır ki, bu da damcı təbəqəsi adlanır. Ətraf mühitin rütubətinin və temperaturunun dəyişməsi ilə əlaqədar olaraq damcı təbəqəsi quruya və təzədən yarana bilər. Konsentrisiyalı qələvi məhlulu ilə uzunmüddətli təmas nəticəsində şüşədə, onun səthində dərin yerli aşınmalar yarana bilər.

Kimyəvi tərkibindən asılı olaraq şüşənin kimyəvi davamlılığı geniş şəkildə dəyişə bilər. Buna uyğun olaraq o, müxtəlif metodlarla təyin edilir. Kimyəvi davamlılıq ya tədqiq olunacaq şüşə tozu nümunəsində, yaxud da hazır şüşə nümunəsində təyin edilə bilər.

Şüşə tozu nümunəsi sınaq müddətini azaltmaq üçün çox əhəmiyyətlidir. Xüsusilə kimyəvi davamlı şüşələrdə dağılmanın sürəti tamamilə kiçikdir və dağılma məhsulu almaq üçün uzun müddət vaxt lazımdır. Bunun üçün tədqiq olunacaq nümunənin səthini artırırırlar; onu doqrayırlar və lazımı ölçülü ələkdən keçirirlər.

Bu metodun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, tədqiq olunacaq şüşə tozu müəyyən həcmdə müəyyən ölçülü zərrəciklərlə məlum zaman ərzində verilmiş temperaturda bu və ya digər reagentlə emal edilir. Sonra isə şüşənin dağılma dərəcəsi ya şüşə tozunun çəkisinin itməsinə görə və yaxud məhlula keçən şüşə komponentlərinin miqdarına görə təyin edilir. Həmin miqdar özü ilə ya su buxarlandıqdan sonra qalan quru qalığa əsasən yaxud da ki, şüşə tozu emal olunmuş məhlulun titrlənməsi yolu ilə təyin edilir. Yüksək davamlı şüşə tozu yüksəldilmiş temperaturda 80-100°C sınaqdan keçirilir.

Şüşə tozu metodunun üstünlüyü ondan ibarətdir ki, davamlılığın tez təyin olunması ilə başa çatdırılır, lakin onun özünün də müəyyən çatışmamazlıqları var. Bu

dağılma səthinin ölçüsünün çətin dəqiqləşdirilməsi və toz hissəciklərinin sayının çox olması ilə bağlıdır ki, bu da əhəmiyyətli səhvlər yarada bilər.

Beləliklə suya davamlılıq təbəqə şüşələrdə standartda əsasən ölçüsü 10x10sm, təmiz yuyulmuş nümunələrdə təyin olunur. Bu nümunələr qeyri-şəffaf kvars şüşəsindən və ya gümüşü metallik vannada yerləşdirilir və 3 saat ərzində qaynar suda emal edilir. Davamlılıq 1dm<sup>2</sup> şüşə plastindən məhlulda keçən Na<sub>2</sub>O-un milli qramlarla miqdarına görə təyin edilir. Qələvilik məhlulun 0,011n HCl-la titrlənməsilə təyin edilir. Təbəqə şüşələr üçün 1 dm<sup>2</sup> səthin mq-la Na<sub>2</sub>O qələvisi ilə yuyulması aşağıdakı qiymətlərlə buraxıla bilər.

Təbəqə şüşələrdə qələviyə davamlılıq yenə də standartda görə şüşə lövhəsinin qaynar, birməqullu natrium karbonatlı məhlulda 3 saat ərzində emal olunması zamanı 1dm<sup>2</sup>-nin itirdiyi çəkisinə əsasən təyin edilir. Bu da 1dm<sup>2</sup> səthdə 38 mq-dan artıq olmamalıdır.

Qələviyə davamlılıq, turşuya davamlılıq və suya davamlılıq uyğun olaraq 3 saat ərzində 2nNaOH; 1n H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>N və 5 saat ərzində qaynar distillə olunmuş suda emal olunması zamanı 1dm<sup>2</sup> nümunə səthinin itirdiyi kütləsinə görə təyin edilir.

Daha etibarlı və prinsipcə əsaslandırılmış metod, Qrebenşikov metodudur ki, bu şüşənin səthində suyun və yaxud turşunun təsiri ilə yaranan silikat təbəqəsinin yaranma tezliyinə əsaslanır. Belə təbəqənin qalınlığını interferensiyalı boyaqların təsiri ilə müəyyən etmək olar. Məsələn, kimyəvi davamlılığı şüşə nümunəsinin səthində bənövşəyi-şabalıdı rəngin yaranmasına sərf olunan vaxtla xarakterizə etmək olar. Belə plyonkanın qalınlığı cıvə buxarı spektrinin göy dalğa uzunluğunun 4 mislinə bərabər olacaq ( $\lambda=5460\text{Å}$ ).

Bütün bu metodlar şüşənin suyun, turşunun, duzun qələvinin təsirinə qarşı davamlılığının təyin olunmasına aiddir.

Şüşənin su və turşu buxarına münasibətdə kimyəvi davamlılığını adətən xüsusi nümunələrdə təyin edirlər. Bunun üçün tədqiq ediləcək şüşədən cilalanmış səthli və spirt və ya efirlə təmiz yuyulmuş nümunə götürülür, cilalanmış səthin təmizliyinə mikroskopla nəzarət edilir. Sonra nümunə eksikatora suyun və ya turşunun üzərində

yerləşdirilir. Eksikator müəyyən olunmuş temperatura malik hava termostatında qoyulur. Hərdənbir nümunə çıxarılır, yenidən mikroskop altında baxılır. Şüşənin səthində görünən dağılma izlərinin yaranmasına sərf olunan vaxt onun kimyəvi davamlılığını xarakterizə edir. Şüşənin kimyəvi davamlılığı kəskin temperatur dəyişməsi ilə dəyişir, temperatur  $1^\circ$  artdıqda şüşənin dağılma tezliyi 15-30% artır. Su ən güclü dağıldıcı təsiri  $100^\circ\text{C}$ -dən yuxarı temperaturda göstərir.

Silikat şüşələrin kimyəvi davamlılığı əsasən onun tərkibindəki  $\text{SiO}_2$ -nin və qələvi oksidlərinin miqdarı ilə təyin olunur. Silisium oksidi həmişə şüşənin kimyəvi davamlılığını əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Qələvi oksidləri isə əksinə azaldır.

Qələvili silikatlar daha az davamlıdır. Buna görə də litiumlu-natriumlu və kaliumlu silikatlardan birincilər nisbətən davamlı, sonuncular isə daha az davamlıdırlar. Onların belə münasibətləri təkcə suya, turşu və qələvi məhlullarına qarşı deyil, həmçinin flüorit turşularına qarşıdır. Diqqətəlayiqdir ki, qələvi silikatlarının ərinmiş halda yüksək temperaturda qazabənzər  $\text{CO}_2$ -nə qarşı münasibəti də eynidir. Karbonlu qaz yüksək temperaturda yüksək təzyiq altında silikatlarla qarşılıqlı əlaqəyə girərək, silisiumu sıxışdırıb çıxarmaqla karbonatlar yaradır. Karbonatın miqdarı eyni şəraitdə kalium silikatları üçün daha çox, litium silikatları üçün daha azdır. Şüşənin tərkibində 2 qələvi oksidi olarsa, onun kimyəvi davamlılığı həmin oksidlərdən tərkibində ekvivalent miqdarda biri olan şüşəninkindən yüksəkdir. Bu hal neytrallaşdırma effekti və ya iki qələvi effekti adlanır. İki qələvi effektinin miqdarı qələvinin təbiətindən onların şüşədəki ümumi miqdardan və şüşənin kimyəvi tərkibindən asılıdır.

İkivalentli metal silikatları daha çox davamlıdır. Onlardan yüksəkdavamlı – Ca və Mg silikatları nisbətən az davamlı – barium və qurğuşun silikatlarıdır.

Yüksək davamlılığa malik olanlar alümosilikatlar və bəzi borsilikatlarıdır ki, bunların tərkibində az miqdarda  $\text{B}_2\text{O}_3$  ( $\approx 12\%$ ) və çox miqdarda  $\text{SiO}_2$  vardır.

Geniş yayılmış sadə natrium-kalsium silikatlı şüşələrdən davamlısı tərkibində kifayət qədər  $\text{SiO}_2$  və mümkün qədər az qələvi oksidi olanlardır.

Tərkibi  $x \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot y \cdot \text{CaO} \cdot z \cdot \text{SiO}_2$  olan şüşə kütləsindən aşağıdakı nisbətdə kifayət qədər davamlı şüşə alınır.



$$z = 3 \left( \frac{x^2}{y} + y \right)$$

Natrium-kalsium silikatlı şüşələr arasında suya, həmçinin soda məhluluna qarşı kifayət qədər davamlılığı aşağıdakı tərkibdə olanlardır: (%-lə) SiO<sub>2</sub> -75, CaO-10, Na<sub>2</sub>O-15-nin Na<sub>2</sub>O-nin iki və dördvalentli oksidlərlə əvəz edilməsi həmişə kimyəvi davamlılığın artmasına səbəb olur. Buna görə də Na<sub>2</sub>O-nin SiO<sub>2</sub> –lə, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> və ZrO<sub>2</sub> əvəz olunması şüşədə suya, turşu məhluluna və qələviyə qarşı davamlılığı daha çox artırır.

Şüşəbişirmə praktikasında kimyəvi davamlılığın artırılması üçün adətən qələvi oksidinin miqdarını azaldırlar. Lakin qələvi oksidinin yuxarıda qeyd olunan həddə qədər azaldılması yolverilməzdir, çünki bu zaman şüşənin özlülüyü artır, bu səbəbdən də bişmə və şəffaflaşma temperaturu da artır. Buna görə də qələvi oksidinin miqdarının azalması şüşədə həmişə bunların yerinə bu və ya başqa oksidin tərkibə qatılmasına yönəldilir. Belə ki, şüşənin kimyəvi davamlılığın artması ilə yanaşı, onun bişmə temperaturu o qədər də artmasın. Bu nöqtəyi nəzərdən qələvi oksidlərinin bor anhidridi (10-11%-ə yaxın) və ya titan ikioksidlə əvəz olunması məqsədəuyğundur; qələvi oksidinin qurğuşun oksidi və barium oksidi ilə əvəz olunması isə az qiymətlidir.

Qələviyə davamlılıq şüşənin tərkibində SiO<sub>2</sub> və CaO-nin miqdarının artması və ZrO<sub>2</sub> və BeO daxil edilməsi ilə yüksəlir. Tərkibində əhəmiyyətli miqdarda BaO, MgO və TiO olan şüşə az qələviyə davamlılığa malikdir. Ən mürəkkəb tərkibli şüşənin su buxarına qarşı kimyəvi davamlılığı yenə də tərkibindəki qələvinin miqdarı ilə qiymətləndirilir. Qələvinin miqdarı nə qədər çoxdursa, su buxarına qarşı şüşənin kimyəvi davamlılığı daha aşağı olacaq. Əksinə, tərkibində qələvi oksidi olmayan və ya az olan şüşə ən zəif turşulu sulu məhlulun təsirinə qarşı davamsız, əvəzində isə su buxarının təsirinə qarşı çox davamlı ola bilər.

Aparılan tədqiqat işləri göstərir ki, silikat şüşənin səthinin turşu ilə emalı onun kimyəvi davamlılığını 10 dəfələrlə artırır. Bundan başqa əgər emal turşuları ilə şüşənin səthi 400-450° temperatura qədər qızdırılırsa, bu zaman silisiumlu təbəqənin bərkiməsi ilə şüşə səthinin kimyəvi davamlılığı daha çox artar.

### 3.2. Xammalların şüşə məmulatlarının fiziki xassələrinə təsirinin ekspertizası

**Şüşənin sıxlığı.** Şüşənin sıxlığı digər materiallarda olduğu kimi vahid həcmə düşən kütləni ifadə edir və onun tərkibinə daxil olan komponentlərin sıxlığından asılı olaraq 2,2-6,0 q/sm<sup>3</sup> hədlərində dəyişə bilər. Sıxlıq göstəricisinə əsasən şüşə materialının təbiəti haqqında müəyyən fikir yürütmək olar. Belə ki, təmiz kvars şüşələrinin sıxlığı 2,2q/sm<sup>3</sup>, natrium-əhəngli şüşələrin sıxlığı 2,5 q/sm<sup>3</sup>, büllur şüşələrin sıxlığı isə 3,5-6,0q/sm<sup>3</sup> təşkil edir.

Tərkibində ağır metalların oksidləri - PbO, BaO, ZnO – olan şüşələr daha yüksək sıxlığa malikdirlər. Şüşə materiallarının sıxlığı həm də temperaturdan asılıdır: temperaturartan zaman materialın sıxlığı azalır.

Şüşə materiallarının sıxlığının onun tərkibindən asılılığı aşağıdakı formula ilə ifadə edilir:

$$\frac{100}{C_{\text{ş}}} = \frac{P_1}{c_1} + \frac{P_2}{c_2} + \frac{P_3}{c_3} + \dots,$$

Burada,  $C_{\text{ş}}$  – şüşənin sıxlığı;

$P_1, P_2, P_3$  – şüşənin tərkibinə daxil olan oksidlərin %-lə miqdarı;

$c_1, c_2, c_3$  – şüşənin tərkibinə daxil olan oksidlərin sıxlıq əmsalları (cədvəl 3.1).

Cədvəl 3.1

**Şüşənin tərkibinə daxil olan oksidlərin sıxlıq əmsalları**

Oksidlər	c	Oksidlər	c
Na <sub>2</sub> O	3,1	PbO	10,28
K <sub>2</sub> O	3,02	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,89
MgO	3,28	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,8
CaO	4,38	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,31
ZnO	6,01	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,02
BaO	7,18	SiO <sub>2</sub>	2,21

Şüşə materiallarının sıxlığı yüksək dəqiqliklə, yəni yüzdəbir və ya mində bir dəqiqliklə ifadə edilir. Şüşə materiallarının sıxlığının təyin olunmasında ən geniş yayılmış metod kimi hidrostatik tərəzidə çəkmək və ya flotasiya üsulundan istifadə

edilir. Flotasiya üsulu ilə şüşə materiallarının sıxlığını təyin edən zaman sıxlığı nümunənin sıxlığından az və ya çox olan iki maye qarışığından istifadə olunur.

Təcrübə zamanı maye qarışığında yerləşdirilən şüşə nümunəsi tarazlıq vəziyyətində olduqda həmin maye qarışığının sıxlığı şüşənin sıxlığı kimi qəbul edilir. Maye qarışığının sıxlığını təyin etmək üçün piknometrdən istifadə olunur.

Şüşə materiallarının sıxlığını hidrostatik tərəzidə çəkməklə də təyin edirlər bu zaman məlum sıxlıqlı maye və ya məhlullardan istifadə edilir. Şüşə nümunəsi əvvəlcə havada, sonra isə mayədə çəkilir.

Mayenin və ya məhlulun sıxlığını bilməklə, şüşə nümunəsinin çəki itkisini müəyyən etməklə sıxlıq aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$C_s = \frac{m_1 \cdot C_m}{m_1 - m_2}$$

Burada,  $C_s$  – şüşənin sıxlığı;

$m_1$  – şüşə nümunəsinin havada çəkisi;

$m_2$  – şüşə nümunəsinin mayədə və ya məhlulda çəkisi;

$C_m$  – mayenin və ya məhlulun sıxlığıdır.

**Şüşənin upruqluğu.** Şüşə materiallarının upruqluğu vacib mexaniki xassələr sırasına aid edilir. Bu xassə upruqluq modulu ilə xarakterizə edilir ( $E$ , MPa), hansı ki, bu da düzbucaqlı en kəsiyinə malik olan şüşə nümunəsinin əyilmə oxuna əsasən təyin olunur və aşağıdakı düsturla ifadə edilir:

$$E = \frac{Pl}{4fba^3}$$

Burada:  $E$  – upruqluq modulu, kq/mm<sup>2</sup>-lə;  $P$ - nümunəyə təsir edən yük, kq-la;  $l$  - dayaqların mərkəzi arasındakı məsafə mm-lə;  $f$  - əyilmə oxu, mm-lə;  $b$  - nümunənin enimm-lə ;  $a$  - nümunənin qalınlığı, mm-lə.

Upruqluq modulu göstəricisi şüşə məmulatlarının kimyəvi tərkibindən asılı olaraq 470-dən 860 MPa-a qədər intervalda dəyişə bilər. Kvars şüşələrində bu göstərici kifayət qədər yüksək olmaqla 650-720MPa intervalında tərəddüd edir. Şüşənin upruqluq modulunu CaO və B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (tərkibə 12%-ə qədər əlavə etdikdə) yüksəldir, həmçinin şüşənin tərkibində MgO, ZnO, BaO, PbO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oksidlərinin

olması upruqluq modulunun artmasına səbəb olur. Qələvi oksidləri oksidləri isə əksinə şüşənin upruqluq modulunun azalmasına səbəb olur.

Qeyd etmək lazımdır ki, istənilən tərkibli şüşənin upruqluq modulunu onun tərkibinə daxil olan oksidlərin xüsusi əmsallarını nəzərə almaqla additivlik metoduna əsasən də hesablamaq olar. Şüşə məmulatlarının mexaniki xassələrinin ekspertizası zamanı müqayisə üçün bu üsuldan geniş istifadə edirlər.

Upruqluq modulunun göstəricilərinə əsasən şüşə məmulatlarının termiki davamlılığını və möhkəmliyini xarakterizə etmək olar. Şüşənin upruqluq modulu nə qədər yüksək olarsa, onun möhkəmliyi də bir o qədər yüksək olar, yüksək gərginlik zamanı az deformasiyaya uğrayar, termiki davamlılığı daha çox olar.

**Möhkəmlik** – şüşə material və məmulatlarının ən vacib mexaniki xassəsidir. Bu xassədən asılı olaraq şüşə material və məmulatlarının mexaniki təsir altında istifadə imkanları müəyyən edilir. Şüşə materiallarının dartılma zamanı, sıxılma zamanı, əyilmə zamanı və s. möhkəmlik həddi göstəriciləri fərqləndirilir. Müxtəlif növ yüklərin təsirinə qarşı şüşə materiallarının cavab reaksiyası fərqlidir, belə ki bir material kimi şüşə sıxılmaya qarşı yaxşı, dartılma və əyilməyə qarşı isə pis müqavimət göstərir.

Sıxılma zamanı şüşənin dağılmasına səbəb olan gərginliyin qiyməti 50-200MPa intervalında dəyişir, hansı ki, bu da şüşənin dartılması zamanı yaranan möhkəmlik həddindən 15-20 dəfə yüksəkdir. Sıxılma zamanı möhkəmlik şüşənin tərkibinə alüminium, manqan, silisium oksidləri daxil edən zaman yüksəlir, qələvi oksidləri təkibə əlavə etdikdə isə azalır.

Şüşənin dartılması zamanı davam gətirdiyi dağıdıcı gərginlik 3,5-9MPa hüdudunda dəyişir və bu göstərici şüşənin kimyəvi tərkibindən, səthinin hansı vəziyyətdə olmasından və sınaq nümunəsinin diametrindən asılıdır. Şüşə materialının və ya məmulatının səthində çox xırda cızıq və çatların olması, onun dartılma zamanı möhkəmliyini kəskin şəkildə azaldır. Şüşə saplarının dartılma möhkəmliyi onların diametrinin azalması ilə əhəmiyyətli dərəcədə artır (xüsusilə 8 mkm-dən az olduqda). Beləliklə şüşə saplarının diametri 0,1-dən 0,03 mkm-ə qədər azaldıqda dağılma gərginliyi 5-10 mkm-ə qədər artır.

Dartılma möhkəmliyi şüşənin tərkibində CaO, BaO, PbO və Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oksidləri olduqda yüksəlir. Şüşənin tərkibində bor oksidinin miqdarı 15%-ə qədər olduqda möhkəmlik artır, 15%-dən yuxarı olduqda isə kəskin şəkildə azalır.

Şüşənin möhkəmliyini bərkidilmə, cilalama, aşılama, ion dəyişmə və s. kimi termiki emal üsulları ilə də yüksəltmək olar. Bərkidilmiş şüşələrin möhkəmliyi tavlandırılmış şüşələrin möhkəmliyindən 3-4 dəfə yüksək olur. Belə ki, bərkidilmə zamanı şüşənin üst səthi təbəqəsində böyük, lakin bərabər paylanmış gərginlik yaranır ki, bu da çat və cızıqların yayılmasının qarşısını alır.

Şüşənin səthinin əvvəlcədən aşındırıcı turşularla və ya duz məhlulları qarışığı ilə emal olunması zamanı şüşənin səthində olan nöqsanlar kənarlaşdırılır, kimyəvi tərkibin dəyişməsi hesabına üz təbəqə möhkəmlənir, bununla da şüşənin dartılma möhkəmliyi 4-5 dəfə artır.

Havada bərkidilmə zamanı şüşənin möhkəmliyinin yüksəlməsi üst təbəqədə sıxılma möhkəmliyinin artması və şüşənin bəzi struktur xüsusiyyətləri ilə izah olunur.

Bərkidilmiş şüşənin möhkəmliyi aşağıdakı asılılıqla ifadə oluna bilər:

$$\delta_{bark.}^b = \delta_{tav.}^b + \frac{x\Delta}{\beta}$$

Burada:  $\delta_{tav.}^b$  – tavlandırılmış şüşənin möhkəmliyi MPa;  $x$  – səthi gərginliyin bərkidilmiş şüşənin orta zolağındakı gərginliyə olan nisbətinin mütləq qiymətidir;  $\Delta$  – bərkidilmə dərəcəsi;  $\beta$  – şüşənin optiki sabitidir.

Şüşənin bərkidilmə dərəcəsi ilə onun fiziki-mexaniki xassələri arasında mürəkkəb asılılıq mövcuddur.

Şüşənin möhkəmliyi onun səthinin alovla cilalanması zamanı da yüksəlir, hansı ki, bu zaman mikroçatlar dolur və möhkəmlik artır.

Turşu ilə aşındırmadan sonra natrium – kalsiumlu şüşədən olan millərin möhkəmliyi 100-dən 2100 MPa-a qədər yüksəlməsi müşahidə edilmişdir. Lakin şüşə nümunələrinin yağda tez soyudulması zamanı möhkəmlik 700 MPa-la qədər azalır, belə ki, şüşənin səthində yeni mikroçatlar yaranır. Təkrar aşınmadan sonra şüşə millərin möhkəmliyi bərpa edilir; bu zaman səthdəki çatlardan dərinliyi əhəmiyyət kəsb edir. 10-15 mkm dərinlikdə aşındırma zamanı möhkəmlik yüksəlir.

Şüşələrin möhkəmləndirilməsinin daha perspektivli metodu – silisium-üzvi mayeərdə 20%-li əridici turşularla aşındırmaqla bərkidilmə hesab edilir. Bu zaman şüşənin səthində silisiumoksidli polimer plyonka yaranır, mikroçatlar kənarlaşır, nəticədə şüşənin möhkəmliyi bir-neçə dəfə yüksəlir.

Şüşənin üst (səthi) təbəqəsində gərginlik onun tərkibinə diffuziya üsulu ilə litium ionları daxil edən zaman yüksəlir, belə ki, bu ionlar natrium və kalium ionları ilə birləşir və möhkəmlik artır. Tərkibində müəyyən olunmuş miqdarda alüminium və silisiumun olması β-spodumen kristallarının yaranmasına səbəb olur ki, bu da möhkəmliyin yüksəlməsini şərtləndirən sıxılma gərginliyinin yaranmasını artırır. Belə ki, bu zaman şüşənin əyilmə möhkəmliyi 100-dən 140 MPa-la qədər yüksələl bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, möhkəmliyin rtması ilə şüşənin termiki davamlılığı da yüksəlir.

Cədvəl 3.2

**Şüşənin möhkəmliyinin hesablamaq üçün müxtəlif oksidlərin əmsalları, dartılma zamanı (F) və sıxılma zamanı (f)**

Oksidlər	F	f	Oksidlər	F	f
Na <sub>2</sub> O	0,02	0,6	ZnO	0,15	0,6
K <sub>2</sub> O	0,01	0,05	BaO	0,05	0,62
MgO	0,01	1,1	PbO	0,025	0,48
CaO	0,2	0,2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,05	1
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,065	0,9			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,075	0,76			
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03	-			
SiO <sub>2</sub>	0,09	1,23			

**Kövrəklik** – şüşə materiallarının dağıdıcı gərginliyi aşan zərbənin təsiri nəticəsində heç bir dəyişikliyə uğramadan, ani olaraq dağılma qabiliyyətidir. Kövrəklik şüşə məmulatlarının uzunömürlülüüyü xarakterizə edən vacib göstəricilərdən biridir. Bu göstərici şüşə nümunəsinin dağılmasına sərf edilən iş ilə ifadə edilir və aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$S = \frac{\Sigma \cdot m \cdot h}{V}$$

Burada -  $\Sigma$ –nümunənin dağılmasına sərf olunan işin qiyməti, C; m - nümunəyə təsir edən kürəciyin kütləsi,kq; h - kürəciyin düşmə hündürlüyü, m; V - nümunənin həcmi m<sup>3</sup> –lə.

Şüşə bir material kimi kövrək materialdır ki, bu da onun tətbiq sahələrini məhdudlaşdırır. Müxtəlif tərkibli şüşələrin kövrəkliyi eyni deyildir. Məsələn, pəncərə şüşələrinin kövrəkliyi – 0,1-0,25 MPa təşkil edir, büllur şüşələrin kövrəkliyi isə daha yüksəkdir. Şüşənin tərkibində  $B_2O_3$ –ün miqdarı 15%-ə qədər olduqda kövrəklik 6-7 dəfə azalır, 15%-dən yüksək olduqda isə kəskin şəkildə artır. Şüşə kütləsinin tərkibinə MgO,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  oksidlərini əlavə etdikdə kövrəklik azalır.

Şüşəni kövrəkliyi xeyli dərəcədə nümunənin qalınlığından, bircinsliyindən və termiki emaldan asılıdır. Qalınlığın və bircinsliyin artması ilə şüşənin zərbəyə qarşı müqaviməti də yüksəlir. Bərkidilmiş şüşələrin zərbəyə qarşı möhkəmliyi 5-7 dəfə artır. Buna görə də məişət təyinatlı şüşələr bərkidilmə əməliyyatından keçirilir.

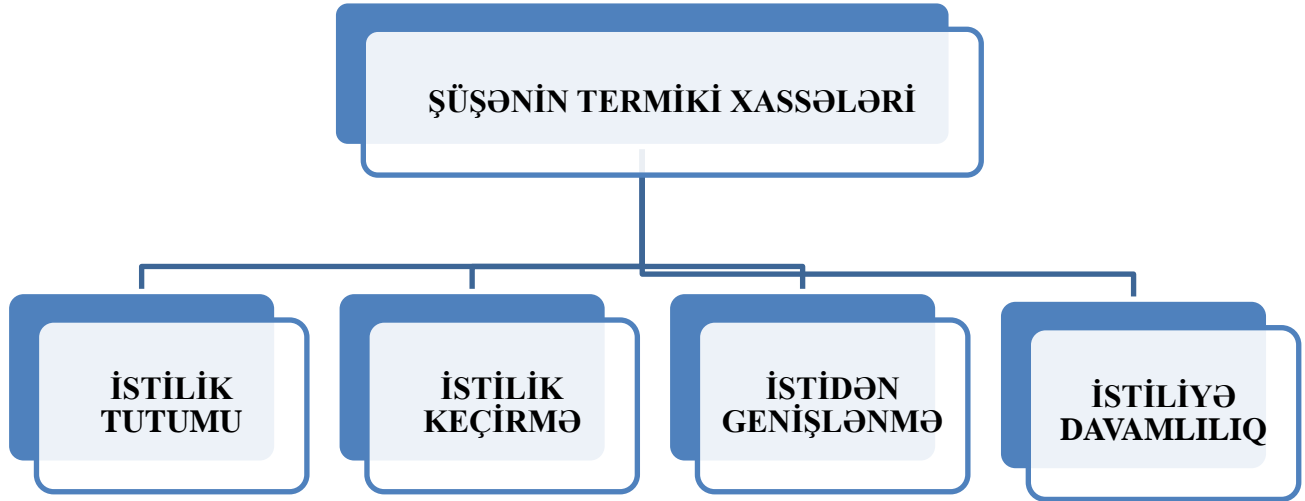
**Bərklik** – şüşə materialının ona başqa bir cismlə müəyyən edilmiş yük altında təsir edən zaman müqavimət göstərmək qabiliyyətini xarakterizə edir. Bu xassə şüşə materiallarının emal üsulunun və vasitələrinin müəyyən olunmasında və onların istifadə şəraitinin təyin edilməsində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Ən bərk şüşələrə kvars şüşələri, yüksək alüminiumlu şüşələr və bor şüşələri aid edilir. Ən yüksək şüşələr isə büllur və tərkibində qələvi oksidləri yüksək olan şüşələrdir. Şüşənin bərkliyi nə qədər yüksək olarsa onun səthində cızıqlar zədələr daha az olar və məmulat öz parlaqlığını daha çox qoruyub saxlaya bilər, həmçinin mexaniki davamlılığı da yüksək olar.

Şüşənin bərkliyi təzyiqlə, cızma, cilalama və s. kimi üsullarla təyin edilir. Minerallar şkalası üzrə şüşənin bərkliyi 5 – 7 arasında (apatit və kvars) aralığında yerləşir.

### 3.3. Şüşə məmulatlarının termiki və optiki xassələrinin kimyəvi tərkibdən asılılığının ekspertizası

Şüşə məmulatlarının *termiki xassələri* bir-neçə göstəricilərlə xarakterizə edilir (şəkil 3.1).



Şəkil 3.1. Şüşənin termiki xassələri

Şəkildən göründüyü kimi şüşənin termiki xassələrinə istilik tutumu, istidən həcmi və xətti genişlənmə, istilikkeçirmə termiki davamlılıq kimi xassələr aid edilir.

**İstilik tutumu** xassəsi şüşənin kimyəvi tərkibindən və molekullar arasındakı əlaqənin təbiətindən asılıdır. Şüşənin kimyəvi tərkibi ilə onun istilik tutumu arasında xətti asılılıq mövcuddur. Şüşənin tərkibində ZnO, Li<sub>2</sub>O və B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oksidlərinin miqdarının artması ilə istilik tutumu artır, tərkibə PbO və BaO daxil etdikdə isə azalır. Temperaturun artması ilə, xüsusi ilə struktur daxili dəyişmələr intervalında, istilik tutumu yüksəlir. Şüşənin istilik tutumu 0,3-dən 1,05 kC/(kq °C) hədlərində dəyişir. Bu göstərici kolorimetrin köməyi ilə təyin olunur və orta riyazi düstura əsasən hesablanır.

**İstilikkeçirmə** - şüşənin istilikkeçirməsi 0,7-1,4 Vt/(m°C) təşkil edir ki, bu da misin istilikkeçirməsindən 400 dəfə aşağıdır. Bu göstərici də şüşənin tərkibindən asılıdır. Tərkibdə silisium oksidini digərləri ilə əvəz etdikdə istilikkeçirmə azalır. Temperaturun artması ilə bu göstərici artır, yumşalma temperaturuna qədər qızdırıldıqda isə istilikkeçirmə iki dəfə yüksəlir. Buna görə də istilikkeçirməni müəyyən



temperatur intervalında öyrənmək nəzərdə tutulur. Belə ki, istilikkeçirmə temperatura proporsionaldır.

**İstidən genişlənmə** xətti ( $\alpha$ ) və həcmi( $\beta$ ) genişlənmə əmsalları ilə xarakterizə olunur. Bu göstəricilər şüşə nümunəsinin  $1^{\circ}\text{C}$  qızdırılması zamanı uzunluğunun və həcmnin necə dəyişməsinə göstərir. Həcmi genişlənmə əmsalı xətti genişlənmə əmsalının üç mislinə bərabərdir.

İstidəngenişlənmə əmsalı şüşə məmulatlarının qaynar emal rejiminin, onların istismar şəraitinin müəyyən olunmasında, rəngli şüşələrin, iki və üçqatlı şüşələrin, elektrik lampalarının alınmasında, şüşənin müxtəlif materiallarla, keramika ilə qaynaq edilməsində və s. vacib göstərici hesab edilir. Bütün bu hallarda şüşənin və digər materialların termiki genişlənmə əmsalları eyni olmalı təkcə mütləq qiymətlərinə görə deyil, həm də müxtəlif temperaturlarda dəyişmə xarakterinə görə də ciddi şəkildə uyğunlaşdırılmalıdır.

İstidən genişlənmə əmsalı şüşənin kimyəvi tərkibindən və temperaturundan asılı olaraq dəyişir. Qələvi oksidlər bu xassə göstəricisini kəskin yüksəldir,  $\text{MgO}$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  oksidləri isə hiss ediləcək dərəcədə azaldır. Termiki genişlənmənin qiyməti geniş hdlərdə -  $5,8 \cdot 10^{-7}$ -dən (kvars şüşələrində)  $70-90 \cdot 10^{-7}$  -yə qədər dəyişir. Termiki genişlənmə şüşənin termiki davamlılığına mənfi təsir edir: termiki genişlənmə nə qədər yüksək olarsa temperatur dəyişmələrində şüşə bir o qədər tez dağılır.

**İstiliyədavamlılıq** – şüşə məmulatlarının dağılmadan kəskin temperatur dəyişmələrinə davam gətirmə qabiliyyətidir. Bu göstərici məişət və texniki təyinatlı şüşə məmulatlarının qiymətləndirilməsində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir, onların uzunömürlülüyünə təsir edir. Termiki davamlılıq bir-sıra amillərdən və şüşənin xassələrindən asılıdır: termiki genişlənmə, istilikkeçirmə, dartılma zamanı möhkəmlik, upruqluq modulu, istilik tutumu, məmulatın qalınlığı və forması, şüşənin bircinslilik dərəcəsi vəs. Buna görə də hazır şüşə məmulatlarının termiki davamlılığının onların real istismar şəraitlərinə uyğun temperaturda təyin olunması məqsədəuyğun hesab edilir. Bu göstərici temperaturun uyğun dərəcədə dəyişməsi zamanı məmulatların davam gətirdiyi istilik növbələşmələrinin sayı ilə müəyyən edilir. Bundan başqa

istiliyə davamlılıq haqqında məmulatın dağılmasının baş verdiyi temperaturlar fərqi vəək olar. digər göstəricilərə əsasən də fikir yürütmək olar.

İstiliyə davamlılıq nə qədər yüksəkdirsə istidən genişlənmə aşağıdır, istilikkeçirmə və dartılma zamanı möhkəmlik isə yüksəkdir. Kvars şüşələri ən yüksək istiliyə davamlılığı və az istilikdən genişlənməsi ilə xarakterizə olunur. Məmulatın upruqluq modulu, şüşənin kimyəvi tərkibinə və qalınlığına görə qeyri-bircinsliliyi yüksəldikcə termiki davamlılıq aşağı düşür. Tərkibində qələvi oksidəri az olan, bor və titan oksidləri çox olan şüşə məmulatları yüksək istiliyə davamlılığa malik olurlar.

Şüşə məmulatlarının istiliyə davamlılığı həmçinin onların səthinin vəziyyətindən də asılıdır: səthdə cızıq, çat və digər nöqsanlar olduqda termiki davamlılıq azalır. Nöqsanların kənarlaşdırılması, o cümlədən istiliyə davamlılığın yüksəlməsi üçün məmulatlar termiki emaldan keçirilir, daha sonra isə əridici turşularla aşındırılır. İti tillərə və çıxıntılara malik olan məmulatların istiliyə davamlılığı aşağı olur.

Şüşə məmulatlarının termiki davamlılığını müqayisəli qiymətləndirmək üçün laboratoriya sınaqları ilə yanaşı bəzən termiki davamlılıq (T) əmsalından da istifadə edirlər ki, bu da aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$T = \frac{\delta_{bdart}}{\alpha \cdot E} \sqrt{\frac{\lambda}{c\rho}}$$

Burada:  $\delta_{bdart}$  – şüşənin dartılması zamanı dağıdıcı gərginlik, MPa;  $\alpha$  – xətti genişlənmə əmsalı; E- upruqluq modulu, MPa;  $\lambda$  – istilikkeçirmə əmsalı, Vt/(m°C); c- xüsusi istilik tutumu, kC/(kq°C);  $\rho$ – sıxlıq, kq/sm<sup>3</sup>.

Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, istiliyə davamlılıq dartılma möhkəmliyi və istilikkeçirmə ilə düz, termiki genişlənmə və upruqluq modulu ilə tərs mütənasibdir.

Məmulatların istiliyə davamlılığının onun divarının qalınlığından asılılığını müəyyən etmək üçün aşağıdakı düsturdan istifadə etmək olar:

$$x = \frac{T}{\sqrt{a}}$$

burada, x – qızdırıb-soyutma zamanı məmulatın davam gətirdiyi temperaturlar fərqi, °C; T – məmulatın hazırlandığı şüşənin istiliyə davamlılığı, °C; a – məmulatın divarının qalınlığı, mm-lə.

Qeyd etmək lazımdır ki, şüşələrin tez qızdırılmaya qarşıgöstərdiyi müqavimət kəskin soyudulmaya qarşı göstərdiyi müqavimətdən daha yüksəkdir. Bu onunla izah edilir ki, tez soyudulma zamanı şüşənin üst təbəqəsində yüksək dartılma gərginliyi yaranır, ancaq daxildə, nisbətən isti qatda isə sıxılma gərginliyi yaranır. Soyudulma zamanı temperaturun aşağı düşməsi nəqədər yüksəkdirsə, bu gərginlik də bir o qədər yüksək olacaqdır. Üst təbəqəd yaranan dartılma gərginliyi daxili qatda yaranan daha yüksək sıxılma gərginliyinə davam gətirə bilmir və nəticədə şüşə dağılır.

Şüşənin tez qızdırılması zamanı isə üst təbəqədə sıxılma gərginliyi, daxili təbəqədə isə dartılma gərginliyi yaranır. Bu halda sıxılma gərginliyi daxili qatda yaranan az miqdarda dartılma gərginliyinə asanlıqla davam gətirir və buna grə şüşə məmulatının dağılması baş vermir.

**Şüşənin optiki sabitləri.** Şüşənin optiki sabitləri dedikdə onun işıq sındırma əmsalı, ümumi və xüsusi dispersiya və dispersiya əmsalları göstəriciləri nəzərdə tutulur. Sındırma və dispersiya göstəricilərinin qiyməti təyin edilmiş dalğa uzunluğuna aid edilir. Daha çox natrium buxarı spektrinin, dalğa uzunluğunu  $\lambda_D = 589,3m\mu$  olan D xəttinin (sarı şüa) şüalarından, C xəttinin şüalarından (qırmızı şüa)  $\lambda_C = 656,3m\mu$  və F xəttinin şüalarından  $\lambda_F = 486m\mu$  və başqaları istifadə edilir.

Adətən sındırma göstəricisi natriumun D xəttinin şüaları üçün verilir və  $\lambda_D$  ilə işarə edilir.

$P_F - P_C$ -nin qiyməti orta dispersiya adını daşıyır.

$P_D - P_C$  və  $P_F - P_D$  xüsusi dispersiyalar adlanır.

$$\frac{n_D - 1}{P_F - P_C} = \hat{V} \quad - \text{dispersiya əmsalı adlanır.}$$

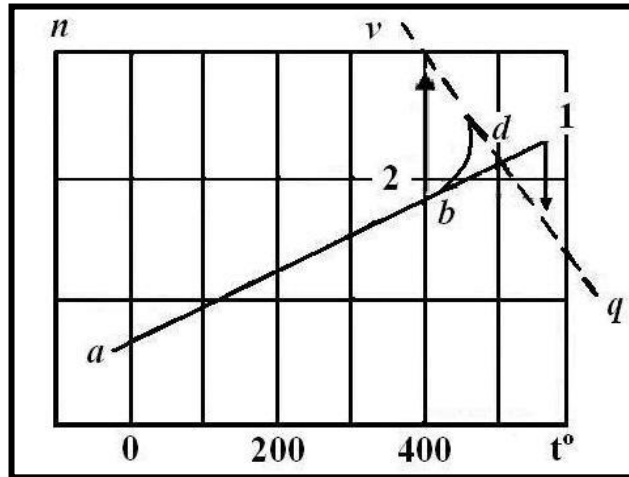
Mineral şüşələr optiki sabitliyə münasibətdə müstəsna qiymətli xassələr sırasına malik olurlar:

- 1) Onlar böyük hissələrdə tamamilə bərabər optiki xassələrə malik ola bilirlər.
- 2) Kimyəvi tərkibi dəyişməklə əvvəlcədən müəyyən edilmiş (müəyyən hədlərdə) optiki sabitliyə malik olurlar.

3) Daimi optiki şüşələr zaman keçdikcə dəyişirlər və az temperatur əmsalına malik olurlar.

Sındırma göstəricilərini ölçmək üçün adətən ya Abbe refraktometrindən ( $\pm 0,002$  dəqiqliklə), ya Pulfrix refraktometrindən ( $\pm 0,0002$  dəqiqlikdə), ya da (daha dəqiq ölçmə zamanı) saniyəli bucaqölçəndən, qonimetrdən istifadə edirlər ki, bu  $\pm 0,00002$  dəqiqliklə ölçü aparmağa imkan verir.

**Sındırma əmsalının temperaturdan asılılığı.** Sındırma göstəricisi ( $n$ ) temperaturun artması ilə böyüyür (şəkil 3.2 a,b) və şüşənin yumşalma temperaturuna yaxın temperaturda o, özünə məxsus dəyişkənliyə məruz qalır. Bu sahədə hər temperatur öz bərabərçəkili molekul strukturuna uyğun gəlir, həm də şüşəyəbənzər sistem yaratmağa cəhd edir. Bu bərabərçəkiyə nail olma sürəti şüşənin özlülüyünü təyin edir.



Şəkil 3.2. Şüşənin sındırma göstəricisinin temperaturdan asılılığı

Şüşə strukturası bərabərçəkili vəziyyətini aldıqdan sonra, şüşənin həmin temperaturda saxlanması onun xassəsini dəyişməyəcək. Bu vəziyyətdə şüşə sabitləri tarazlıq sabitləri adlanır.

Akademik A.A.Lebedev və A.N.Stocarov təsdiq etmişlər ki, şüşənin tarazlıq halında sındırma göstəricisi temperaturun azalması ilə azalır və ondan xətti asılıdır. Şəkil 3.2-dəki bq xətti sındırma göstəricisinin tarazlıq xətti adlanır.

Şüşənin yüksək özlülüyünün sistemi bərabərçəkili vəziyyət almaqla imkan vermədiyi temperaturda sındırma göstəricisi şüşənin belə aşağı temperaturda saxlanması zamanı dəyişmir. Temperatur dəyişməsi ilə sındırma göstəricisinin dəyişməsi bu

sahədə düzxətl boyunca artandır (ab düz xətti), başqa sözlə tarazlıq göstəricisinin əks gedişidir. Bu düz xətt sındırma göstəricisinin təmiz temperatur dəyişməsidir.

Əgər şüşə hissəsi yumşalmaya yaxın temperatura qədər tez qızdırılsa və bu temperaturda saxlansa sındırma göstəricisi temperaturdan asılı olaraq artıb azalacaqdır. Əgər bu temperaturda nümunənin ilkin sındırma göstəricisi verilmiş temperaturda tarazlıq göstəricisindən (1 nöqtəsi) çox olarsa, nümunənin həmin temperaturda saxlanması zamanı onun sındırma göstəricisi o vaxta qədər azalacaq, nə qədər ki, tarazlıq sındırma göstəricisi yaranmamışdır, başqa sözlə tarazlıq xətti alınmamışdır.

Əgər təcrübə temperaturunda başlanğıc sındırma göstəricisi tarazlıqdan aşağıdırsa, onda o tarazlıq xəttinə yaxınlaşmaqla artacaq (2 nöqtəsi). Nümunənin qızdırılma prosesində yanma temperaturuna yaxın temperatur oblastında sındırma göstəricisinin dəyişməsi temperatur və struktur dəyişməsi nəticəsində eyni vaxtda baş verəcəkdir. Bu halda dəyişmə ab əyrisi ilə verilə bilər (şəkil 3.2).

**İşıq sındırma göstəricisinin şüşənin kimyəvi tərkibindən asılılığı.** Optiki şüşəbişirmənin qarşısında duran əsas vəzifələrdən biri müxtəlif optiki sabitliyə malik geniş çeşidli şüşənin hazırlanmasıdır. Bu tapşırığın həlli müxtəlif şüşəyaradıcı oksidlərin şüşənin optiki sabitliyinə təsiri haqqında biliklərimizin zənginləşdirilməsi ilə mümkündür. Hazırkı dövrdə demək olar ki, bütün elementlərin oksidlərinin şüşənin sındırma və dispersiya göstəricilərinə təsiri (silikat şüşələrində) tədqiq olunmuşdur. Çoxsaylı eksperiment materialların tədqiqatına əsaslanmaqla şüşələrin optiki sabitliyinin onun tərkibindən asılılığı haqqında aşağıdakı təklifləri vermək olar:

- oksidlərin miqdarı şüşənin optiki sabitliyinə təsir edir;
- bir çox oksidlərin təsiri keyfiyyətcə eynidir, öz aralarında yalnız kəmiyyət nisbət ilə fərqlənir;
- bu və ya digər oksidin təsiri, şüşənin tərkibinə daxil olan həmin oksidin yaratdığı struktur və kimyəvi komplekslə təyin edilir (şüşənin strukturunda müxtəlif silikatların yaranması).

Sındırma göstəricisini təqribi olaraq aşağıdakı formula ilə hesablamaq olar:

$$n_{st} = n_1P_1 + n_2P_2 + n_3P_3 + \dots,$$

burada  $P_1, P_2, P_3$  – oksidlərin şüşədə miqdarı, %-lə;

$n_1, n_2, n_3$  – bu oksidlərin şüşədəki xüsusi sındırma əmsəlidir.

Xüsusi əmsəllərin qiymətini yalnız verilən seçilmiş şüşə qrupu üçün dəyişməz hesab etmək olar. L.N.Demkin düsturu ilə sındırma göstəricisini mində birə qədər və hərdən daha çox dəqiqliklə hesablamaq olar.

$$M_{st} = \frac{\frac{P_1}{S_1} \cdot m_1 + \frac{P_2}{S_2} \cdot m_2 + \frac{P_3}{S_3} \cdot m_3 + \dots}{\frac{P_1}{S_1} + \frac{P_2}{S_2} + \frac{P_3}{S_3} + \dots}$$

Burada,  $M_{st}$  – nd şüasındırma göstəricisinin qiyməti və ya şüşənin orta dispersiyası  $n_f - n_c$ .

$P_1, P_2, P_3$  – oksidlərin şüşədə miqdarı;

$S_1, S_2, S_3$  – müxtəlif oksidlər üçün əmsəllər;

$m_1, m_2, m_3$  – şüşədə müxtəlif oksidlərin sındırma göstəricisini və ya dispersiyanı xarakterizə edən əmsəllər (Cədvəl 3.2).

Cədvəl 3.2

**Müxtəlif oksidlərin şüşənin sındırma göstəricisini və dispersiyanı hesablamaq üçün əmsəlləri**

Oksidlər	$n_D$	$(n_f - n_c) \cdot 10^5$	S	S qrupu molekullarının çəkisinə uyğun gəlir
SiO <sub>2</sub>	1,475	595	60	SiO <sub>2</sub>
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -[BO <sub>4</sub> ] [BO <sub>3</sub> ]	1,61	750	43	(BO <sub>2</sub> )
	1,64	670	70	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,49	850	102	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,02	4000	170	(SbO <sub>3</sub> )
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,57	1600	198	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
PbO-PbO I	2,46	7700	343	<i>PbO</i> · 2SiO <sub>2</sub>
PbO II	2,46	7700	223	PbO
PbO III	2,5	11600	223	PbO
BaO	2,01	2260	213	BaO SiO <sub>2</sub>
ZnO	1,96	2850	223	2ZnO · SiO <sub>2</sub>
CaO	1,83	1750	86	-
MgO	1,63	1300	100	<i>MgO</i> · SiO <sub>2</sub>
K <sub>2</sub> O	1,58	1200	94	K <sub>2</sub> O
Na <sub>2</sub> O	1,59	1400	62	Na <sub>2</sub> O

Görünür ki, bəzi oksidlərin ədədi qiyməti (məsələn,  $B_2O_3$ ,  $PbO$ ), xüsusilə onların şüşənin tərkibində geniş hədlərdə dəyişir, daimi qalmır, daxil olan oksidin miqdarından və şüşənin kimyəvi tərkibindən asılı olaraq dəyişir. Bu dəyişmələr şüşənin strukturunun dəyişməsi və onda yeni molekulyar quruluşun yaranması ilə bağlıdır. Əmsalların qiyməti fasiləsiz deyil, kəskin şəkildə dəyişir ki, bu da görünür şüşənin strukturunda yeni quruluşun yaranması ilə bağlıdır.

Şüşənin optiki sabitləri haqqında zəngin eksperimental materiallara əsaslanaraq müxtəlif oksidlərin şüşələrinin sındırma göstəricisinə və dispersiyasına təsiri haqqında növbəti təklifləri vermək olar.

Əgər bütün məlum şüşələr onların (optiki sabitlərinə uyğun olaraq) sındırma göstəricisi  $n_D$  dispersiya əmsalı - D diaqramında yerləşdirilsə, onda onlar diaqramın təyin olunmuş sahəsində paylanacaqdır. Adi natrium-kalsium-silikat və borsilikat şüşələri mineral qrupuna aid edilir:  $n_D = 1,48 \div 1,53$  və  $\mathcal{D} = 58 \div 70$ .

Ən yüksək -  $n_D$  göstəricisinə malik və ən kiçik  $\mathcal{D}$  dispersiyasına malik şüşələr səthi ağır flintlər qrupuna malik olanlardır (STF):  $n_D \approx 1,9 \div 2,2$  və  $\mathcal{D} \approx 22 \div 15$ .

Bu şüşələrin tərkibinə  $PbO$ ,  $B_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $WO_3$ ,  $FeO_2$ ,  $Ta_2O_3$  və s. daxildir. Bu şüşələr yüksək kristallaşmaya meyillidirlər.

Daha yüksək  $n_D$  göstəricisinə ( $n_D > 2,3$ ) sulfidli, selenidli və telluridli şüşələr malikdir.  $n_D \approx 1,65 \div 1,9$  və  $\mathcal{D} \approx 35 \div 22$  malik olan şüşələr kifayət miqdarda qurğuşun oksidi, titan ikioksidi və ya volfram üçoksidi olmaqla (tərkibində) – ağır flintlərə aiddir (AF). Tərkibində az miqdarda qurğuşun oksidi olan şüşələrə flintlərdir F ( $n_D = 1,58 \div 1,65$ ,  $\mathcal{D} = 40 \div 35$ ); tərkibində daha az  $PbO$  olanlar – yüngül flintlərdir (YF), onların optiki sabitləri  $n_D = 1,54 \div 1,58$ ,  $\mathcal{D} = 40 \div 47,5$ . Yüksək  $n_D$ , lakin əhəmiyyətli dərəcədə az dispersiyalı şüşələrin tərkibində lantan üçoksidi olur (lantanlı səthi ağır kronlar); kiçik  $n_D$  təqribi eyni dispersiyalı şüşələr tərkibində barium oksidinə malik olur (ağır pronlar  $n_D = 1,56 \div 1,66$   $\mathcal{D} = 52 \div 65$ ) və barium oksidi nə qədər çox olarsa,  $n_D$ -nin qiyməti də yuxarı olacaq. Bariumlu kronlar üçün  $n_D = 1,52 \div 1,56$   $\mathcal{D} = 66 \div 55$ . Sink oksidi və kadmium oksid idə şüşədə  $n_D$  göstəricilərini artırır. Əgər

tərkibə eyni vaxtda PbO və BaO daxil edilərsə, şüşənin optiki sabitləri flintlər və bariumlu kronların sabitlik göstəricilərinin qiyməti aralığında olacaq. Bu şüşələr bariumlu flintlər adlanır: ( $n_{\infty} = 1,52 \div 1,67$ ,  $\vartheta = 35 \div 56$ ).  $n_D$  göstəricisi 1,66-1,7-dən yuxarı olan və  $\vartheta=25-50$  həddində olan şüşələr ağır bariumlu flintlər qrupuna aiddir. Bu şüşələrin tərkibinə lantan üçoksindən başqa, tantal beşoksid və b. komponentlər də daxil olur. Kiçik sındırma göstəricisinə və eyni zamanda kiçik dispersiyaya malik olan şüşələrin tərkibində fluor olur, onlar yüngül kronlar adlanır. Az dispersiyalı, lakin bir qədər çox  $n_D$ -yə malik şüşələr yalnız  $P_2O_5$  əsasında alınır.

**Şüşənin səthindən işığın əks olunması.** Əks olunma zamanı işığın polyarizasiyası baş verir. Dielektrikdən əks olunma zamanı polyarizasiyanın ən böyük dərəcəsi o zaman baş verir ki, əks olunan və sınıq şüalar arasındakı bucaq  $90^\circ$  olsun və ya mühitin sındırma göstəricisi ədədi qiymətə düşmə bucaqlarının tangensinə bərabər olsun:  $n = \operatorname{tg} \alpha$ .

Kəskin şüşə hava sərhəddindən əks olunan işıq şüası xətti polyarlaşmış olur. Əks olunmuş şüanın intensivliyinin düşən şüanın intensivliyinə nisbəti əks etdirmə əmsalı adlanır:

$$K = \frac{J}{J_0} \cdot 100\%$$

Düşmə bucağı nə qədər böyük olarsa, əks etdirmə əmsalı da böyük olar. normal düşən şüanın hava – əks etdirici mühit sərhəddindən əks olunma əmsalı aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$K = \frac{(n-1)^2}{(n+1)^2}$$

Burada:  $n$  – əks etdirici mühitin sındırma göstəricisidir.

«Kron» tipli şüşələr üçün sındırma əmsalı  $n_D=1,53$ , əks etdirmə əmsalı  $R=4,3\%$ ; adi flint şüşələri üçün  $n_D=1,6$ ,  $R=5,3\%$ ; ağır flint tipli şüşələr üçün (tərkibində PbO-i çox olan şüşələr)  $n_D=1,65$  və  $R=6,1\%$ . Əgər şüşənin səthində başqa sındırma göstəricisinə malik təbəqə olarsa, əks etdirmə zamanı şüşənin üst qatından və örtük təbəqəsindən əks olunan şüalar interferensiya yaradacaqdır. Interferensiya



nəticəsində cəmlənmiş şüanın intensivliyi plyonka qatı olmayan şüşə səthindən əks olunan şüanın intensivliyi ilə müqayisədə arta bilər və azala bilər. Əgər səth qatının sındırma göstəricisi mühitin sındırma göstəricisindən azdırsa, onda əksətdirmə əmsalının azalması müşahidə edilir. Əks halda isə əksətdirmə əmsalı çoxalacaqdır.

Minimal əksətdirmə bu halda aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$1) n_t = \sqrt{n_{st}}$$

Burada:  $n_{st}$  – şüşənin sındırma göstəricisi,  $n_t$  – təbəqənin sındırma göstəricisi.

$$2) h = \frac{d}{n_t} \quad \text{və} \quad d = \frac{\lambda}{4}$$

Burada:  $h$  – hündəsi,  $d$  – isə təbəqənin optiki qalınlığıdır,  $\lambda$  - dalğa uzunluğudur.

Əksətdirmə əmsalının azaldılması optiki-mexaniki sənayedə bir çox optiki cihazların işıq gücünü artırmaq və keyfiyyətini yüksəltmək üsulu kimi geniş tətbiq edilir. Beləliklə, güclü əksətdirici səthə malik bəzi optiki qurğularda müşahidəçinin gözünə cəmi 12% işıq düşür. Beləliklə, işığın intensivliyinin ümumi itkisi 88% olur. Bu 88%-dən yalnız 10-12%-i şüşənin özünün işıqlanmasına sərf olur, qalan 78-76% isə əksətdirmədə itir. Bu əks olub, səpələnmiş işıq reflekslərin yaranmasına səbəb olur ki, bu da şəffaf fon yaradaraq əksin kontrastlığını azaldır.

Optiki şüşə detalların səthindən əksətdirmə əmsalını azaltmaq və eyni zamanda cihazın işıq gücünü artırmaq üçün detalların səthində xüsusi müəyyən edilmiş qalınlıqda və xüsusi sındırma əmsalına malik təbəqə yaradılır. Bu adətən qalınlığı  $1350\text{Å}$  olan silisium, floridli maqnezium və ya kalsium, bəzən də mürəkkəb duz qatı ola bilər. Bu üsul, yəni optiki detalların səthinin emalı optikanın şəffaflaşdırılması adlanır. Hazırki dövrdə şəffaflaşdırma əksətdirmə əmsalını 4-5%-dən 0,7-0,3% qədər endirir.

Şüşənin səthində sındırma əmsalı şüşələrin sındırma əmsalından çox olan nazik plyonkanın yaranması şüşə səthinin əksətdirmə əmsalını artırır. Bu da həmçinin işıq ayırıcılarının və işıq süzgəclərinin istehsalında öz praktik tətbiqini tapmışdır. Müxtəlif oksidlərin kimyəvi və mexaniki davamlı təbəqələrinin yaradılması şüşəqayırmaya tez-tez dekorasiya məqsədilə, irrizasiyalı qatların yaradılmasında, interfer çalarlarına boyanmada və ya yüksək əksətdirici nazik lyustr qatının yaradılmasında tətbiq edilir.

## NƏTİCƏ VƏ TƏKLİFLƏR

Yuxarıda magistr işində aparılan təhlilləri ümumiləşdirərək aşağıdakıları qeyd etmək olar.

Şüşə məmulatlarının keyfiyyəti istehlak xassələrinin məcmusu ilə müəyyən edilir. Şüşə məmulatlarının fiziki-kimyəvi xassələri keyfiyyətin formalaşmasında mühüm rol oynamaqla məmulatların funksional erqonomik, gigiyenik, təhlükəsizlik və s. kimi istehlak xassələri kompleksində əhəmiyyətli yer tutur.

Şüşə məmulatlarının fiziki-kimyəvi xassələri ilk növbədə xammal tərkibindən asılı olaraq formalaşır. Xamalların kimyəvi tərkibi və onların şüşə məmulatlarının tərkibindəki miqdar nisbəti fiziki-kimyəvi xassələrin formalaşmasına mühüm təsir edir. Belə ki, keyfiyyətli qumların tərkibində silisium oksidinin miqdarı 99%-ə qədər təşkil etməlidir. Məhz buna görə də tərkibində dəmir, titan, xrom kimi rəng yaradan oksidlərin qarışığı olmayan kvarts qumları daha keyfiyyətli hesab olunur. Ən zərərli qarışıq dəmir oksidi hesab edilir. Dəmir oksidləri şüşəyə sarımtıl-yaşıl rəng verir, hansı ki, bu da hazır məmulatların işıq keçirməsini kəskin azaldır, eyni zamanda xarici görünüşü pisləşdirir.

Şüşə məmulatlarının fiziki-kimyəvi xassələrinə şixtanın tərkib komponentlərinin düzgün seçilməsi də əhəmiyyətli təsir edir. Burada ilk növbədə şüşə məmulatının təyinatını nəzərə almaq vacibdir.

Şüşə məmulatlarının əsas xassələrinə sıxlıq, möhkəmlik, upruquq, kimyəvi davamlılıq, termiki və optiki xassələrin kompleksi aid edilir. Bu xassənin tələb olunan və normativ-texniki sənədlərdə normalaşdırılan həddi əsasən şüşənin tərkibi ilə müəyyən edilir. Belə ki, tərkibində ağır metalların oksidləri - PbO, BaO, ZnO – olan şüşələr daha yüksək sıxlığa malikdirlər.

Şüşənin upruqluq modulunu CaO və B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (tərkibə 12%-ə qədər əlavə etdikdə) yüksəldir, həmçinin şüşənin tərkibində MgO, ZnO, BaO, PbO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oksidlərinin olması upruqluq modulunun artmasına səbəb olur. Qələvi oksidləri isə əksinə şüşənin upruqluq modulunun azalmasına səbəb olur. Şüşənin möhkəmliyi də həmçinin tərkib-

dən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Dartılma möhkəmliyi şüşənin tərkibində CaO, BaO, PbO və Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oksidləri olduqda yüksəlir. Şüşənin tərkibində bor oksidinin miqdarı 15%-ə qədər olduqda möhkəmlik artır, 15%-dən yuxarı olduqda isə kəskin şəkildə azalır. Bor oksidinin miqdarından asılı olaraq şüşənin kövrəkliyi də dəyişir. B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ün miqdarı 15%-ə qədər olduqda kövrəklik 6-7 dəfə azalır, 15%-dən yüksək olduqda isə kəskin şəkildə artır. Şüşə kütləsinin tərkibinə MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> oksidlərini əlavə etdikdə kövrəklik azalır.

Şüşənin kimyəvi tərkibi ilə onun istilik tutumu arasında xətti asılılıq mövcuddur. Şüşənin tərkibində ZnO, Li<sub>2</sub>O və B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oksidlərinin miqdarının artması ilə istilik tutumu artır, tərkibə PbO və BaO daxil etdikdə isə azalır. Şüşənin optiki xassələrinin yüksəlməsinə isə PbO və BaO müsbət təsir edir.

Silikat şüşələrin kimyəvi davamlılığı əsasən onun tərkibindəki SiO<sub>2</sub>-nin və qələvi oksidlərinin miqdarı ilə təyin olunur. Silisium oksidi həmişə şüşənin kimyəvi davamlılığını əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Qələvi oksidləri isə əksinə azaldır

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq magistr dissertasiyasında aşağıdakı təklifləri verməyi məqsəduyğun hesab edirik:

1. Aparılan təhlillər göstərir ki, şüşə məmulatlarında rast gəlinən bir sıra nöqsanlar xammalların keyfiyyəti ilə bağlıdır. Buna görə də istehsal prosesində xamalların, xüsusilə kvars qumlarının dənəvər tərkibinin düzgün seçilməsinə, xamalların zərərli birləşmələrdən, kənar qarışıqlardan təmizlənməsinə xüsusi diqqət yetirilməsi məqsəduyğun olardı. Bunun nəticəsində şüşə məmulatlarında xammal nöqsanlarının yaranmasının və o cümlədən məmulatların keyfiyyətinin aşağı düşməsinin qarşısı alınmış olar.

2. Tədqiqat işində göstərildiyi kimi respublikamızda şüşə məmulatlarının istehsalında istifadə oluna bilən xamallar, o cümlədən kvars qumu yataqları vardır. Bu xamalların şüşə istehsalına yararlılıq baxımından tədqiq olunmasını və xamalların zənginləşdirilməsi texnologiyasının qurulmasını məqsəduyğun hesab edirəm. Bu isə gələcəkdə yerli xamallar əsasında şüşə məmulatlarının istehsalının yaradılması və inkişafı üçün zəmin yaratmış olar.

3. Aparılan təhlillər göstərir ki, yerli şüşə xamallarının tərkibində alüminium və dəmir oksidi birləşmələri vardır ki, bu da həmin xamalların şəffaf məişət məmulatları istehsalında tətbiqini çətinləşdirir. Bunu nəzərə alaraq yerli xamalların inşaat təyinatlı və texniki təyinatlı şüşə materialların, o cümlədən rəngli tara şüşələrin istehsalında istifadə imkanlarının nəzərdən keçirilməsi məqsədəuyğun olardı.

4. Qeyd edildiyi kimi şüşə məmulatlarının keyfiyyəti əsasən fiziki-kimyəvi xassələrin kompleksi ilə müəyyən edilir. Buna görə də şüşə məmulatlarının keyfiyyətinin ekspertizasında laboratoriya üsullarına daha çox üstünlük verilməlidir. Bu məqsədlə müasir cihazlarla təmin edilən laboratoriyaların qurulması və yeni tədqiqat metodikalarının işlənməsini məqsədəuyğun hesab edirəm.

## ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Асланова М.С. Волокно, нити и ткани из стекла. М., 2001.
2. T.R.Osmanov və başq. Şüşə və keramika mallarının əmtəəşünaslığı. Bakı, “Maarif”, 1997.
3. Мустафаева З.Х., С.Т.Амиров, Д.М.Гамбаров. Получение стекловолокон на основе клиноптилолитсодержащей породы. Материалы конференции «Производство и применение природных цеолитов», т.17, Баку, 1988, с.133-136.
4. T.R.Osmanov, N.N.Нəsənov və б. Əmtəəşünaslığın nəzəri əsasları. Bakı, “İqtisad Universiteti” Nəşriyyatı, 2003.
5. Справочник товароведов промышленными товарами. Москва 1977.
6. Производство стеклянных волокон и тканей. Под ред. М.Д.Ходковского, Москва, Издательство «Химия», 1973.
7. Справочник товароведов непродовольственных товаров. Москва 1984.
8. Качалов Н.Н. Основы процессов шлифовки и полировки стекла. М.: 1995.
9. Ə.P.Нəsənov və б. İstehlak mallarının ekspertizasının nəzəri əsasları, İqtisad Universiteti Nəşriyyatı, Bakı, 2003.
10. Варгин В.В. Физико-химические свойства стекла. М., 2002.
11. Темкин Б.С. Производство полированного стекла. М.: 1995.
12. Ботвинкин О.К. Физическая химия силикатов. М.: 1997.
13. Лонг Б. Физические свойства и варка стекла. М.: 2000.
14. Августиник А.У. Физическая химия силикатов. Москва 1990.
15. Дралле Р. Производство стекла. Москва 2000.
16. Зайцева С.А., Ю.И.Колесов, С.З.Вольская. Щелочное стекло для производства волокна Жур. Стекло и керамика. 1989, № 1. с.12-13.
17. Стекло (справочник). Под ред. Проф. Н.М.Павлушкина, Москва, Стройиздат, 1973, с.487.
18. Мамыкин П.С. Огнеупорные изделия. М., 1999.

19. Лабораторные и практические работы по товароведению. Москва, 1970.
20. Гинзбург Д.Б. Стекловаренные печи. М., 2002.
21. Белянкин Д.С. Физико-химические системы силикатной технологии. Москва, 2000.
22. Вргин В.В.. Производство цветного стекла. М., 2002.
23. Патенко А. Стекло в строительстве. Москва, 2001.
24. Шеглов Л.М., В.Х.Лившиц. Товароведение керамических, стеклянных и металлохозяйственных товаров. Москва, 1971.
25. Даувальтер А.Н. Хрустальные, цветные стёкла. Москва, 1998.
26. Шлайн И.Б. минеральное сырьё для стекловарения. Москва, 1995.
27. Вау В. Справочник по стеклу, Нью-Йорк, 1995.
28. Бреховских С.М. Стекло за рубежом. Москва, 1998.
29. Зелинский О.Б., К.Н.Марышев. Стеклянная посуда и хрустальные изделия. Москва 1984.
30. Товароведение промышленных товаров. Москва, 1979.
31. Разовский Д.И., Г.А.Демидова и др. Товароведение промышленных товаров. Москва, 1979.
32. Алексеев Н.С. Товароведение хозяйственных товаров. Москва, 1984.
33. Бутт Ю.М, В.В.Поляк Технология стекла. Стройиздат, 1971.
34. Ботвинкин О.К. Строение стекла. Москва, 1998.
35. Аппен А.А. Некоторые общие закономерности изменения свойств силикатных стекол в зависимости от их состава, Докторская диссертация, 1992.
36. Тарасов В.В. Новые вопросы физики стекла, Москва, 2001.
37. Пигугин Е.Ф. Стекло и керамика. Москва, 2003.
38. Шрейнер Л.А. Твёрдость хрупких тел. Москва, 1998.
39. Голба Т.Е. Выветривание стекла. Москва, 1995.
40. Демкина Л.Н. Влияние окиси алюминия и окиси магния на кристаллизационную способность стекла. Москва, 2001.

41. Поляк В.В. Интенсификация варки стекла. Москва, 1998.
42. Лифиц И.М., Е.Д.Леженин и др. Исследование непродовольственных товаров. М.: Экономика, 1988.
43. Z.H.Mustafayeva. Seloit şüşələrin rənglənmə üsulu. Aspirantların və gənc tədqiqatçıların respublika elmi konfransının materialları, 23-24 fevral 1999, Bakı, 1999.
44. Cam türleri və camı oluşturan oksitler. T.C.Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, 2013.

# **Экспертиза влияния сырья на физико-химические свойства стеклянных изделий**

**Магистрант Алескерзаде Эльнур Тахир оглы**

## **РЕЗЮМЕ**

В работе проведена экспертиза оценка влияния сырья на физико-химические свойства стеклянных изделий.

Для достижения поставленной цели в магистерской диссертации решались нижеследующие задачи: проводился литературный обзор по рассматриваемой проблеме, анализировались современное состояние производства, требования, предъявляемые к качеству, классификация потребительных свойств, рассматривались различные компоненты состава изделий из стекла, оценивалось влияние сырья на функциональные и химические свойства стеклянных изделий.

Актуальность диссертации состоит в изыскании конкретных зависимостей физико-химических свойств стеклянных изделий от наличия в них тех или иных компонентов состава.



# **Expertise of the influence of raw materials on the physical and chemical properties of glassware**

**Alaskarzade Elnur Tahir**

## **SUMMARY**

The expertise of the influence of raw materials on the physical and chemical properties of glassware have been carried out in the research work.

For achieving the assigned goal in, the following problems were solved in the master's dissertation: a literature survey was conducted on the revealed problem, the current state of production, requirements for quality, the classification of the use of properties were analyzed, various components of the composition of glassware were examined, the influence of raw materials on the functional and chemical properties of glassware have been estimated.

The actuality of the dissertation consists of the search for specific dependences of the physical and chemical properties of glassware on the presence of certain components of the composition.