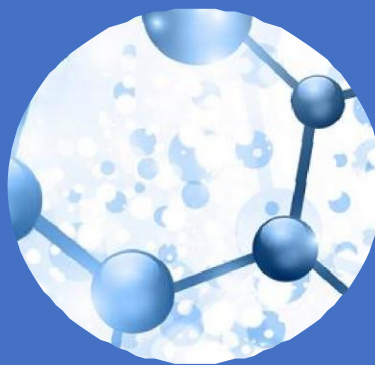


**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI HUZURIDAGI  
PEDAGOG KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING  
MALAKASINI OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**



**KIMYOVIY MUHANDISHLIK  
(noorganik moddalar va mineral  
o'g'itlar ishlab chiqarish bo'yicha)  
yo'nalishi**

**TOSHKENT  
KIMYO-TEXNOLOGIYA  
INSTITUTI**

**«NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI SOHASIDAGI  
DOLZARB MUAMMOLARI VA ZAMONAVIY YUTUQLARI» MODULI  
BO'YICHA O'QUV-USLUBIY MAJMUA**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI**  
**OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**OLIY TA’LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI  
QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI  
TASHKIL ETISH BOSH ILMIY - METODIK MARKAZI**

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI  
HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA  
ULARNING MALAKASINI OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**

**“TASDIQLAYMAN”**  
**“Pedagog kadrlarni qayta tayyorlash**  
**va malakasini oshirish”**  
**tarmoq markazi direktori, prof.**  
**\_\_\_\_\_ X.Ch.Mirzaqulov**  
**“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2026**

**KIMYOVIY MUHANDISLIK**  
**(Noorganik moddalar va mineral o‘g‘itlar ishlab chiqarish bo‘yicha)**  
**yo‘nalishi**

**“Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi sohasidagi dolzarb**  
**muammolari va zamonaviy yutuqlari”**  
**moduli bo‘yicha**

**O‘QUV–USLUBIY MAJ MUA**

**Toshkent- 2026**

**Mazkur o‘quv-uslubiy majmua O‘zbekiston respublikasi oliy ta’lim,  
fan va innovatsiyalar vazirligining 2024-yil 12-dekabrdagi 12-sonli  
buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv reja va dastur asosida  
tayyorlandi.**

**Tuzuvchilar:**

**Z.A. Babaxanova** – Toshkent kimyo texnologiya instituti, “Silikat materiallar, nodir va kamyob metallar texnologiyasi” kafedrası professori, t.f.d., professor.

**X.Ch. Mirzaqulov** – Toshkent kimyo texnologiya instituti, “Noorganik moddalar texnologiyasi” kafedrası professori, t.f.d., professor.

**Xorijiy ekspert:**

**D.O. Lemeshev**

D.I. Mendeleyev nomidagi Rossiya kimyo texnologiya universiteti “Noorganik moddalar va yuqori haroratli materiallar texnologiyasi” fakulteti dekani, texnika fanlari nomzodi.

O‘quv dasturi Toshkent kimyo-texnologiya instituti Uslubiy kengashining qarori bilan tasdiqqa tavsiya qilingan (2025-yil “28” noyabrdagi 2-sonli bayonnoma).

## MUNDARIJA

|              |                                                                                |            |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>I.</b>    | <b>ISHCHI DASTUR.....</b>                                                      | <b>6</b>   |
| <b>II.</b>   | <b>MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN<br/>INTERFAOL TA’LIM METODLARI.....</b> | <b>14</b>  |
| <b>III.</b>  | <b>NAZARIY MATERIALLAR.....</b>                                                | <b>25</b>  |
| <b>IV.</b>   | <b>AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI.....</b>                                     | <b>169</b> |
| <b>V.</b>    | <b>KEYSLAR BANKI.....</b>                                                      | <b>213</b> |
| <b>VI.</b>   | <b>GLOSSARIY.....</b>                                                          | <b>235</b> |
| <b>VII.</b>  | <b>ADABIYOTLAR RO‘YXATI.....</b>                                               | <b>270</b> |
| <b>VIII.</b> | <b>MUTAXASSIS TOMONIDAN BERILGAN TAQRIZ.....</b>                               | <b>273</b> |

# ISHCHI DASTUR

## Kirish

Ushbu dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida” Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015-yil 12-iyundagi “Oliy ta’lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish to‘g‘risida” PF-4732-son, 2019-yil 27-avgustdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida” PF-5789-son, 2019-yil 8-oktabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” PF-5847-son, 2020 yil 29 oktabrdagi “Ilm-fanni 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” PF-6097-son, 2022-yil 28-yanvardagi “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” PF-60-son, 2023-yil 25-yanvardagi “Respublika ijro etuvchi hokimiyat organlari faoliyatini samarali yo‘lga qo‘yishga doir birinchi navbatdagi tashkiliy chora-tadbirlar to‘g‘risida” PF-14-son, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi to‘g‘risida” PF-158-son Farmonlari, shuningdek, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024 yil 21 iyundagi “Aholi va davlat xizmatchilarining korrupsiyaga qarshi kurashish sohasidagi bilimlarini uzluksiz oshirish tizimini joriy qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PQ-228-son, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 17 fevraldagi “Sun‘iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PQ-4996-son qarorlari va O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida” 2019-yil 23-sentabrdagi 797-son hamda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining “Oliy ta’lim tashkilotlari rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini samarali tashkil qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida” 2024-yil 11-iyuldagi 415-son Qarorlarida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish, sohaga oid ilg‘or xorijiy tajribalar, yangi bilim va malakalarni o‘zlashtirish, shuningdek amaliyotga joriy etish ko‘nikmalarini takomillashtirishni maqsad qiladi.

Shuningdek, mamlakatimizning barcha sohalarida islohotlarni amalga oshirish, odamlarning dunyoqarashini o‘zgartirish, yetuk va zamon talabiga javob beradigan mutaxassis kadrlarni tayyorlashni hayotning o‘zi taqozo etmoqda. Respublikada ta’lim tizimini mustahkamlash, uni zamon talablari bilan

uyg'unlashtirishga katta ahamiyat berilmoqda. Bunda mutaxassis kadrlarni tayyorlash, ta'lim va tarbiya berish tizimi islohatlar talablari bilan chambarchas bog'langan bo'lishi muhim ahamiyat kasb etadi. Zamon talablariga javob bera oladigan mutaxassis kadrlarni tayyorlash, Davlat talablari asosida ta'lim va uning barcha tarkibiy tuzilmalarini takomillashtirib borish oldimizda turgan dolzarb masalalardan biridir.

Ushbu dasturda xorijiy davlatlardagi kredit ta'lim tizimlari, kredit tizimi asosida ta'lim jarayonlarini tashkil etish va uning sifatini ta'minlashning innovatsion metodlari, kredit-modul tizimida pedagoglar faoliyati, kredit-modul tizimida o'quv jarayonining uslubiy ta'minoti, ta'lim sohasiga oid qonun hujjatlari va ularning mazmuni, ta'lim muassasalarida korrupsiyani oldini olish va unga qarshi kurashishning huquqiy va ma'naviy-ma'rifiy asoslari, oliy ta'limning normativ-huquqiy asoslari bayon etilgan.

Bugungi kunda oliy ta'lim muassasalari tomonidan ta'lim va tarbiya jarayonlarini tashkil etishda: O'zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi, "Ta'lim to'g'risida"gi Qonun, farmonlar, qarorlar hamda Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining buyruqlari kabi normativ hujjatlar qo'llanilmoqda. Lekin shu kunga qadar ta'lim va tarbiya jarayonlarini subyektlari tomonidan ushbu hujjatlarni amalda qo'llanilishining nazariy va amaliy jihatlar deyarli o'rganilmagan. Bu holatlar oliy ta'lim muassasalarida qo'llaniladigan oliy ta'limning normativ-huquqiy asoslarini har tomonlama nazariy va amaliy jihatdan o'rganish va tahlil etishni dolzarbligidan dalolat beradi.

### **Modulning maqsadi va vazifalari**

Kimyoviy texnologiya (Noorganik moddalar va mineral o'g'itlar ishlab chiqarish bo'yicha) yo'nalishi bo'yicha oliy ta'lim muassasalari pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish kursining o'quv dasturining maxsus fanlar blokiga kiritilgan "Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi sohasidagi dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari" fani ishchi dasturining maqsadi – mutaxassislik fanlaridan dars beruvchi professor o'qituvchilarni kimyo sanoatida ishlab chiqarishning progressiv texnologiyalari, O'zbekiston Respublikasida noorganik va organik moddalar ishlab chiqarish zamonaviy korxonalari, zamonaviy istiqbolli import o'rnini bosuvchi va eksportga yo'naltirilgan texnologiyalari to'g'risida nazariy va kasbiy tayyorgarlikni ta'minlash va yangilash, kasbiy kompetentlikni rivojlantirish asosida ta'lim-tarbiya jarayonlarini samarali tashkil etish va boshqarish bo'yicha bilim, ko'nikma va malakalarni takomillashtirishga qaratilgan.

"Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi sohasidagi dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari" fanining vazifasi – texnologik ishlab chiqarishni rejalashtirish va tashkillashtirishni; texnologik jarayonlar o'tkazilishishi

uchun optimal omillar tanlashni; noorganik va organik moddalar ishlab chiqarish jarayonlaridagi mavjud dolzarb amaliy masalalarini yechish uchun yangi texnologiyalarni qo'llash, maxsus fanlar sohasidagi o'qitishning innovatsion texnologiyalari va ilg'or xorijiy tajribalarni o'zlashtirish;

“Kimyoviy texnologiya (Noorganik moddalar va mineral o'g'itlar ishlab chiqarish bo'yicha)” yo'nalishida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarining fan va ishlab chiqarish bilan integratsiyasini ta'minlashdir.

### **Modul bo'yicha tinglovchilarning bilim, ko'nikma, malakasi va kompetensiyalariga qo'yiladigan talablar**

“Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi sohasidagi dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari” fani bo'yicha tinglovchilar quyidagi yangi bilim, ko'nikma, malaka hamda kompetensiyalarga ega bo'lishlari talab etiladi:

#### ***Tinglovchi:***

noorganik mahsulotlar ishlab chiqarish korxonalaridagi zamonaviy texnologiyalarning turlari;

innovatsion texnologiyalarning texnologik jarayonda qo'llanilishi;

innovatsion texnologiyalarda qo'llaniladigan materiallar, ishlab chiqariladigan yangi mahsulot turlari;

organik va noorganik mahsulotlar ishlab chiqarishda istiqbolli import o'rnini bosuvchi va eksportga yo'naltirilgan texnologiyalar;

materiallarning fizik-kimyoviy xossalarini, ularning sintez qilish asoslari;

kimyo sanoatida alternativ energiya turlaridan foydalanish bilishi kerak.

#### ***Tinglovchi:***

bog'langan azot, kalsinatsiyalangan soda va sulfat kislota ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalarini tanlash, ishlab chiqarishdagi moddiy balansni tuzish va hisoblash;

silikat materiallari, nodir va kamyob metallar ishlab chiqarishda qo'llaniladigan xom ashyolarni tanlash, ishlab chiqarishdagi moddiy balansni hisoblash;

muayyan turdagi organik mahsulot ishlab chiqarish uchun texnologik jarayonning zarur texnologik parametrlarni tanlash;

innovatsion texnologiyalarning afzallik va kamchilik tomonlarini farqlash;

innovatsion texnologiyalarni tadbiq qilishda amaldagi uskuna va jihozlarning imkoniyatlaridan foydalanish;

innovatsion texnologiyalarning tuzilmasi, jarayonlari va operatsiyalarining mazmun-mohiyatini tushuntirib berish ko'nikmalariga ega bo'lishi lozim.

#### ***Tinglovchi:***

Respublikamizda ishlab chiqarish korxonalari moddiy bazasini modernizatsiya qilishda ilm-fan, texnika va texnologiyalarning yutuqlarini qo'llash;

noorganik moddalar, mineral o‘g‘itlar, silikat materiallar, nodir va kamyob metallar xossalarini va sintez sharoitlarini takomillashtirish;

muayyan turdagi organik mahsulotlar ishlab chiqarish bo‘yicha innovatsion texnologiyalarni joriy qilish;

innovatsion texnologiyalardagi nozik bo‘g‘inni aniqlash;

Internet tizimidan zamonaviy innovatsion texnologiyalarni izlab topish va ularni muayyan turdagi mahsulotlar ishlab chiqish uchun tavsiya qilish;

zamonaviy innovatsion texnologiyalar joriy qilingan korxona mutaxassislari bilan texnologiyalarning o‘ziga xos jihatlarini muhokama qilish;

texnologik jarayonlarning moslashuvchanligini tashkil qilish;

joriy qilingan innovatsion texnologiyalarning ko‘rsatkichlarini aniqlash;

noorganik mahsulotlar ishlab chiqarishni innovatsion texnologiyalarni qo‘llagan holda loyihalash malakalariga ega bo‘lishi zarur.

### ***Tinglovchi:***

texnologik ishlab chiqarishni rejalashtirish va tashkillashtirishni;

texnologik jarayonlar o‘tkazilishishi uchun optimal omillar tanlashni;

noorganik moddalar ishlab chiqarish korxonalarida kompleks masalalarni yechish;

mutaxassislikka mos yangi ilmiy natijalar, ilmiy adabiyotlar yoki ilmiy-tadqiqot loyihalarini tahlil qilish;

noorganik moddalar ishlab chiqarish jarayonlaridagi mavjud dolzarb amaliy masalalarini yechish uchun yangi texnologiyalarni qo‘llash;

namunaviy metodikalar va boshqalar bo‘yicha eksperimental tadqiqotlarni o‘tkazish va ularning natijalariga ishlov berish;

noorganik moddalar, silikat materiallar, kamyob va nodir metallar xossalarini aniqlash va yo‘naltirilgan holda boshqarish, xususiyatlarining sifatini nazorat qilish usullarini ishlab chiqish va amalda qo‘llash kompetensiyalariga ega bo‘lishi lozim.

### **Modulni tashkil etish va o‘tkazish bo‘yicha tavsiyalar**

“Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi sohasidagi dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari” kursi ma’ruza va amaliy mashg‘ulotlar shaklida olib boriladi.

Kursni o‘qitish jarayonida ta’limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo‘llanilishi nazarda tutilgan:

- ma’ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;

- o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-so‘rovlar, test so‘rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o‘tkazish, va boshqa interaktiv ta’lim usullarini qo‘llash nazarda tutiladi.

## Modulning o‘quv rejadagi boshqa modullar bilan bog‘liqligi va uzviyligi

“Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi sohasidagi dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari” moduli qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishi bo‘yicha o‘quv rejadagi “Pedagogik faoliyatda raqamli kompetensiyalar”, “Ilmiy innovatsion faoliyatni rivojlantirish”, “Pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish”, “Ta’lim sifatini ta’minlashda baholash metodikalari” kabi fanlari ushbu modulning chuqur o‘zlashtirilishida tinglovchilarga yordam beradi.

### Modulning oliy ta’limdagi o‘rni

Modulni o‘zlashtirish orqali tinglovchilar kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo‘yicha) – noorganik moddalar va organik moddalar ishlab chiqarishning zamonaviy usullarini o‘rganishi, amalda qo‘llashi va baholashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo‘ladilar.

### MODUL BO‘YICHA SOATLAR TAQSIMOTI

| №  | Modul mavzulari                                                                                                                                                                                                                                                                     | Tinglovchining o‘quv yuklamasi, soat |                            |           |           |                  |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Hammasi                              | Auditoriya o‘quv yuklamasi |           |           | Ko‘chma ma’lumot |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                      | Jami                       | jumladan  |           |                  |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                      |                            | nazariy   | amaliy    |                  |
| 1. | Materiallarni tadqiq qilishda fizik-kimyoviy tahlilni ilmiy ahamiyati. Rentgenografik tahlil, fizikaviy asosi. Rentgen nurlari, zamonaviy tekshirish usullari va asosiy uskunalar. Nanotexnologiyalarning rivojlanish tendensiyasi. Nanotexnologiyalar to‘g‘risida umumiy ma’lumot. | 8                                    | 8                          | 4         | 4         |                  |
| 2  | Kaustik va kalsinatsiyalangan soda ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari                                                                                                                                                                                                   | 8                                    | 8                          | 4         | 4         |                  |
| 3. | Mineral o‘g‘itlar ishlab chiqarishdagi innovatsion texnologiyalar. Azot va fosforli o‘g‘itlar ishlab chiqarishdagi zamonaviy texnologiyalari                                                                                                                                        | 10                                   | 10                         | 4         | 6         |                  |
| 4. | Silvinitni qayta ishlash va xlorsiz kaliyli tuzlar ishlab chiqarishdagi innovatsion texnologiyalar                                                                                                                                                                                  | 8                                    | 8                          | 2         | 4         | 2                |
| 5. | Yuqori texnologiyaga asoslangan keramika, shisha va bog‘lovchi buyumlar ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalari                                                                                                                                                            | 12                                   | 12                         | 4         | 4         | 4                |
|    | <b>Jami:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>46</b>                            | <b>46</b>                  | <b>18</b> | <b>22</b> | <b>6</b>         |

## NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

**1-MAVZU: Materiallarni tadqiq qilishda fizik-kimyoviy tahlilni ilmiy ahamiyati. Rentgenografik tahlil, fizikaviy asosi. Rentgen nurlari, zamonaviy tekshirish usullari va asosiy uskunalar. Nanotexnologiyalarning rivojlanish tendensiyasi. Nanotexnologiyalar to'g'risida umumiy ma'lumot.**

Nanotexnologiyalarning rivojlanish tendensiyasi. Nanotexnologiyalar to'g'risida umumiy ma'lumot. Nanoobyekt, nanomaterial, nanotexnologiya tushunchasi. Nanoobyektlar tavsifi. Fullerenlar. Uglerodli trubkalar. Supramolekulyar kimyo. Nanostrukturalangan materiallarni sintez usullari. Plazmakimyoviy sintez – lazerli ablyatsiya.

**2-MAVZU: Kaustik va kalsinatsiyalangan soda ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari.**

Kaustik va kalsinatsiyalangan soda xususiyatlari, ishlab chiqarish korxonalari, texnologik tizimlari ishlab chiqarish qurilmalari, ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari.

**3-MAVZU: Mineral o'g'itlar ishlab chiqarishdagi innovatsion texnologiyalar. Azot va fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishdagi zamonaviy texnologiyalar.**

Azotli o'g'itlar klassifikatsiyasi. Ammiakli selitra olish zamonaviy texnologiyasi. Karbamid olish usullari va zamonaviy texnologiyalari. Ammofos olish nazariyasi va zamonaviy texnologiyalari. Kaliy rudalarini mexanik boyitish yo'li bilan kaliy xlorid olish. Xlorsiz shakldagi kaliyli o'g'itlar olish nazariyasi va texnologik sxemasi.

**4-MAVZU: Silvinitni qayta ishlash va xlorsiz kaliyli tuzlar ishlab chiqarishdagi innovatsion texnologiyalar.**

Tyubegatan silvinitlarini tavsifi va ularni qazib olish usullari. Silvinitni boyitish usullari. DKUZ dagi kaliyli o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyasi. Xlorsiz kaliyli o'g'itlarning turlari va ularni olish usullari.

**5-MAVZU: Yuqori texnologiyaga asoslangan keramika, shisha va bog'lovchi buyumlar ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalari.**

Silikat materiallar ta'rifi va tasniflanishi. Chet el davlatlarida (AQSh, Angliya, Germaniya, Yaponiya) keramik (silikat) materiallari qo'llanilish sohasi bo'yicha tasniflanishi va nomlanishi. Yuqori texnologiya asosida tayyorlangan silikat materiallarining asosiy fizik-kimyoviy va fizik-mexanik hossalari. Yuqori texnologiyaga asoslangan keramika, shisha va bog'lovchi buyumlar ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalari.

## AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

**1–amaliy mashg'ulot: Materiallarni tadqiq qilishda fizik-kimyoviy tahlilni ilmiy ahamiyati. Rentgenografik tahlil, fizikaviy asosi. Rentgen nurlari, zamonaviy tekshirish usullari va asosiy uskunalar. Nanotexnologiyalarning rivojlanish tendensiyasi. Nanotexnologiyalar to'g'risida umumiy ma'lumot.**

Kimyo mahsulotlari va tabiiy minerallar strukturasi va kimyoviy tarkibini zamonaviy kompleks rentgen-spektral mikrozonid tahlili usuli yordamida o'rganish. Viskerlar. Manganitlar. Yuqori haroratli o'ta o'tkazgichlar. Foton kristallari. Biokeramika. Nanoolmoslar. Gazli gidridlar. Gazlardagi klasterlar. Zarrachalarning chegarasi. Zarrachalar chegarasining migratsiyasi. Multiplet ikkilamchi zarrachalar. Dislokatsiya. Joylashish defektlari. Uch karrali tugun. Xoll-Petch qonuni. Ta'qiqlangan chegaraning kengligi.

**2-amaliy mashg'ulot: Kaustik va kalsinatsiyalangan soda ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari.**

Soda ishlab chiqarishda qo'llaniladigan xom ashyolar, qurilmalar hisobi va ishlab chiqarishning moddiy balanslari tuziladi.

**3-amaliy mashg'ulot: Mineral o'g'itlar ishlab chiqarishdagi innovatsion texnologiyalar. Azot va fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishdagi zamonaviy texnologiyalar.**

Fosforli xom-ashyoni sulfat kislotali ekstraksiya jarayonining moddiy balansini. Ekstraksiya fosfor kislotasi olishning asosiy apparat hisobi.

**4-amaliy mashg'ulot: Silvinitni qayta ishlash va xlorsiz kaliyli tuzlar ishlab chiqarishdagi innovatsion texnologiyalar.**

KCl – NaCl-  $N_2O$  sistemasi tahlili.

**5-amaliy mashg'ulot: Yuqori texnologiyaga asoslangan keramika, shisha va bog'lovchi buyumlar ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalari.**

Keramika va bog'lovchi buyumlar ishlab chiqarishda qo'llaniladigan xom ashyolar, ularga ishlov berish usullari va ishlab chiqarishda moddiy balansni tuziladi. "EXCEL" dasturi yordamida materiallarning kimyoviy tarkibini hisoblanadi. Keramika va olovbardosh materiallar ishlab chiqarishda alternativ energiya turlarini qo'llash imkoniyatlari o'rganiladi.

## **KO‘CHMA MASHG‘ULOT MAZMUNI**

### **1-MAVZU. TOSHKENT KABEL ZAVODIDA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR BILAN TANISHISH**

Toshkent kabel zavodi hududida PVX va PE asosida kabel olish texnologiyasi yutuqlari va muammolari.

Zavodda lok bo‘yoq materiallari ishlab chiqarish texnologiyasi yutuqlari va muammolari.

Bosim ostida quyish uchun ishlatiladigan PE va PP polimerlarini qayta ishlash yutuqlari va muammolari

### **2-MAVZU. “UZAUTO CEPLA” ZAVODIDA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR BILAN TANISHISH**

“Uzauto Cepla” korxonasida “UzKorGaz” zavodida LOTTE KEMIKL texnologiyasi bo‘yicha ishlab chiqarilgan polipropilendan avtomobil sanoati uchun polimer kompozitsiyalar olishning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari

### **O‘QITISH SHAKLLARI**

Mazkur modul bo‘yicha quyidagi o‘qitish shakllaridan foydalaniladi: ma’ruzalar, amaliy mashg‘ulotlar (ma’lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, motivatsiyani rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash); davra suhbatlari (ko‘rilayotgan loyiha yechimlari bo‘yicha taklif berish qobiliyatini rivojlantirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);

bahs va munozaralar (loyihalar yechimi bo‘yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar yechimini topish qobiliyatini rivojlantirish).

# I. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA'LIM METODLARI

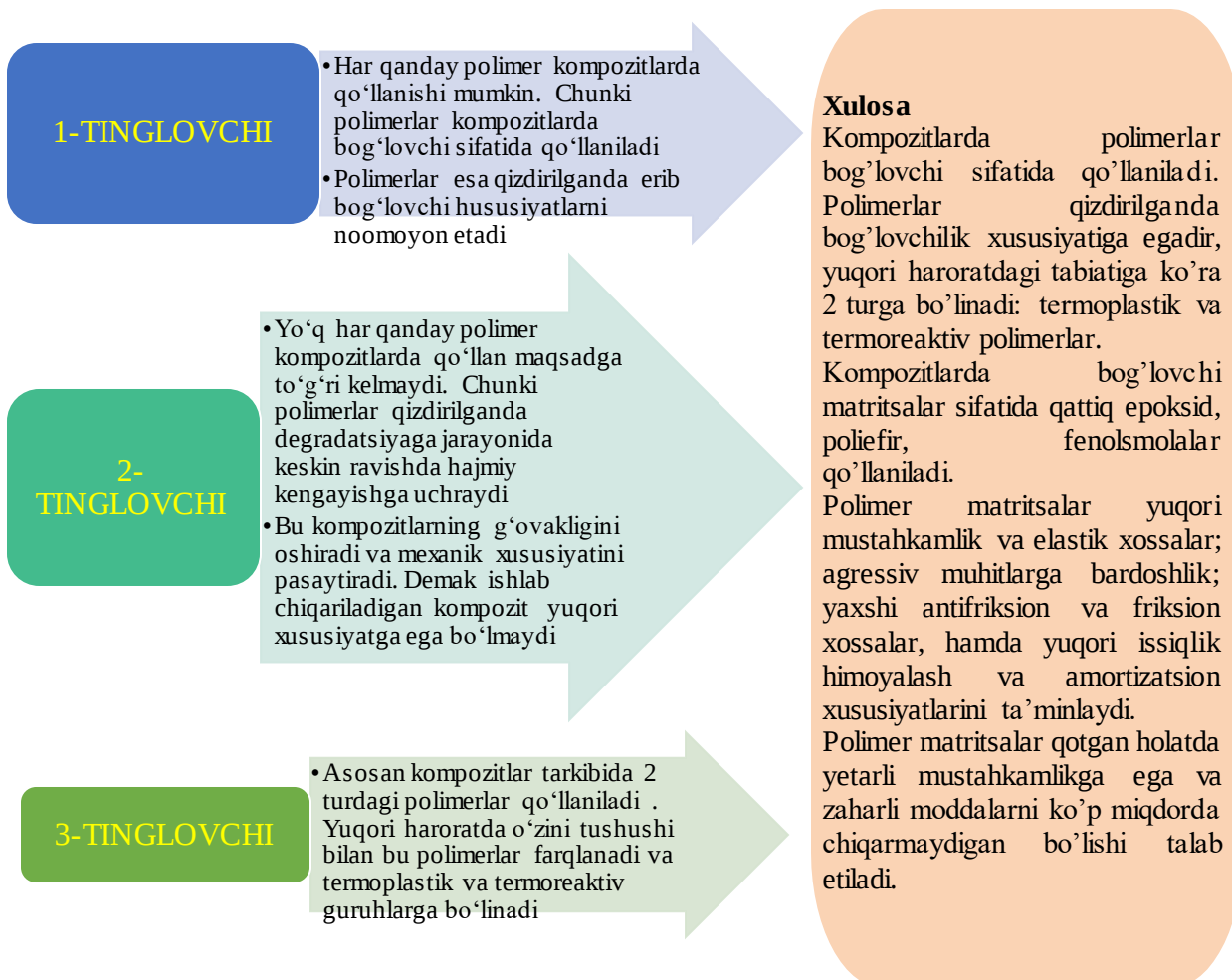
## «Aqliy hujum» (breynstorming) metodi

**Metodning maqsadi:** amaliy yoki ilmiy muammolarni hal etish fikrlarni jamoali generatsiya qilish, o'qib-o'rganish faoliyatini faollashtirish, muammoni mustaqil tushunish va hal etishga motivlashtirishni rivojlantirish.

• Aqliy hujum vaqtida ishtirokchilar murakkab muammoni birgalikda hal etishga intilishadi: ularni hal etish bo'yicha o'z fikrlarini bildiradi (generatsiya qiladi) va bu fikrlar tanqid qilinmasdan ular orasidan eng muvofiqi, samaralisi, maqbuli va shu kabi fikrlar tanlab olinib, muhokama qilinadi, rivojlantiriladi va ushbu fikrlarni asoslash va rad etish imkoniyatlari baholanadi. Har bir guruh ichida umumiy muammoning bir jihati hal etiladi.

### Namuna: Har qanday polimer birikmalaridan kompozitlar tarkibini tuzishda foydalanilish mumkinmi?

**To'g'ridan-to'g'ri jamoali aqliy hujum** – iloji boricha ko'proq fikrlar yig'ilishini ta'minlaydi. Butun o'quv guruhi (20 kishidan ortiq bo'lmagan) bitta muammoni hal etadi. O'quv guruhidagi har bir tinglovchi ushbu muammoga javob beradi, o'z fikrini bildirib, dalillar keltiradi.



## Venn diagrammasi” metodi

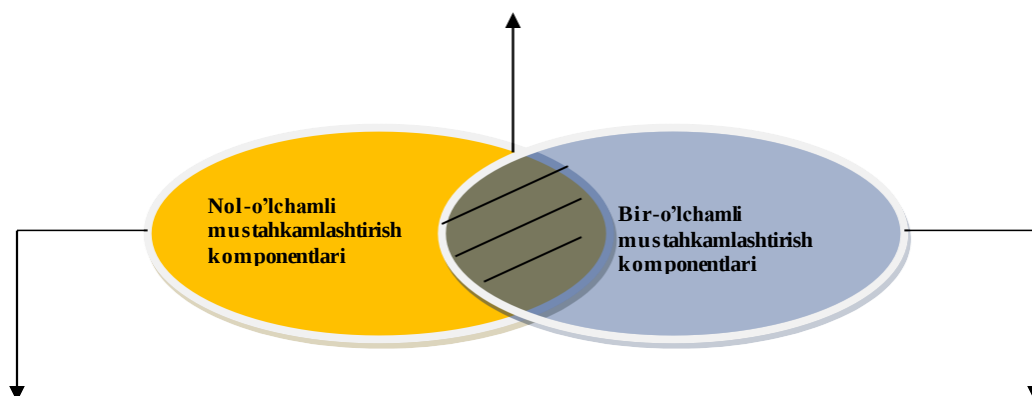
**Metodning maqsadi:** Bu metod grafik tasvir orqali o‘qitishni tashkil etish shakli bo‘lib, u ikkita o‘zaro kesishgan aylana tasviri orqali ifodalanadi. metod turli tushunchalar, asoslar, tasavurlarning analiz va sintezini ikki aspekt orqali ko‘rib chiqish, ularning umumiy va farqlovchi jihatlarini aniqlash, taqqoslash imkonini beradi.

### Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar ikki kishidan iborat juftliklarga birlashtiriladilar va ularga ko‘rib chiqilayotgan tushuncha yoki asosning o‘ziga xos, farqli jihatlarini (yoki aksi) doiralar ichiga yozib chiqish taklif etiladi;
- navbatdagi bosqichda ishtirokchilar to‘rt kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiriladi va har bir juftlik o‘z tahlili bilan guruh a‘zolarini tanishtiradilar;
- juftliklarning tahlili eshitilgach, ular birgalashib, ko‘rib chiqilayotgan muammo yohud tushunchalarning umumiy jihatlarini (yoki farqli) izlab topadilar, umumlashtiradilar va doirachalarning kesishgan qismiga yozadilar.

### Namuna1:

“Nol-o‘lchamli mustahkamlashtirish komponentlari” va “Bir-o‘lchamli mustahkamlashtirish komponentlari” mavzusi bo‘yicha “Venn diagrammasi”.



### Umumiy jihatlar:

1. Kompozitlarda mustahkamlashtiruvchi vazifasini bajaradi.
2. Kompozitlarning termik bardoshligini oshiradi
3. Kompozitlarning mustahkamligini oshiradi
4. Kompozitlarning qattiqligini oshiradi

## **“KEYS–STADI” metodi**

«Keys-stadi» inglizcha soʻz - (case – aniq vaziyat, hodisa, study - oʻqitish). Bu metod aniq vaziyat, hodisaga asoslangan oʻqitish metodi hisoblanadi. Keys-uslub (Case study) – bu real iqtisodiy yoki ijtimoiy vaziyatlar taʼrifini qoʻllaydigan taʼlim berish texnikasidir. Bunda vaziyat deganda biror aniq hodisaning taʼrifi nazarda tutiladi. Guruhga haqiqiy axborot taqdim etilib (u haqiqiy hodisaga asoslangan yoki oʻylab chiqilgan boʻlishi mumkin), muammolarni muhokama qilish, vaziyatni tahlil etish, muammoning mohiyatini oʻrganib chiqish, ularning taxminiy yechimlarini taklif qilish va bu yechimlar orasidan eng yaxshisini tanlab olish taklif etiladi.

«Keys-stadi» metodi boʻyicha ishlash:

1. Yakka tartibda ishlash (umumiy vaqtning 30% i):

Vaziyat bilan tanishish (matn boʻyicha yoki soʻzlab berish orqali). Muammolarni aniqlash. Axborotni umumlashtirish. Axborot tahlili.

2. Guruhda ishlash (umumiy vaqtning 50% i):

Muammolarni hamda ularning dolzarbligi boʻyicha ketma-ketligini (iyerarxiasini) aniqlash. Muqobil yechim yoʻllarini ishlab chiqish. Har bir yechimning afzal va zaif jihatlari belgilash. Muqobil yechimlarni baholash.

3. Yakka tartibda va guruhda ishlash (umumiy vaqtning 20%i):

Muqobil variantlarni qoʻllash imkoniyatlarini asoslash. Hisobot hamda natijalar taqdimotini tayyorlash.

Keys harakatlari oʻz ichiga quyidagilarni qamrab oladi: Kim (Who), Qachon (When), Qayerda (Where), Nima uchun (Why), Qanday/ Qanaqa(How), Nima-natija (What).

## “Keys metodi”ni amalga oshirish bosqichlari

| Ish bosqichlari                                                                                                                            | Faoliyat shakli va mazmuni                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1-bosqich:</b> Keys va uning axborot taʼminoti bilan tanishtirish                                                                       | yakka tartibdagi audio-vizualish;<br>keys bilan tanishish(matnli, audio yoki media shaklda);<br>axborotni umumlashtirish;<br>axborot tahlili;<br>muammolarni aniqlash                                         |
| <b>2-bosqich:</b> Keysni aniqlashtirish va oʻquv topshirigʻni belgilash                                                                    | individual va guruhda ishlash;<br>muammolarni dolzarblik iyerarxiyasini aniqlash;<br>asosiy muammoli vaziyatni belgilash                                                                                      |
| <b>3-bosqich:</b> Keysdagi asosiy muammoni tahlil etish orqali oʻquv topshirigʻining yechimini izlash, hal etish yoʻllarini ishlab chiqish | individual va guruhda ishlash;<br>muqobil yechim yoʻllarini ishlab chiqish;<br>har bir yechimning imkoniyatlari va toʻsiqlarni tahlil qilish;<br>muqobil yechimlarni tanlash                                  |
| <b>4-bosqich:</b> Keys yechimini yechimini shakllantirish va asoslash, taqdimot.                                                           | yakka va guruhda ishlash;<br>muqobil variantlarni amalda qoʻllash<br>imkoniyatlarini asoslash;<br>ijodiy-loyiha taqdimotini tayyorlash;<br>yakuniy xulosa va vaziyat yechimining amaliy aspektlarini yoritish |

**Keys 1.** «Kevlar» tolalari bilan mustahkamlashtirilgan polimer –matritsali kompozitlar yuqori elastiklik moduliga ega, shuning uchun ular dunyo boʻyicha qurolli kuchlarni himoyalash vositalarida keng qoʻllaniladi (bronejiletlar tayyorlashda). Ammo bunday kompozitlarning termik bardoshligi past koʻrsatkichlarga ega.

Kompozitlarning termik bardoshligini qanday oshirish mumkin

### Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar

- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablarni belgilang (individual va kichik guruhlarda)
- Yangi termik bardosh va yuqori elastik modulga ega boʻlgan kompozitning tarkibini tklif eting (juftliklardagi ish)

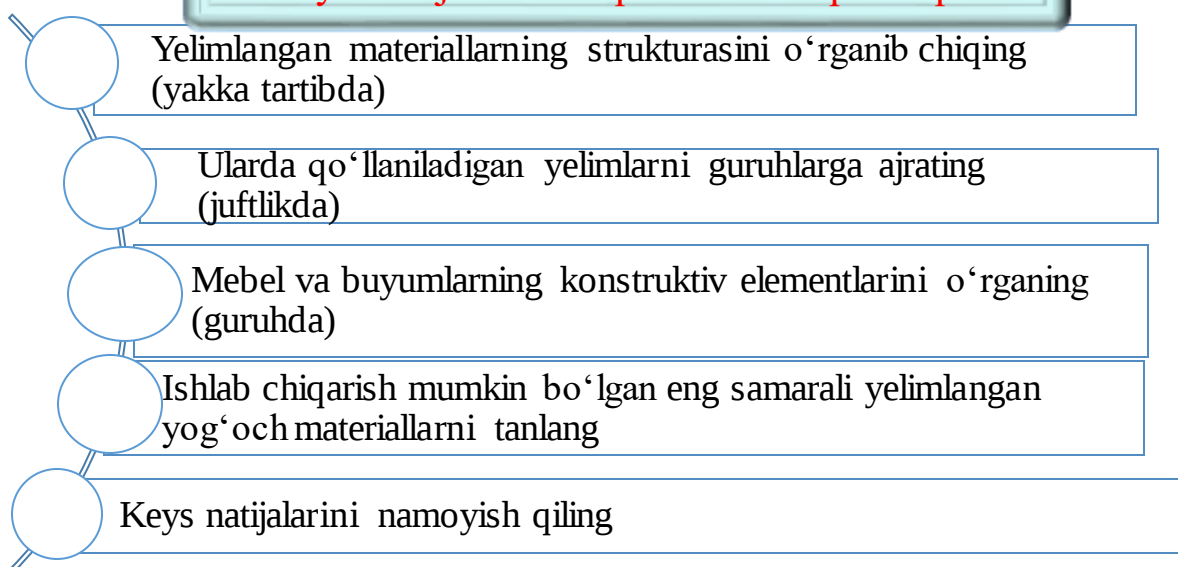
**Keys 2.** DSP, fanera, MDF, DStP materiallari yog‘ochsozlikda mebel ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi. Biroq, ular O‘zbekistonga asosan chetdan keltiriladi. O‘zbekistonda yelimlangan yog‘och materiallar ishlab chiqarishni tashkil qilish uchun imkoniyatlarni izlang.

### Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar

- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablarni belgilang, zarur bilimlar ro‘yxatini tuzing (individual va kichik guruhlarda)
- Yog‘och xom ashyosini to‘plash bo‘yicha bajariladigan ishlar ketma-ketligini belgilang (juftliklarda)
- Yelimlangan yog‘och materiallar bozori istemolchilarini izlang.
- Bajariladigan ishlarni taqdimotini qiling.

**Keys 3.** Turli yog‘ochlardan olingan yelimlangan materiallar turlicha fizik-mexanik xossalarni namoyon qiladi. O‘zbekiston sharoitida qaysi yelimlangan yog‘och materialini ishlab chiqarish har taraflama foydali?

### Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar



### Tushunchalar tahlili” metodi

**Metodning maqsadi:** mazkur metod tinglovchilar yoki qatnashchilarni mavzu bo‘yicha tayanch tushunchalarni o‘zlashtirish darajasini aniqlash, o‘z bilimlarini mustaqil ravishda tekshirish, baholash, shuningdek, yangi mavzu bo‘yicha dastlabki bilimlarda rejasini tashhis qilish maqsadida qo‘llaniladi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar mashg'ulot qoidolari bilan tanishtiriladi;
- tinglovchilarga mavzuga yoki bobga tegishli bo'lgan so'zlar, tushunchalar nomi tushirilgan tarqatmalar beriladi (individual yoki guruhli tartibda);
- tinglovchilar mazkur tushunchalar qanday ma'no anglatishi, qachon, qanday holatlarda qo'llanilishi haqida yozma ma'lumot beradilar;
- belgilangan vaqt yakuniga yetgach o'qituvchi berilgan tushunchalarning to'g'ri va to'liq izohini o'qib eshittiradi yoki slayd orqali namoyish etadi;
- har bir ishtirokchi berilgan to'g'ri javoblar bilan o'zining shaxsiy munosabatini taqqoslaydi, farqlarini aniqlaydi va o'z bilim darajasini tekshirib, baholaydi.

**Namuna:** "Moduldagi tayanch tushunchalar tahlili"

| Tushunchalar          | Sizningcha bu tushuncha qanday ma'noni anglatadi?                                                                                                                | Qo'shimcha ma'lumot |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Kompozitsion material | Ishlab chiqarilgan, ikki yoki ko'proq fizikaviy va kimyoviy har xil bo'lgan, matritsa (interfeys) ichida tartibli joylashgan fazalardan tashkil topgan material. |                     |
| Matritsa, interfeys   | Kompozitsion materialning bir butunligini ta'minlovchi bog'lovchi komponent                                                                                      |                     |
| Matritsa materiallari | Metall, keramika, polimer materiallar                                                                                                                            |                     |

**Izoh:** Ikkinchi ustunchaga qatnashchilar tomonidan fikr bildiriladi. Mazkur tushunchalar haqida qo'shimcha ma'lumot glossariyda keltirilgan.

#### **"SWOT-tahlil" metodi**

**Metodning maqsadi:** mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo'llarni topish, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholash, mustaqil, tanqidiy fikrlash, nostandart tafakkurnishakllantirish.

|                   |                           |
|-------------------|---------------------------|
| S - (strength)    | • Kuchli tomonlari        |
| W - (weaknes)     | • Zaif , kuchsiz tomonlar |
| O - (opportunity) | • imkoniyatlar            |
| T – (threat)      | • To‘siqlar               |

**Namuna1:** Tolali mustahkamlashtirish komponentlari uchun SWOT tahlilini ushbu jadvalga tushiring.

|   |                                                                    |                                                                                               |
|---|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| S | Tolali mustahkamlashtirish komponentlarining kuchli tomonlari      | Mustahkamligi eng yuqori ko‘rsatkichlarga ega bo‘lgan kompozitlarni yaratish imkoniyatlari... |
| W | Tolali mustahkamlashtirish komponentlarining kuchsiz tomonlari     | Tolali mustahkamlashtirilgan kompozitlarning anizotropligi                                    |
| O | Tolali mustahkamlashtirish komponentlarining imkoniyatlari (ichki) | Yangi turdagi yuqori xususiyatli tolalar yaratilmoqda – bor tolalari, uglerod tolalari...     |
| T | To‘siqlar (tashqi)                                                 | Tolali komponentlar matritsa materiallari bilan qo‘llanilishi va aralashishi qiyinligi...     |

**Namuna2:** Yog‘och-yelim adgeziyasi uchun SWOT tahlilini amalga oshiring.

|   |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S | Kuchli tomonlari      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• yog‘och yuzasiga yelim tekis taqsimlanadi;</li> <li>• yelim yog‘och yuzasiga purkash, rolik bilan surkash, shpatel bilan surkash, quyish kabi turli usullar bilan berilishi mumkin;</li> <li>• ochiq va yopiq holatlarda qotishi mumkin;</li> <li>• ion bog‘lanishlar eng kuchli bog‘lanish hisoblanadi.</li> </ul> |
| W | Kuchsiz tomonlari     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ochiq holatda qotganda erituvchini chiqarib yuborish kerak;</li> <li>• yelim va yog‘och o‘rtasida moslashuvchanlik bo‘lishi lozim;</li> <li>• dispers bog‘lanishlar eng kuchsiz bog‘lanish hisoblanadi.</li> </ul>                                                                                                  |
| O | Imkoniyatlari (ichki) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• yog‘och strukturasiga bog‘liq;</li> <li>• kimyoviy bog‘lar ham, mexanik bog‘lar ham yaxshi adgeziya berishi mumkin;</li> <li>• dispersion, ikki qutbli va vodorod bog‘lari uzilsanamlik ta’sirida qayta tiklanishi mumkin.</li> </ul>                                                                               |
| T | To‘siqlar (tashqi)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• kovalent bog‘lar uzilsa qayta tiklanmaydi;</li> <li>• dispersiya kuchlar molekular orasida bo‘lganda juda sust bo‘ladi, atomlar orasida bo‘lganda esa juda kuchli hisoblanadi.</li> </ul>                                                                                                                           |

**“Xulosalash” (Rezyume, Veyer) metodi**

**Metodning maqsadi:** Bu metod murakkab, ko‘p tarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o‘rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo‘yicha o‘rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o‘quvchilarning mustaqil g‘oyalari, fikrlarini yozma va og‘zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. “Xulosalash” metodidan ma’ruza mashg‘ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg‘ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlili qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

### Metodning amalga oshirish tartibi



trener-o‘qituvchi ishtirokchilarni 5-6 kishidan iborat kichik guruhlariga ajratadi;



Trening maqsadi, shartlari va tartibi bilan ishtirokchilarni tanishtirgach, har bir guruhga umumiy muammoni tahlil qilinishi zarur bo‘lgan qismlari tushirilgan tarqatma materiallarni tarqatadi;



har bir guruh o‘ziga berilgan muammoni atroflicha tahlil qilib, o‘z mulohazalarini tavsiya etilayotgan sxema bo‘yicha tarqatmaga yozma bayon qiladi;



navbatdagi bosqichda barcha guruhlar o‘z taqdimotlarini o‘tkazadilar. Shundan so‘ng, trener tomonidan tahlillar umumlashtiriladi, zaruriy axborotlar bilan to‘ldiriladi va mavzu yakunlanadi.

#### Namuna 1:

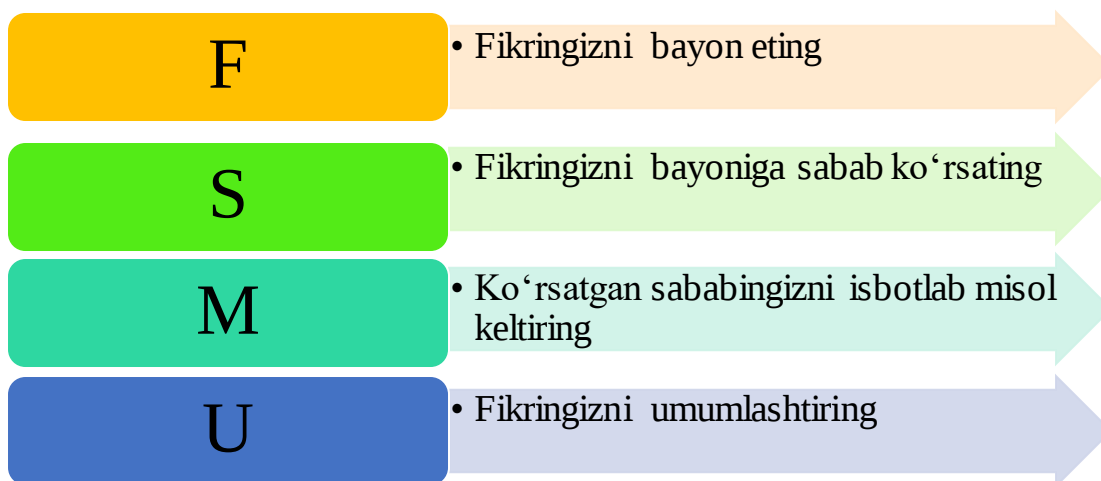
| Kompozitsion materiallar |            |                   |            |                    |            |
|--------------------------|------------|-------------------|------------|--------------------|------------|
| Polimer matritsali       |            | Metall matritsali |            | Keramik matritsali |            |
| afzalligi                | kamchiligi | afzalligi         | kamchiligi | afzalligi          | kamchiligi |
|                          |            |                   |            |                    |            |
| <b>Xulosa:</b>           |            |                   |            |                    |            |

#### Namuna 2:

| Alternativ yoqilg'i turlari |            |           |            |           |            |
|-----------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| Fanera                      |            | MDF       |            | OSB       |            |
| afzalligi                   | kamchiligi | afzalligi | kamchiligi | afzalligi | kamchiligi |
|                             |            |           |            |           |            |
| <b>Xulosa:</b>              |            |           |            |           |            |

### «FSMU» metodi

**Texnologiyaning maqsadi:** Mazkur texnologiya ishtirokchilardagi umumiy fikrlardan xususiy xulosalar chiqarish, taqqoslash, qiyoslash orqali axborotni o'zlashtirish, xulosalash, shuningdek, mustaqil ijodiy fikrlash ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Mazkur texnologiyadan ma'ruza mashg'ulotlarida, mustahkamlashda, o'tilgan mavzuni so'rashda, uyga vazifa berishda hamda amaliy mashg'ulot natijalarini tahlil etishda foydalanish tavsiya etiladi.



### Texnologiyani amalga oshirish tartibi:

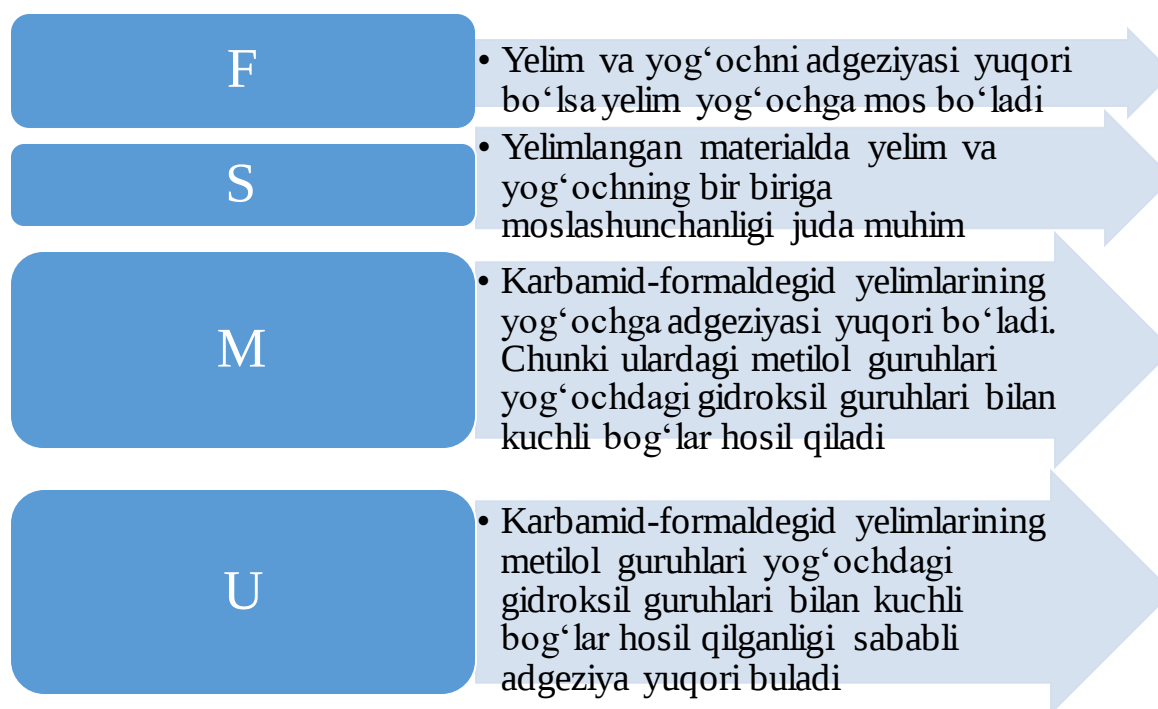
- qatnashchilarga mavzuga oid bo'lgan yakuniy xulosa yoki g'oya taklif etiladi;
- har bir ishtirokchiga FSMU texnologiyasining bosqichlari yozilgan qog'ozlarni tarqatiladi;
- ishtirokchilarning munosabatlari individual yoki guruhiiy tartibda taqdimot qilinadi.

FSMU tahlili qatnashchilarda kasbiy-nazariy bilimlarni amaliy mashqlar va mavjud tajribalar asosida tezroq va muvaffaqiyatli o'zlashtirilishiga asos bo'ladi.

#### Namuna1.

- **Fikr:** “Polimer matritsali kompozitlar eng yuqori fizik- mexanik va kimyoviy xossalarga egadir”.

- **Topshiriq:** Mazkur fikrga nisbatan munosabatingizni FSMU orqali tahlil qiling.
- **Namuna 2:** “Yelimlangan materialda yelim va yog‘ochning bir-biriga moslashuvchanligi katta ahamiyatga ega” fikrini FSMU orqali tahlil qiling.



### “Sinkveyn” metodi

“Sinkveyn” – tinglovchini ijodiy faollashtirishga, faoliyatni baholashiga yo‘naltirilgan ta‘lim mashqi hisoblanadi. Sinkveyn-fransuzcha so‘zdan olingan bo‘lib, beshlik degan ma‘noni bildiradi. “Sinkveyn” metodini amalga oshirish bosqichlari:

1. O‘qituvchi tinglovchilarga mavzuga oid tushuncha, jarayon yoki hodisa nomini beradi.
2. Tinglovchilardan ular haqidagi fikrlarini qisqa ko‘rinishda ifodalashlari so‘raladi. Ya‘ni, she‘rga o‘xshatib 5 qator ma‘lumotlar yozishlari kerak bo‘ladi.

U quyidagi qoidaga asosan tuzilishi kerak:

1-qatorda mavzu bir so‘z bilan (odatda ot bilan) ifodalanadi.

2-qatorda mavzuga juda mos keladigan ikkita sifat beriladi.

3-qatorda mavzu 3 ta harakatni bildiruvchi fe‘l bilan foydalaniladi.

4-qatorda temaga doir muhokama etuvchilarning hissiyotini ifodalovchi jumla tuziladi. U to‘rt so‘zdan iborat bo‘ladi. qatorda mavzuni mohiyatini ifodalovchi bitta so‘z beriladi. U mavzuningsinonimi bo‘ladi.

**Namuna.** “Matrisa” so‘ziga sinkveyn tuzing.

1. Matritsa.
2. Bog‘lovchilik xususiyati.
3. Hajm bo‘yicha teng taqsimlangan.
4. Kompozitning bir jinsliligini ta‘minlaydigan keramik, polimer yoki metall material.
5. Komponent.

### **“Klaster” metodi**

Fikrlarning tarmoqlanishi “Klaster” – bu pedagogik strategiya bo‘lib, u tinglovchilarni biror bir mavzuni chuqur o‘rganishlariga yordam berib, tinglovchilarni mavzuga taalluqli tushuncha yoki aniq fikrni erkin va ochiq ravishda ketma-ketlik bilan uzviy bog‘lagan holda tarmoqlashlariga o‘rgatadi.

Fikrlarni tarmoqlash quyidagicha tashkil etiladi:

1. Hayolga kelgan har qanday fikr bir so‘z bilan ifoda etib ketma-ket yoziladi.
2. Fikrlar tugamaguncha yozishda davom etaverish kerak.
3. Iloji boricha fikrlarning ketma-ketligi va o‘zaro bog‘liqligini ko‘paytirish.

**Namuna.** “Kompozitsion materiallar turlari” mavzusiga “Klaster” grafik organayzerini tuzing.

## II.NAZARIY MATERIALLAR

**1-mavzu: Materiallarni tadqiq qilishda fizik-kimyoviy tahlilni ilmiy ahamiyati. Rentgenografik tahlil, fizikaviy asosi. Rentgen nurlari, zamonaviy tekshirish usullari va asosiy uskunalar. Nanotexnologiyalarning rivojlanish tendensiyasi. Nanotexnologiyalar to‘g‘risida umumiy ma’lumot.**

### **Reja:**

- 1.1.Materiallarni tadqiq qilishda fizik-kimyoviy tahlilning asosiy usullari.
- 1.2.Mikroskopik tekshirish usuli.
- 1.3.Xom ashyo va tayyor maxsulotlarning kimyoviy va mineralogik tarkibini o‘rganishda zamonaviy taxlil usullari - elektron-mikroskopik, rentgen mikroskopiya va rentgen-spektral tahlili (mikrozond tahlili) imkoniyatlari.
- 1.4.Nano texnologiyalarning rivojlanish tendensiyasi
- 1.5.Nanotexnologiyalar to‘g‘risida umumiy ma’lumot.
- 1.6.Nanoobyekt, nanomaterial, nanotexnologiya tushunchasi.
- 1.7.Nanoobyektlar tavsifi.

**Tayanch iboralar:** *Rentgenografik tahlil, Rentgen nurlari, nanotexnologiya jarayonlari, nanomateriallar, uglerod nanotrubkalari.*

### **1.1. Fizik-kimyoviy tahlilning asosiy usullari.**

Kimyoviy modda, kamyob, nodir va tarqoq metallar, silikatlar va qiyin eriydigan no metall materiallar, mineral o‘g‘itlar, organik sintez mahsulotlari, polimer va plastmassa, kompozitsion birikmalar, tabiiy tog‘ jinslari va ularga o‘xshash sun‘iy mahsulotlar juda xilma-xil va murakkab. Shuning uchun ularning xususiyatlari va tarkiblari ham turlichadir. Bunday materiallarni tekshirish usullari ham turlicha bo‘lib, ularni ikki katta guruhga ajratish mumkin:

1. Optika usullari. Bu guruhga umumiy nomi kristallooptika deb ataluvchi immersion tahlil, metallografik tahlil, monokristallar tahlili kirgan bo‘lib, ular maxsus optika asboblari - polyarizatsion va metallografik mikroskoplar orqali olib boriladi.

2.Kimyoviy va fizik-kimyoviy usullar. Bularga petrografiyaning petrokimyo, petrurgiya, petrofizika kabi sohalari kiradi. Bu usullar yordamida materiallarining tarkibini mukammal o‘rganish va ularning paydo bo‘lishi, xossa-xususiyatlarini fizik-kimyoviy qonunlar nuqtai nazaridan talqin etish mumkin. Hozirgi vaqtda mineralogik-geokimyoviy tekshirish usuli nomi bilan ataluvchi tadqiqotlarni o‘tkazishda spektral, rentgen spektral va radiometrik analiz usullaridan foydalaniladi. Rentgenoelektron mikroanaliz metodi yordamida esa minerallarning

tarkibi tez va sifatli aniqlanadi. Petrurgiya usulida sun'iy mahsulotlar o'rganilib, ularning tabiiy minerallar genezisiga o'xshash-o'xshamasligi aniqlanadi.

Kimyoviy ishlab chiqarish mahsulotlarini fizik-kimyoviy tahlilining asosiy usullari qatoriga kiradi: mikroskopiya; elektron mikroskopiya; rentgenografiya; termografiya; IQ spektroskopiya; yadro magnit rezonansi (YaMR); elektron paramagnit rezonansi (EPR); elektronografiya; xromotografiya; magnetoximiya; izotropiya; kimyoviy analiz; spektral analiz; boshqa usullar yordamida o'rganiladi.

Namunalarni fotokolorimetrik usulda aniqlash. Fotokolorimetrik tahlilni FEKN-57 tipidagi jihozda olib boriladi. Bu ekspress tahlil usuli bo'lib, tortish usuliga qaraganda turli xil kimyo sanoati mahsulotlardagi muhim komponentlarni topishda qisqa vaqtni oladi.

Komponentlarni aniqlovchi fotokolorimetrik usul eritmadan o'tadigan intensiv nurni kamayishi darajasini moddadagi bo'yalgan kompleks ko'rinishida aniqlashga asoslangan.

Fotokolorimetrik usulda eritmaning qalinligi o'zgarmas holatda bo'ladi, shuning uchun faqat optik zichlik, ya'ni undan chiqayotgan intensiv nurni logarifmi nisbati aniqlanadi. Har xil konsentratsiyasidagi (standart va aniqlanayotgan) ikkita bo'yalgan eritmani holati quyidagi tenglama asosida ifodalanishi mumkin:

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{C_1}{C_2}$$

Bu yerda  $D_1$  – va  $D_2$ - standart va aniqlanayotgan eritmaning optik zichligi;  
 $C_1$  va  $C_2$ - standart va aniqlanayotgan eritmaning konsentratsiyasi.

$D_1$  va  $D_2$  aniqlanib  $C_1$  ni konsentratsiyasini bilgan holda  $C_2$  ni konsentratsiyasini hisoblab topish mumkin. Shunday qilib, standart (etalon eritma) eritmani konsentratsiyasini bilgan holda, tekshirilayotgan eritmaning miqdorini aniqlash mumkin.

Buning mohiyati konsentratsiyasi aniq bo'lgan tekshirilayotgan standart eritmalarining konsentratsiyasi bilan optik zichligi orasidagi bog'lanish grafigini mg/l yoki % hisobida ta'sirlashdan iborat. Eritmaning optik zichligini aniqlangandan so'ng, shu grafik yordamida tekshirilayotgan eritma konsentratsiyasini topiladi.

## **1.2. Mikroskopik tekshirish usuli.**

Mikroskopik tekshirish usuli ahamiyati va rivoji. Noorganik moddalar kimyosi va texnologiyasida kimyoviy moddalarning xossalari va sifatini o'rganishda keng qo'llaniladigan qadimiy usul mikroskopik usuldir. Mikroskopik usul ilmiy-tekshirish ishlari olib borishda mikroskopni qo'llash va mikroskopik preparatlar yordamida juda kichik, mayda, faqat mikroskop bilangina ko'rindigan zararchalarning spesifik xossa-xususiyatlarini aniqlashga qaratilgan usuldir. U aniq kimyoviy metodlardan foydalanib, juda oz miqdordagi moddalarni analiz qilish

imkonini beradi.

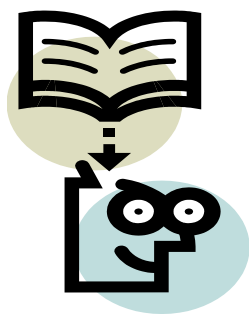
Mikroskopiya usuli optika qonunlariga asoslangan bo'lib, u haqidagi ilk ma'lumotlar eramizdan avvalgi IV-II asrlarda yashagan Aristotel, Yevklid va Ptolemeya asarlarida uchraydi. Kattalashtiruvchi shisha yoki lupani esa bu usulning eng birlamchi va o'ta sodda asbobi deb qarash mumkin. Eramizning XI asrida yashagan va Yevropada Alxazen nomi bilan atalgan arab olimi Ibn Al-Xaytan, XIII asrda tadqiqotlar olib borgan Rodjer Bekon, XVI asr boshida yashagan italiyalik rassom Leonardo da Vinchi fotometriya nazariyasi va amaliyotiga asos solishdi. Optika asboblari kashf etish va yasash esa XVII asr boshlariga to'g'ri keladi. Jumladan, 1609-yil italiyalik olim Galileo Galiley tomonidan kattalashtiruvchi truba - durbin, 1611-yil nemis olimi Iogann Kepler tomonidan teleskop, 1638-yil U. Gaskoynt tomonidan okulyarli mikrometr yaratildi.

Bu holni aniqlash uchun graduировkali grafik qurish aniq natijalarni beradi.

Mayda obyektlarni ko'rsatuvchi ma'nosini anglatuvchi "mikroskop" termini hayotga 1646-yil nemis olimi A.Kirxer va polyak astronomi I.Gaveliya tomonidan tadbiq etildi. Ammo mikroskopiya usulining "otası" sifatida butun dunyoda gollandiyalik A.Levenhuk va angliyalik tadqiqotchi R.Guk hisoblanadi. A.Levenhuk o'z qo'li bilan yasagan mikroskop orqali insoniyat tarixining olamshumul ixtirosini yaratadi. U suv tomchilarida shu davrgacha ma'lum bo'lmagan jonli modda mikroblar borligini aniqlab, yangi fan "mikrobiologiya" ga asos soldi. Uning tadqiqotlari fransuz olimi L.Pastor tomonidan davom ettirildi va natijada turli kasalliklarning paydo bo'lishi va tarqalishida mikroblar asosiy sababchi ekanligi isbotlab berildi. Guk esa o'zi yaratgan nurli mikroskop orqali o'simlik va hayvonlarning hujayrali tuzilishga ega ekanligini kashf etdi. Umuman olganda yuz yilcha davom etgan bu davrda mikroskopdan kengroq foydalanildi. Mikroskopik tahlilning takomillashishi kristallografiyaning rivoj topishiga olib keldi.

Kristallooptika usuli. Tabiiy va sun'iy kimyoviy birikmalar, xom-ashyo, material va buyumlar, mineral va kompozitsiyalarning optik ko'rsatgichlarini ularning kristall shakllari, tarkibi va simmetriya qonuniyatlariga bog'liq holda o'rganuvchi fan sohasi kristallooptika deb ataladi. Bu soha fizika, kristallografiya va mineralogiya fanlari bilan bog'liqdir. Kristallooptikada kristall tuzilishiga ega bo'lgan materiallardan nur to'lqinlarining o'tishi hodisalari o'rganiladi. Unda tadqiqotlar nur va uning turli sharoitda tarqalishini kuzatish va tegishli xulosa chiqarish orqali olib boriladi.



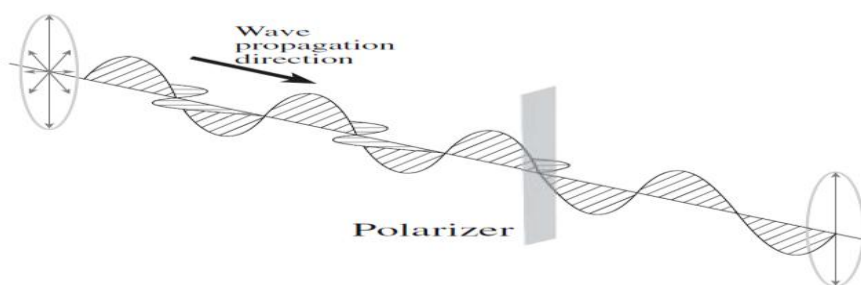


*Nur to'qlarlari elektromagnit to'qlinlar turkumiga kiradi. Inson uzunligi 400-760 mkm ga teng bo'lgan nur to'qlinlarinigina ko'ra oladi.*

*Elektromagnit to'qlinlari elektr (E-E1) va magnit (M-M1) to'qlinlaridan iborat. Bu to'qlinlar bir-biriga va shu bilan birga yorug'lik energiyasining tarqalish yo'nalishiga perpendikulyardir. Mana shu yorug'lik energiyasi tarqaladigan yo'nalish nur deb ataladi (2-rasm).*

*Kristallooptika usulida nur tarqalishini kuzatish orqali tadqiqotlar olib boriladi .*

### 1- rasm. Elektromagnit to'qlinlar shkalasi.



### 2-rasm. Nur polarizatsiyasi.

Mikroskopik tahlilda nurning minerallardan o'tishi va sinishi hodisasi katta ahamiyatga ega. Bular orqali quyidagi xususiyatlar aniqlanadi:

1. Nur sindirilishi va sindirilish ko'rsatgichi- $N_g$ ,  $N_m$  va  $N_p$ ;
2. Nurni ikkilanib sindirish kuchi –  $(N_g - N_p)$  yoki  $\Delta N$ ;
3. Nur polarizatsiyasi – bir tekis polarizatsiyalangan nurlarni hosil qiluvchi va mikroskopik stolchasi ostidagi polarizator orqali bajariladi;
4. Nur interferensiyasi – interferension ranglarning paydo bo'lishi;
5. Nisbiy miqdorni aniqlash–okulyar setka va integratsion stolcha orqali;
6. Kimyoviy birikma va minerallar relyefi – Bekke chizig'i;
7. Pleoxroizm – moddaning yutish (absorbsiyalash) qobiliyatlari;
8. Mineral o'qlari –  $N_g$  va  $N_p$  o'qlari;
9. Moddalarning uzayish belgisi – musbat va manfiy uzatish;
10. So'nish burchagi – to'g'ri va qiya sinish va boshqa xususiyatlar.

Mikroskopik tahlilning muvaffaqiyatli amalga oshirilishi qo'llaniladigan apparatlarga ko'p jihatdan bog'liq. Tegishli apparatlarsiz ilmiy-tadqiqot ishi, texnika va tibbiyot muammolarini hal etish mumkin emas.

1617-1619-yillarda kashf etilgan mikroskoplar biologik, kimyoviy va boshqa tekshirishlar uchun taalluqli polarizatsion mikroskoplardir.

MP-2, MP-3, MP-4, MIN-4, MIN-5 va MIN-8 turdagi polarizatsion mikroskoplar. Ular yorug'lik ostida ishlash uchun mo'ljallangan zamonaviy apparatlar qatoriga kiradi. Kichik hajmni kattalashtirishda yorug'lik manbai bo'lib

oddiy stol lampasi xizmat qiladi. Hajmni juda kattalashtirishda esa OI-9 va OI-19 kabi sun'iy yoritgichlar qo'llaniladi.

Odatda nur sindirish ko'rsatkichi  $n$  yoki  $N$  -ni o'lchashda sariq nurlar, ya'ni D - natriy bug'lari chizig'i (to'lqin uzunligi  $\lambda = 5893 \text{ \AA}$ ) qo'llaniladi.

Obyektiv sifatida obyektiv va okulyarlar to'plamiga kirgan va obyektlarni 17,5 X dan to 1350 X gacha kattalashtiruvchi moslamalar qo'llaniladi.

Hozirgi vaqtda sanoat korxonalari, ilmiy - tekshiruv institutlarida zamonaviy MIN-8 mikroskopi ishlatiladi (3-rasm).

MIN- 8 markali polizatsion mikroskopning asosiy detallari quyidagicha:

1 - mikroskop asosi - massiv plitka. Uning ichiga kondensor linza va burish prizmalari joylashtirilgan.

2 - okulyar. U5X ,6X, 8X,15X va 20X marta kattalashtirishga imkon beradi;

3 - tubus. U tutgichning yuqori qismiga qo'zg'almas qilib mahkamlanadi. Tubus o'yig'iga analizator yoki boshqa kompensatorlar moslamasi o'rnatilgan.

4 - opak-ilyuminator OP-12 ni o'rnatish salazkasi. Bu o'z navbatida mikroskopda qaytgan nurlar yordamida ham ishlashga imkon beradi.

5 - qiya monokulyar moslama. Predmet stolchasini doimo gorizantal holatda saqlab obyektни kuzatish uchun xizmat qiladi;

6 - silindr shaklidagi metall truba. Unda ko'rish uchun kattalashtirib beruvchi sistema-okulyar o'rnatilgan;

7 - predmet stolchasi. Uning ustiga tekshirilayotgan obyekt o'rnatilgan bo'ladi. Predmet stolchasi kronshteynga o'rnatilgan bo'lib, katta tishli siljitish mexanizmi yordamida yuqoriga-pastga harakatlanadi;

8 - kondensor. U o'rnatilishi yoki olib qo'yilishi mumkin;

9 - siljitish mexanizmi. Uning yordamida predmet stolchasi yuqoriga-pastga xarakatlantiriladi;

10 - xarakatlantiruvchi dastalar. Ular mikroskop asosining ikki tomonidagi mexanizmni xarakatlantiradilar;

11 - opak-ilyuminator OP-12.U tubusning pastki qismida joylashgan;

12 - mikroskop dastagi;

13 - markazlash vintlari. Uning yordamida yoritish sistemasining holati o'zgartiriladi;

14- linza yoritish sistemasidan tashqariga chiqarilgan dasta;

15 - disk. U analizatorning ustiga interferension yorug'lik filtri sifatida o'rnatilgan;

16 - obyektiv. U 3X, 8X, 20X, 40X, 60X va 90X marta kattalashtirishni ta'minlaydi.



**3 rasm.**  
MIN8 markali  
polarizatsion  
mikroskopning  
ko‘rinishi.

Nur sindirish ko‘rsatgichi ko‘pincha immersion suyuqlik yordamida aniqlanadi. U tekshirilayotgan obyekt va muhit (suyuq yoki qattiq)ning nur sindirish ko‘rsatgichini taqqoslashga asoslangan. MIN-8 kabi polarizatsion mikroskoplar bilan bir qatorda ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borishda metallografik mikroskoplar ham keng qo‘llaniladi.

Mikroskoplarning kattalashtirish darajasini ta‘minlovchi moslamalar. Ular qatoriga obyektiv (obyektni kattalashtiruvchi linza, yoki bir nechta linzalardan tashkil topgan murakkab optik sistema) va okulyar (ko‘rish uchun kattalashtirib beruvchi sistema, u silindr shaklidagi metall trubaga o‘rnatilgan ikkita linzadan tashkil topgan) larning to‘plami kiradi. Obyektning kattalashtirish darajasi quyidagi 1-jadvalda keltiriladi.

**1-jadval**

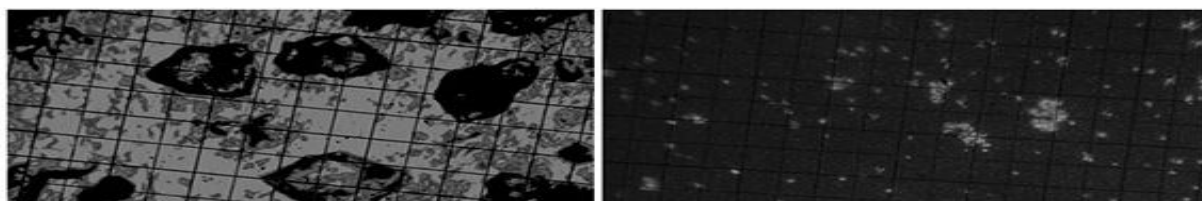
Obyektning kattalashtirish darajasi

| Obyektiv        | Okulyar va kattalashtirish |                |                |                 |                 |                 |                 |
|-----------------|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                 | 5 <sup>x</sup>             | 6 <sup>x</sup> | 8 <sup>x</sup> | 12 <sup>x</sup> | 15 <sup>x</sup> | 17 <sup>x</sup> | 20 <sup>x</sup> |
| 3 <sup>x</sup>  | 15                         | 18             | 24             | 37.5            | 45              | 51              | 60              |
| 8 <sup>x</sup>  | 40                         | 48             | 64             | 100             | 120             | 136             | 160             |
| 20 <sup>x</sup> | 100                        | 120            | 160            | 240             | 300             | 340             | 400             |
| 40 <sup>x</sup> | 200                        | 240            | 320            | 480             | 600             | 680             | 800             |
| 60 <sup>x</sup> | 300                        | 360            | 480            | 720             | 900             | 1020            | 1200            |
| 90 <sup>x</sup> | 450                        | 540            | 720            | 1080            | 1350            | 1530            | 1800            |

**Mikrofotografiya namunalari.**

Mikrofotografiya usuli orqali tasvir hujjat maqomini oladi. Shuning uchun magistrlik, nomzodlik va doktorlik dissertatsiya ishlari olib borishda, solishtirish etalonlari yasashda va korxona mahsulotlari sifatini tasvir orqali belgilashda ishlatishda u bebahodir.

Barcha mikroskoplarga fotoapparatlar o‘rnatish mumkin. Tasvir qaytgan va o‘tuvchan nur asosida paydo bo‘lishi va olinishi mumkin. Quyidagi rasmlarda o‘ziga xos kristallarning mikrofotosuratlarini berilgan.

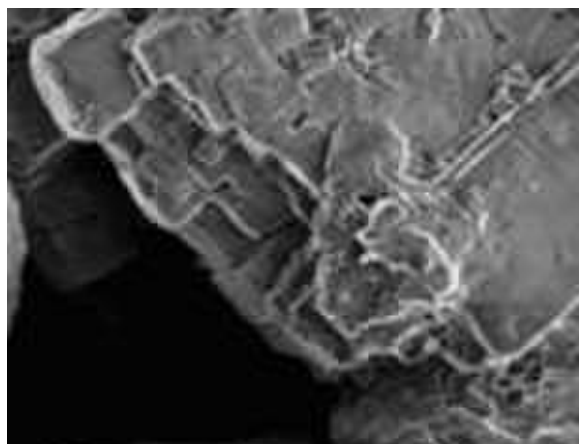


**4-Rasm.** Sementning maydalik darajasini tekshirish (1 kletka – 30 mkmni tashkil etadi. Chap tarafda – sharli tegirmonda maydalangan sement, o‘ng tarafda yangi RIM-500 tegirmonida).

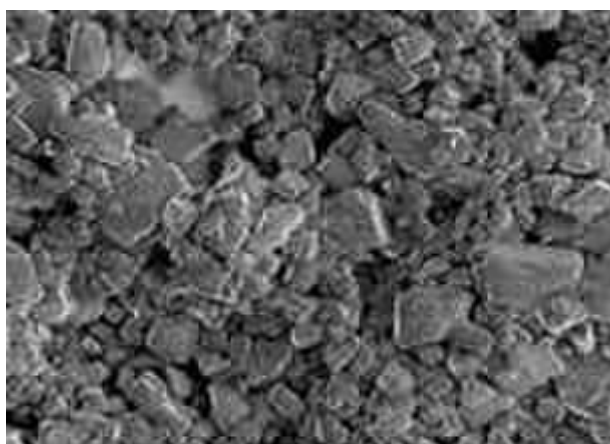
RIM-500 uskunasida maydalangan sement kukuni aktivligi yuqori ko‘rsatkichlarga ega.

O‘g‘it sifatida keng qo‘llaniladigan flotatsion usulda olingan KCl da 90% gacha mayda zarrachali foydali komponent, undan tashqari 0,013% (130 g/t) amin  $\text{RNH}_3\text{Cl}$  borligi aniqlangan. O‘g‘itni granululash masalasi ancha murakkab hisoblanadi, chunki amin gidrofob xususiyatga ega. Birinchi o‘rinda “Uralkaliy” korxonasida ishlab chiqarigan KCl ni mikroskopik usuli yordamida o‘rganildi.

5- rasm. A - optik mikroskop «Axio Imager» («Carl Zeiss» firmasi) va 5-rasm-B elektron- skanerli mikroskope «S-3400N» («Xitachi» firmasi). Rasm A dan ko‘rinib turibdiki mineral donachalari noto‘g‘ri shaklida (qo‘llanishni qiyinlashtiradi).

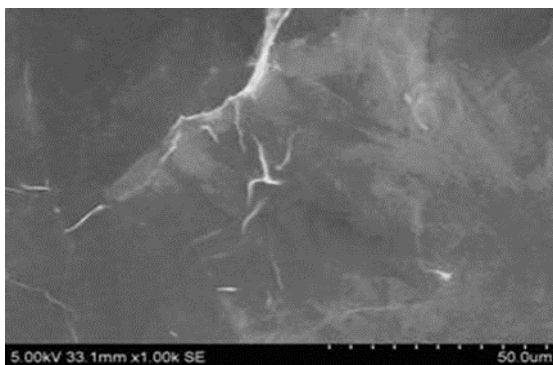


**5-Rasm. A.** 100X  
kattalashtirilgan kaliy xloridi  
changi minerallarining rasmi

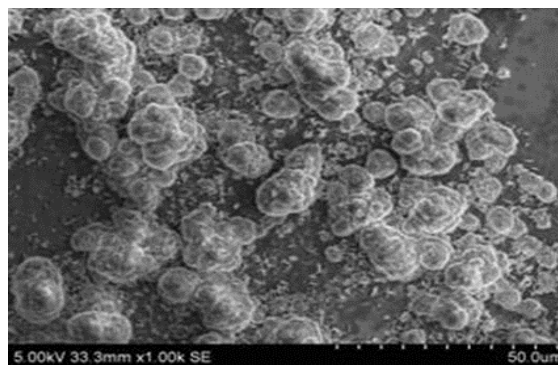


**5-Rasm. B.** 2000X  
kattalashtirilgan kaliy xloridi  
changi minerallarining rasmi.

Gidrofob aminning mikroskopik usulda o‘rganilganda, 12- rasm, A – uning yuzasi silliq qatlamni hosil qilishi aniqlandi, kaliy xloridni natriy metasilikati bilan ishlanganda, 12-rasm, B - amin u bilan reaksiyaga kirishadi va aminning qatlami buziladi, amin alohida globulalarga ajraladi va KCl ning gidrofilligi keskin oshadi.

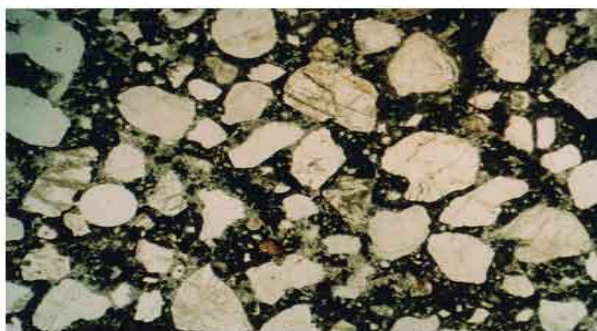


**6-Rasm A.** Toza aminning mikrofotografiyasi  $T=25^{\circ}\text{C}$  (SEM, 1000X kattalashtirish)



**6-Rasm B.** Amin qatlamini natriy metasilikati bilan ishlanganidan so'ng mikrofotografiyasi  $T=25^{\circ}\text{C}$  (SEM, 1000X kattalashtirish)

Magnezial sement asosida olingan sementning mikroskopik usulda o'rganish. Kaustik magnezit (bog'lovchi modda): qum (to'ldirgich)=1:3 miqdorida qo'shilgan sement namunalari mikroskopik tahlil yordamida o'rganish natijalari 7-rasmda keltirilgan.

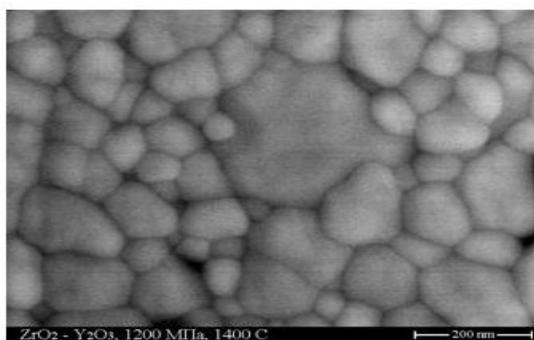


**7-Rasm A.** Sement plitkasini mikrorasmlari – qora rangdagi asosiy massa – magnezial sement, yirik donali oq rangli zarrachalar – dala shpatlari, slyudalar tarkibida tutgan qum minerallari, kattalashtirish darajasi 25x. O'tqazuvchi nur, nikollar parallel holda.

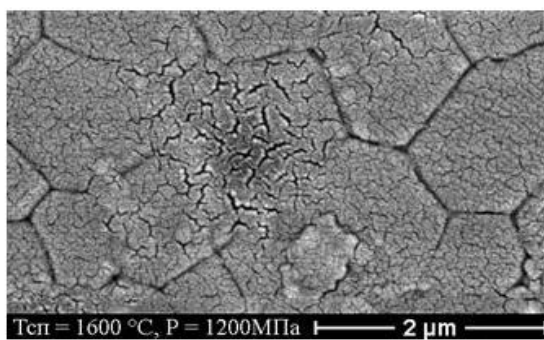


**7-Rasm B.** Sement plitkasini mikrorasmlari – qora rangdagi asosiy massa – magnezial sement, yirik donali oq rangli zarrachalar – dala shpatlari, slyudalar tarkibida tutgan qum minerallari, kattalashtirish darajasi 25x. O'tqazuvchi nur, nikollar kesishga holda.

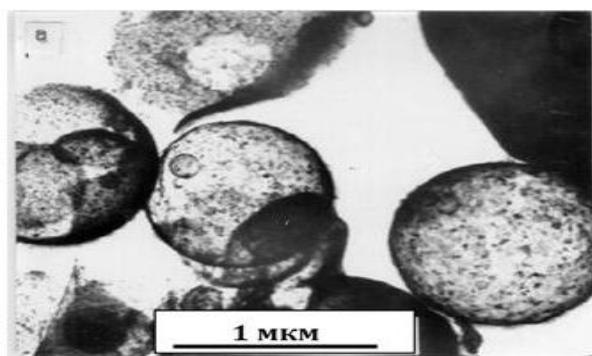
Sirkonli texnik keramika numanalari mikroskopik tahlili yordamida o'rganish (8-rasm):



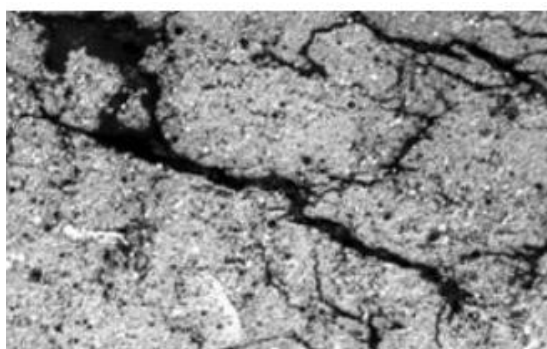
sintez qilingan keramik  
namunalarni elektron  
mikroskopik rasmlari.  
(EVM-100 elektron  
mikroskopi)



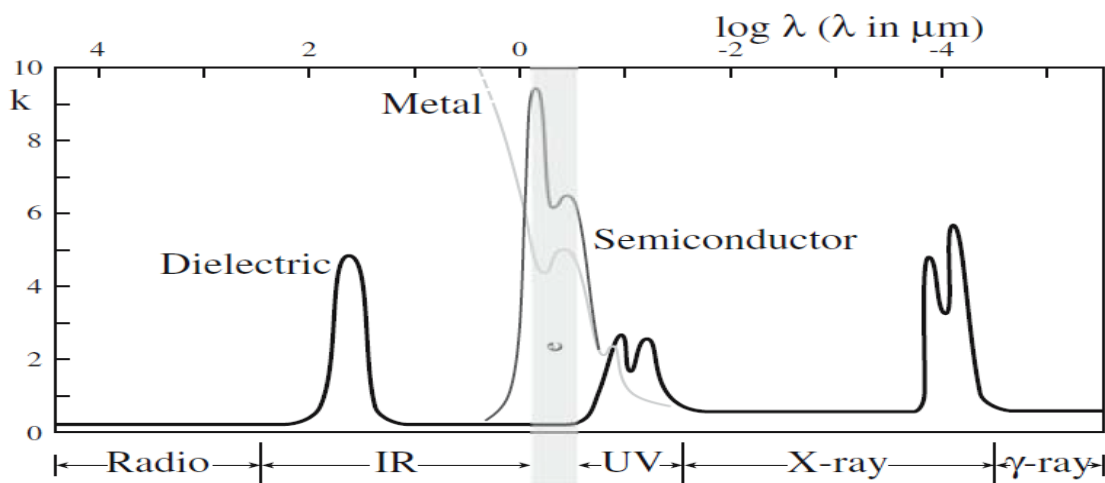
sintez qilingan keramik  
namunalarni elektron  
mikroskopik rasmlari.  
(EVM-100 elektron  
mikroskopi)



**9-Rasm** - V. Ultradispers 80% ( $ZrO_2 + 3\% Y_2O_3$ ) - 20%  $Al_2O_3$  kukunning mikrorasmlari- zarrachalarning o'lchamlarini aniqlashga imkoniyat beradi: 2 % monolit kristallitlar- o'lchamlari 2...5 mkm; 30 % - zich sferoidlar - diametri 0,1...1 mkm; 20 % bo'shliq sferoidov, diametri 0,2- 1,2 mkm; 48 % mayda aglomeratlar.



**10-Rasm** - G. Sirkonli keramik namunalarida 1600°C da yoriqlar paydo bo'lishi namoyon bo'ladi.



**11-rasm-D.** Metall, yarim-o‘tqazgich va dielektriklar uchun yutilish chastotasini o‘zgarishini solishtirish (yorug‘lik nuri spektri to‘q rang bilan belgilangan)

**.3. Xom ashyo va tayyor mahsulotlarning kimyoviy va mineralogik tarkibini o‘rganishda zamonaviy tahlil usullari - elektron-mikroskopik, rentgen mikroskopiya va rentgen-spektral tahlili (mikrozond tahlili) imkoniyatlari.**

Turli texnika va fan sohalarida elektron-mikroskopik tahlil usuli keng qo‘llaniladi. Yuqori kattalashtirish qobiliyatiga ega bo‘lganligi sababli (oddiy mikroskoplardan 100 barobar kuchliroq) elektron mikroskoplar mikroobyektlarni strukturasi atom-elektron qatlamlari darajasida o‘rganishga imkoniyat beradi. Elektron mikroskoplar ikki asosiy turga bo‘linadi:

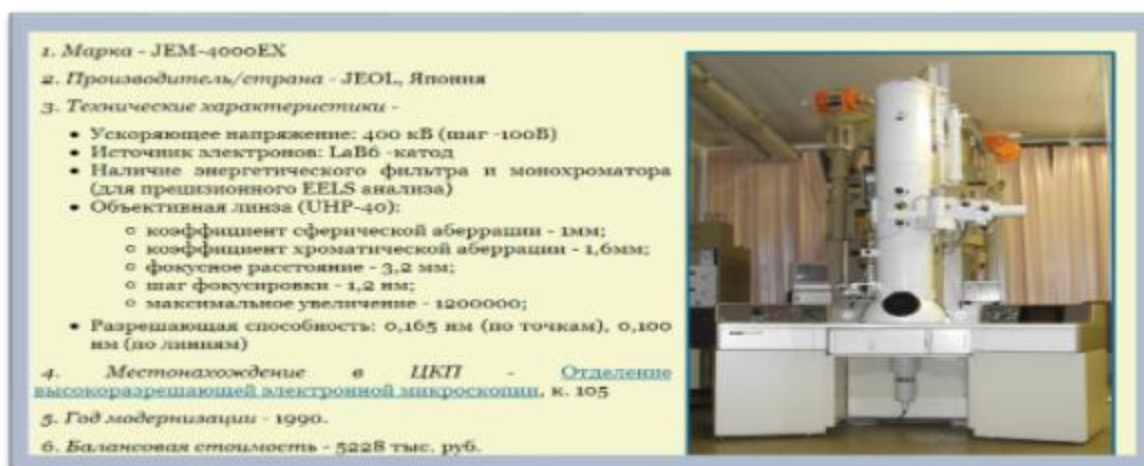
1. O‘tqazuvchi elektron mikroskoplar (просвечивающие - PEM) – nur o‘tqazish natijasida namunalar o‘rganiladi.

2. Rastro nurli elektron mikroskoplar (растровые REM) – namunadan qaytgan yoki ikkilamchi elektronlar yordamida.

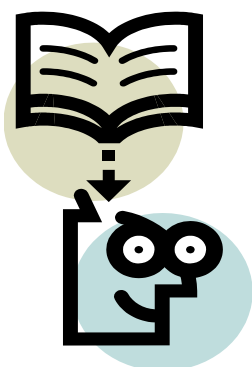
Zamonaviy elektron mikroskopik usullarga yana mikrodifraksiya va elektron-zond tahlili kiradi.

Zamonaviy elektron mikroskopik usullari kimyo mahsulotlarini tashkil etuvchi minerallari va agregatlarini nozik mikromorfologiyasini, materiallardagi turli nuqson va dislokatsiyalarni, material jinslarini bir xilmasligi darajasini aniqlashda, turli fazalarning morfologik va struktura tarkibi, kristall panjaraning periodikligi va nuqsonlarini o‘rganishga imkoniyat beradi.

Elektron mikroskopning tuzilishi oddiy mikroskopga o‘xshash bo‘lib, u elektron pushka, magnit yoki elektrostatik turli fokuslovchi linzalar to‘plami, predmet stoli bilan namuna joylashtirish kamerasi, fluoressensiya ekrani va fotokamera, elektr quvvati bloki va vakuum sistemasidan iborat. Elektron mikroskoplar turlari - O‘tqazuvchi elektron mikroskop BS-613 “Tesla”, rastro nurli elektron mikroskop S-405a “Hitachi”, JEM-400EX (JEOL, Japan) (12– rasm).

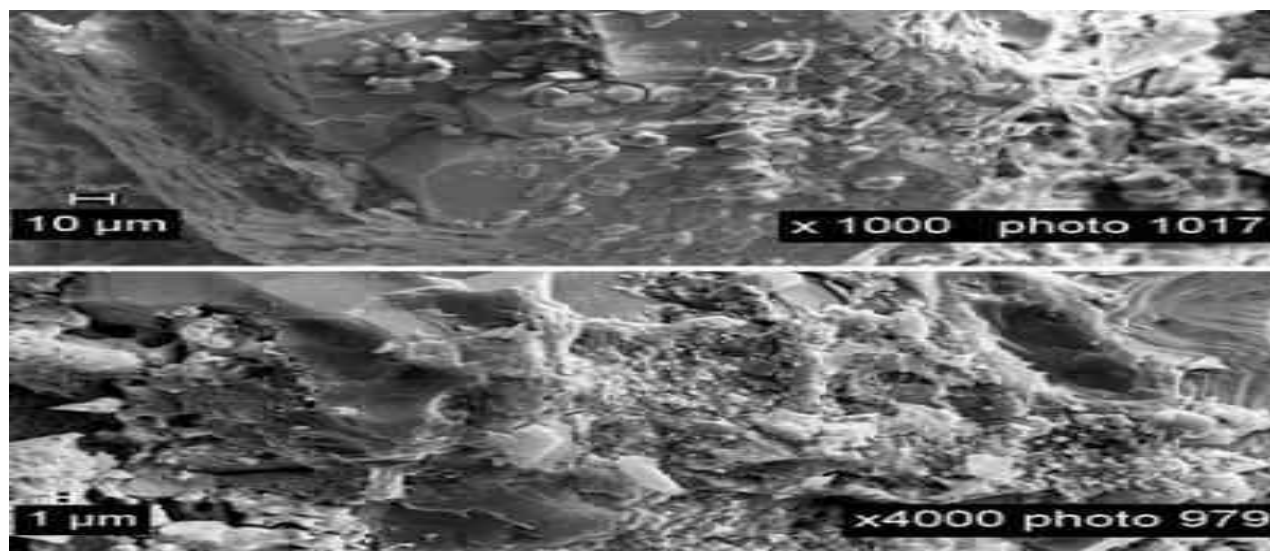


**11-Rasm.** JEM-400EX (JEOL, Japan) elektron mikroskopining ko‘rinishi va texnik ko‘rsatkichlari



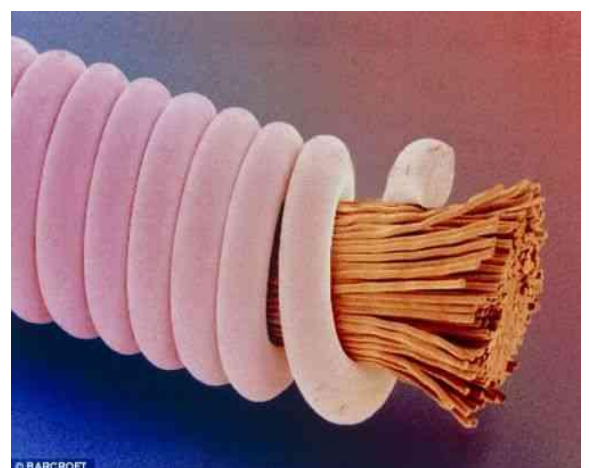
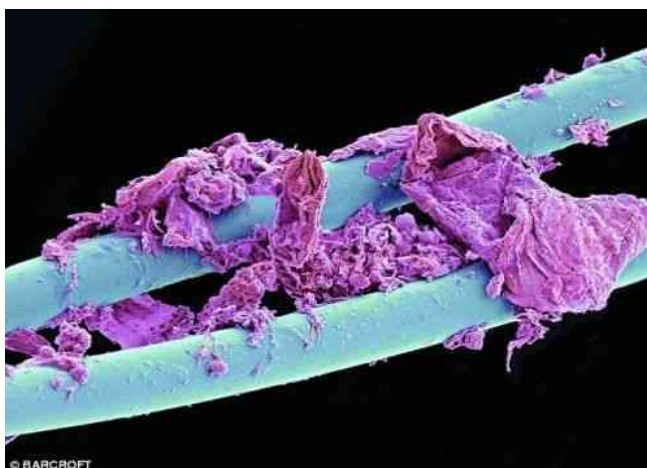
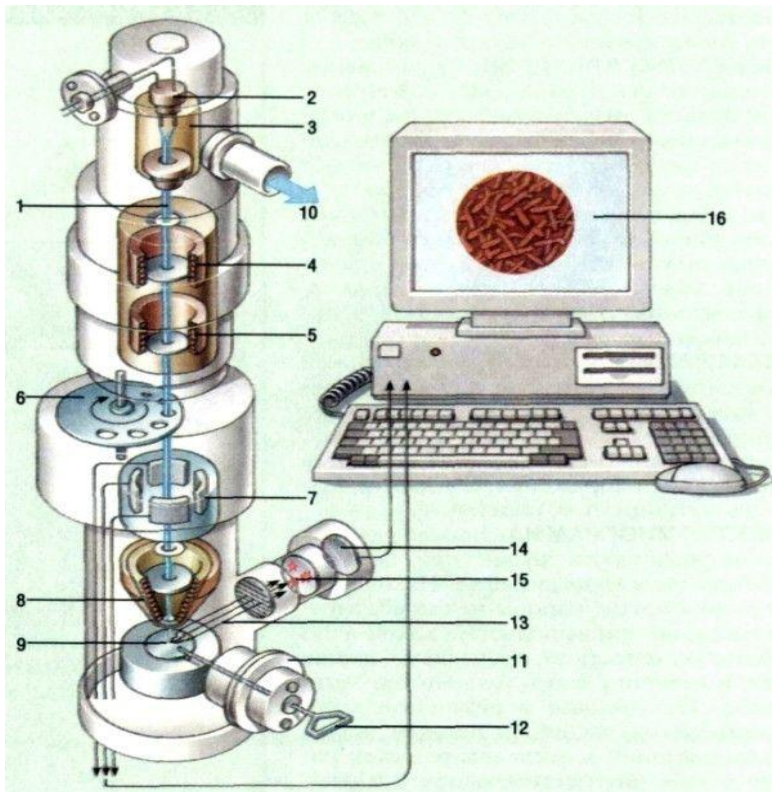
### 1. Elektron mikroskoplar .

Ularda katod nurlaridan foydalanish orqali katta yutuqlarga erishildi. Ular qatoriga 1931-yili nemis olimlari M.Knollem va E.Rusk tomonidan yaratilgan elektron mikroskoplarida tortib to hozirgi zamonaviy interferension elektron mikroskoplargacha kiradi. Nazariy jihatdan bunday mikroskoplarda 100 A<sub>o</sub> gacha, amaliy jihatdan esa 500-1000 A<sub>o</sub> bo‘lakchalarni ko‘rish mumkin (11-14 rasm).



**12 – rasm.** Elektron mikroskopda olingan tasvir (Dolmen materiallari mikrostrukturasi, elektronniy mikroskop: (1017 rasm) - Pshada daryosi vodiysidagi dolmenlar; (979 rasm) – Neksis tog‘lari dolmeni).

**13 rasm.** Zamonaviy elektron mikroskopning ko‘rinishi.



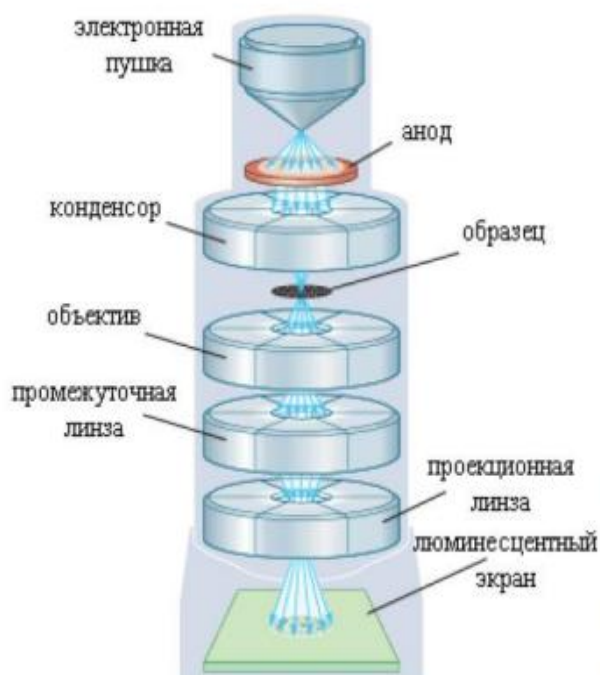
**14- rasm.** Ip tolasi va gitaraning ipi elektron mikroskopda ko‘rinishi.

2. Rastro nurli elektron mikroskoplar (15-rasm). Ular qatoriga rastro nurli mikroskop, massiv obyektlarni tadqiqot qilishga mo‘ljallangan rastro elektron

mikroskopi, kuchlanishi 150 kV bo'lgan rastro elektron mikroskopi, katod-lyuminessent obyektlarni tekshiruvchi rastro elektron mikroskopi, televizion tasvirli ultra tovushli mikroskop va boshqalar kiradi.

3. Rentgen mikroskopiyasi va mikrozonnd tahlili. Rentgen proyeksiyali mikroskop, rentgenli topografiya, elektron-zondli rentgen mikroanalizatori (16 - rasmlar), ion-zondli mass-spektral mikroanalizator va boshqalar bu guruhga kiradi.

## Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) *Transmission electron microscopy (TEM)*



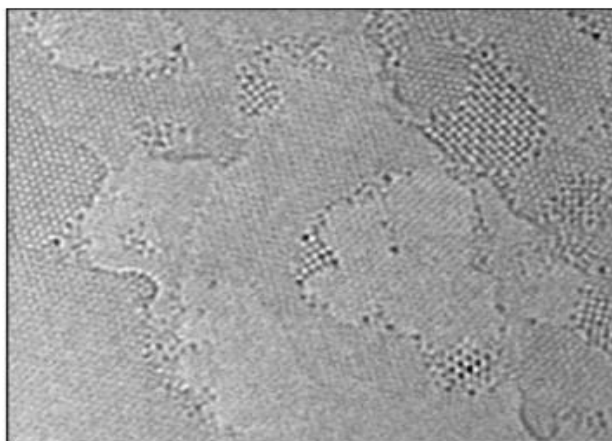
Электроны эмитируются в электронном микроскопе посредством термоэлектронной эмиссии из нити накаливания (например, вольфрамовая проволока) либо посредством полевой эмиссии. Затем электроны ускоряются высокой разностью потенциалов (от 100 кВ до 3 МВ) и фокусируются на образце электромагнитными или электростатическими линзами. Прошедший через образец луч содержит информацию об электронной плотности, фазе и периодичности, которые используются при формировании изображения.

Просвечивающие микроскопы с коррекцией сферических аберраций  
(примеры использования – А.Л. Чувилин, Ulm University, Germany)

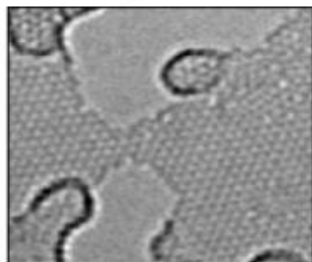
(Dy@C82)@SWNT



Ag @Graphene



Graphene



## Сканирующая (растровая) электронная микроскопия (СЭМ, РЭМ), *Scanning electron microscopy (SEM)*



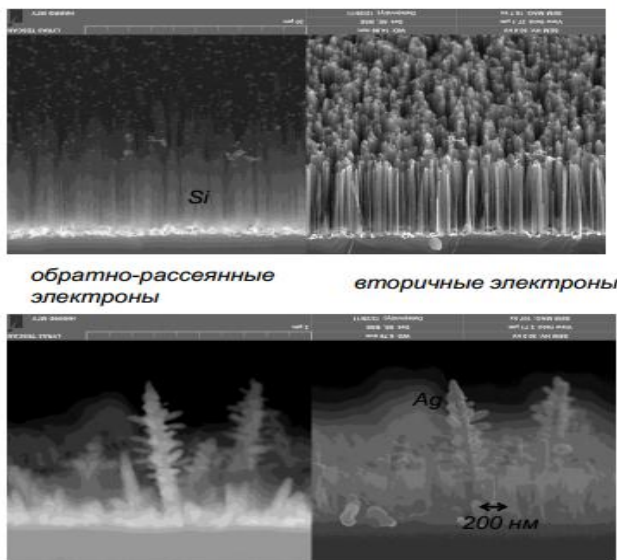
В зависимости от конкретного прибора и параметров эксперимента, может быть получено разрешение от 10 до 0.5 нм. Например, в микроскопе Hitachi S-5500 разрешение составило 0.4 нм (при напряжении 30 кВ)



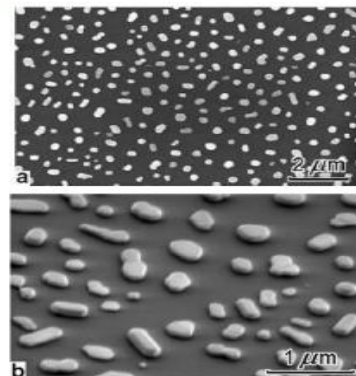
Наилучшее разрешение может быть получено при использовании вторичных электронов при работе в высоком вакууме.

### Примеры использования СЭМ

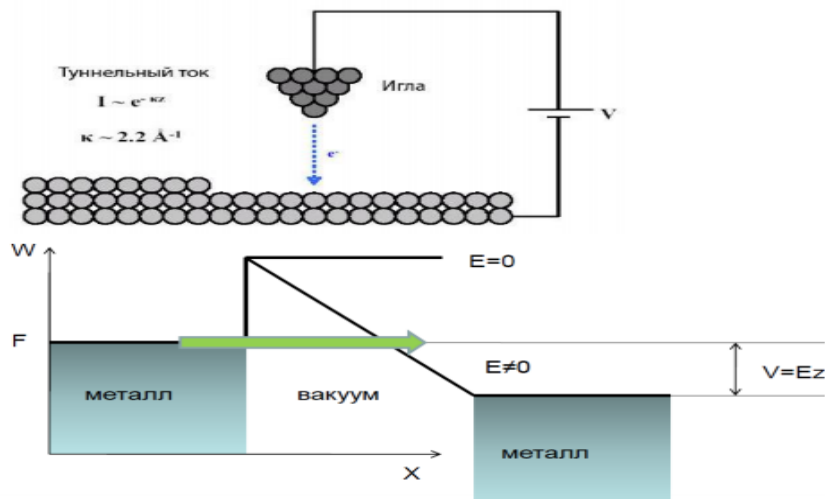
#### Au/Si «нано-трава»



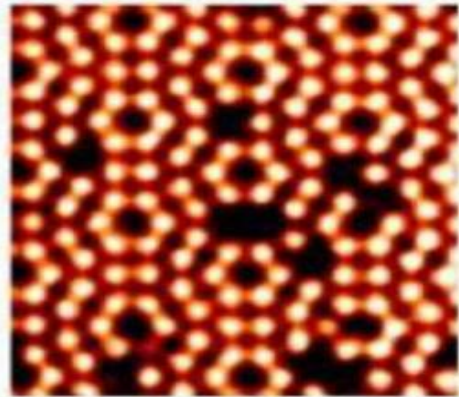
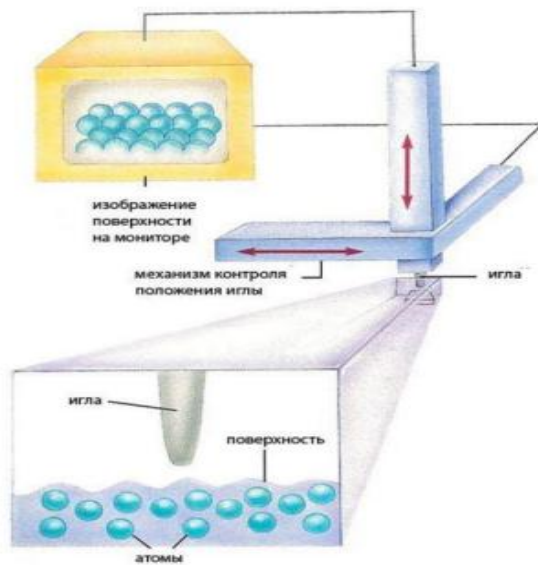
#### Островковая пленка золота (Au), измеренная при нормальном (а) и наклонном (б) падении электронного луча



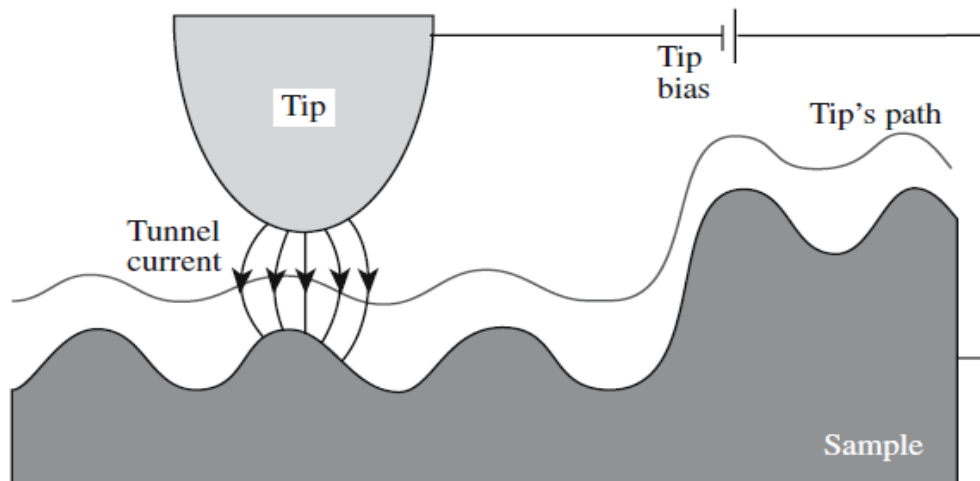
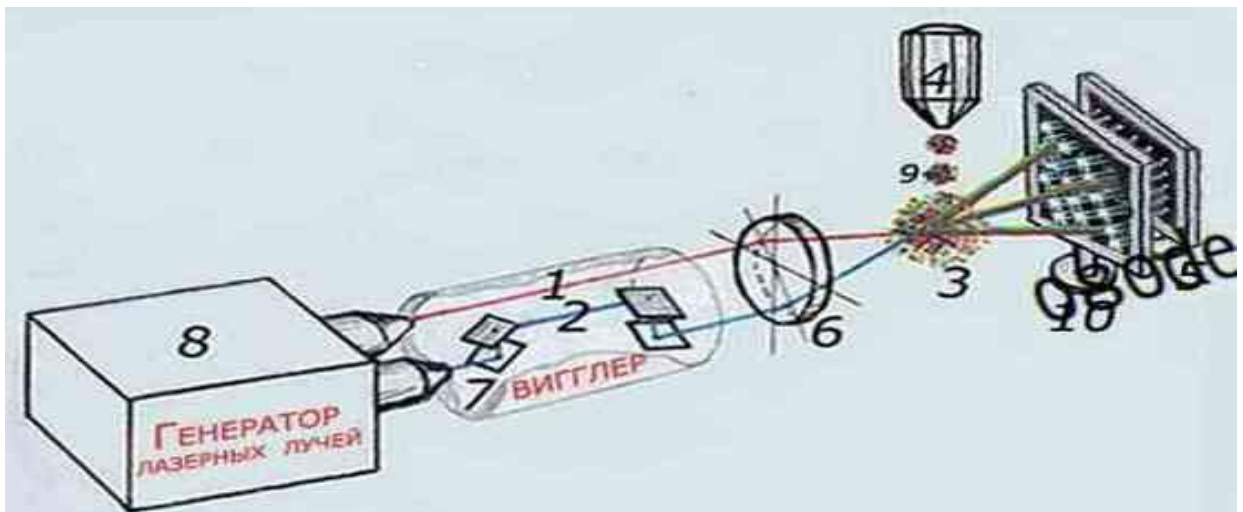
## Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ, STM)



## Пример использования СТМ

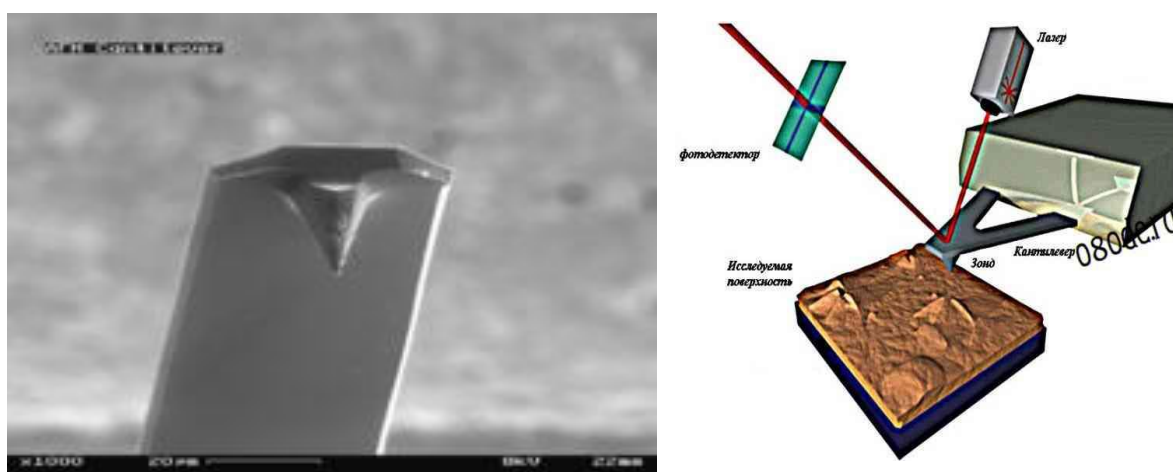


СТМ изображение поверхности кремния – видно упорядоченное расположение атомов и структурные дефекты (вакансии).



СТМ тahlil usulida игна namuna yuzasi bilan o'zaro to'qnashmaydi.

СТМ usulida namuna juda ingichka (200 nm dan kichik) bo'lishi kerak, bu degani o'rganilayotgan namuna buziladi va tahlil qilish uchun namuna tayyorlash uchun vaqt sarf etiladi



**15- рasm.** Микрозondning ko‘rinishi (A) va ishlash prinsipi (B).

Микрозond тahlili material yuzasini va uni tashkil etuvchi elementlarni, kimyoviy birikmalarni aniqlashga imkoniyat beradi. Misol tariqasida 23-rasmда keltirilgan kvapс qumidan olingan texник SiO<sub>2</sub> ni микрозond bilan текshirish natijalari keltirilgan.



**16-рasm.** Amorф SiO<sub>2</sub> (kvapс qumidan olingan) yuzasi: a) nanozarrachalarning guruhlarini 2D текislikda ko‘rinishi; b) nanozarrachalarning guruhlarini 3D текislikda ko‘rinishi; c), d) 1 va 2-nanozarrachalarning 3D текislikda ko‘rinishi.

(Atom-kuchlanishli elektron mikrozonidi SOLVER P47).

2. Rentgen nurlari, zamonaviy tekshirish usullari va asosiy uskunalari.

Rentgen nurlari  $0,01 \div 0,00001$  mk yoki  $10^2 \div 10^{-1}$  Å to'liq uzunligiga ega bo'lib, ular yorug'lik nurlari kabi elektromagnit tabiatga ega. Ular musbat yadro va manfiy elektronlardan tashkil topgan atomga doimiy ossillirovkalanuvchi kuchi kabi ta'sir etadi. Elektron va yadro bir yaqinlashadi, bir uzoqlashadi. Natijada atomning o'zi tushayotgan rentgen nuri to'liq uzunligiga nurlanadi. Alohida atomlardan chiqarilayotgan nur to'liqlari yoyi bir-biriga qo'shiladi va yoyilgan to'liqlar frontini hosil qiladi. Atomlarning panjaralaridan yoyilgan ko'pgina to'liqlar ichida faqat kuzgudan qaytarilish qonuniga bo'ysinuvchiligi saqlanib qoladi. Aynan qaytgan nur va atomli zanjir o'rtasidagi burchak xuddi zanjir va tushayotgan nur orasidagi burchak singari bo'lish kerak. Hajmiy kristallar uchun bu kartina murakkablashadi.

Rentgen nurlari birinchi marta Rentgen tomonidan ikkita elektrod kavsharlangan shisha naychadan iborat havoni 10-5 mm simob ustuni bosimida so'rib olinishi va undan elektr toki o'tkazilishi orqali hosil qilingan. O'rnatilgan elektrodlardan o'ziga xos, ko'zga ko'rinmaydigan nurlar chiqishi qayd etilgan.

Rentgen nurlari kvant nurlari qatoriga kiradi, ta'siri gamma nurlari kabidir. Bu nurlarning xidi yo'q. Ular rangsiz bo'lib, buyumlar ichiga kirishi, singish, tarqalish, yoritish, fotokimyoviy ion hosil qilish, biologik ta'sir ko'rsatish kabi xossa - xususiyatlariga ega.

Rentgen nurining turli modda va jismlar ichiga kirish xususiyati nur to'liqlarining uzunligiga bog'liq. Agar nur tarkibida "qattiq", ya'ni to'liq uzunligi kichik nurlar ko'p bo'lsa, ichiga kirish "yumshoq" (to'liq uzunligi uzun) nurlarga nisbatan ko'proq bo'ladi.

Rentgen nurlarining intensivligi turli modda va jismlardan o'tayotganda o'zgaradi. Bu ularning qalinligi, qattiqligi, solishtirma og'irligi va kimyoviy tuzilishiga bog'liq. Gaz va havo rentgen nurlarini singdirmay hammasini o'tkazib yuboradi. Lekin bariy sulfat yoki qo'rg'oshin ko'p nur o'tkazmaydi. Shuning uchun ular rentgen nurlaridan saqlanish uchun to'siq sifatida ishlatiladi.

Rentgen nurlari modda yoki jism tomonidan yutilganda, ular ikkinchi darajali rentgen nurlarini chiqaradigan manbaga aylanib qoladi.

Rentgen nurlarini olish zamonaviy turlicha tuzilgan apparatlarda amalga oshiriladi, lekin ularning paydo bo'lishi bir xil prinsipga – rentgen trubkasida katodga yuqori kuchlanish berilganda o'zidan elektronlar – gamma nurlari chiqarilishi, ularning kutblangan antikatodga kuch bilan urilishi natijasida katta tezlikda zarrachalar otilib chiqishiga asoslangan.

Rentgen nurlarining difraksiyasi.

Rentgen nurlarining kristall moddalar atomlariga urilib tarqalishi Moskva

universitetining professori G.V. Vulf va ingliz fiziklari ota-bola G. va L.Bregglar tomonidan birinchi marotaba o'rganilgan. Qaytgan nurlarni olimlarning fikricha kristalldagi atomlar tekisligidan qaytgan deb hisoblash mumkin.

Kristallardagi rentgen nurlari difraksiyalarini bayon etishning qulay usulini ota-bola G. va L.Bregglar topishgan. Ularning formulasi

$$n\lambda = 2d \cdot \sin \theta$$

bo'lib, bu yerda  $n$ -yaxlit son bo'lib, u 1,2,3... nurlarining qaytish tartibini beradi (22-rasm);

$\lambda$  - rentgen nurlari to'liq uzunligi, Å;

$d$  - kristall panjaradagi atomlar yuzasi orasidagi masofa;

$\theta$  - atom yuzasiga tushayotgan rentgen nurlari tushish burchagi.

Yuqorida berilgan tenglama rentgenostrukturaviy va rentgenospektral analizlar uchun asosiy xisoblash formulasi bo'lib, u difraksiya natijasida og'gan nurlarning yo'nalishi kristall panjara tuzilishiga o'ta bog'liq ekanligidan dalolat beradi.

Rentgen nurlarining sindirish ko'rsatgichi birga teng deb qabul qilingan. Bu raqam rentgen nurining kristall tashqarisidagi va uning ichidagi yo'nalishlari bir xil bo'ladi degan xulosani keltirib chiqaradi.

#### 1.4. Nanotexnologiyalarning rivojlanish tendensiyasi

Nanotexnologiyani rivojlanishi quyidagilarga bog'liq<sup>5</sup>:

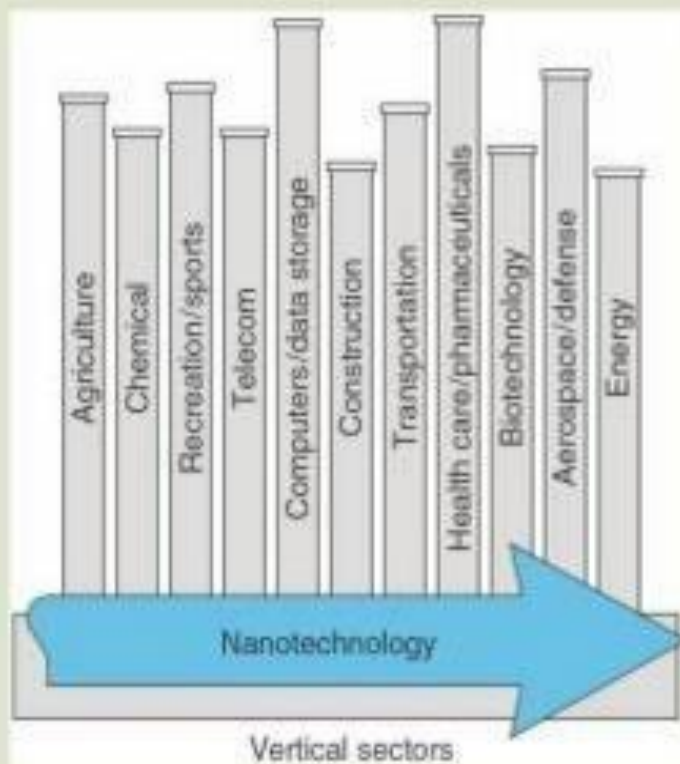
- Fizika
- Kimyo
- Biologiya
- AKT
- Elektrotexnika
- Mashinasozlik

Nanotexnologiya genetika fanini rivojlanishiga katta sir ko'rsatdi:

- nano tibbiyot
- nano kapsula
- nano gel
- saraton kasalliginidavolash
- sog' bo'lgan kataklarga zarar yetkazmasdan davolash

FIG. 1.6

*Nanotechnology is a convergent and enabling horizontal technology. Nanotechnology is not its own industrial sector but cuts across all types of vertical industrial sectors.*



**17- rasm.** Nanotexnologiyalarning rivojlanish tendensiyasi<sup>6</sup>.

Nanorobotlar.

- Mikroskopik masshtabdagi mashina va robotlarni yaratish va ulardan unumli foydalanish.

Nanotexnologiya va koinot:

- Koinot apparatlarni yaxshilash
- Astronavtlarga muhitni takomillashtirish
- Koinot sayoxatlarni arzonlashtirish
- annoyer yoʻldoshlarini yaratish. Nano oziqlanish:
- oziqalarni muhsiz saqlash
- oziq-ovqatlarni bakteriya va parazitlardan himoya qilish
- yengil hazm boʻladigan moddalarni yaratish Nano va mudofaa:
- kichik oʻlchamli va tezyurar elektron qurilmalar

yengil, quvvatli uskunalar

<sup>5</sup>Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 201

- sensorlarning yangi avlodlarini yaratish
- takomillashtirilgan qurollar Nano va elektronika (Rasm1-2):
- elektron qurilmalar ekranlarini zamonaviylashtirish
- xotira mikrosxemalarini bir kvadrat dyuymdagi hajmingi terabaytlarga yetkazish
- integral sxemalarda ishlatiladigan yarim o'tkazgichli asboblarning hajmini kamaytirish

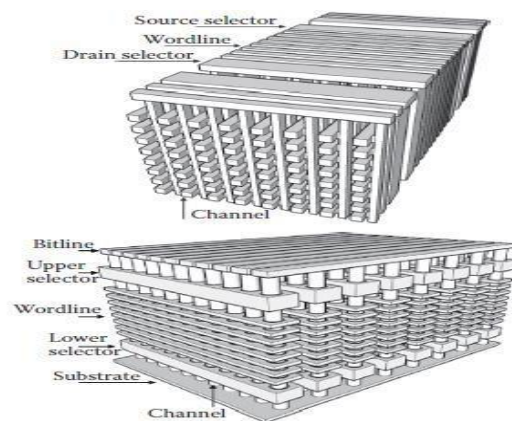


FIGURE 2.3 Proposed structures for three-dimensional NAND Flash Memory. (Data from International Technology Roadmap for Semiconductor [ITRS] <http://www.itrs.net>.)

## 18- rasm. Uch o'lchamli NANDF lash xotirasi uchun tahminiy tuzilishi<sup>7</sup>

Nano va AKT:

- katodli nurtrubkasini uglerod nanotrubkalariga almashtirish
- nanotexnologiyalardan ta'minotda unumli foydalanish
- Nano va energetika: quyosh va issiqlik batareyalaridan foydalanish;
- yuqori haroratli o'tkazgichlarni ishlatish
- galvanik elementlar va akkumulyatorlarni, yangi nano avlodini yaratish

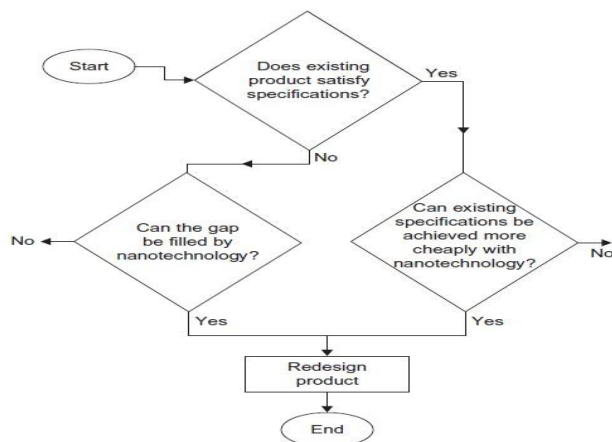


FIGURE 1.3

Flow chart to determine whether nanotechnology should be introduced into a product.

## 19- rasm.

Nanotexnologiya mahsulotga qo'llanilishi mumkinligini aniqlash diagrammasi

- 1.1.1. R.Feynman Nobel mukofoti laureati. "Mening fikrimcha, fizika prinsiplari alohida atomlardan o'zining shaxsiy manfaatlari yo'lida foydalanishni

man qilmaydi”.1995 y.

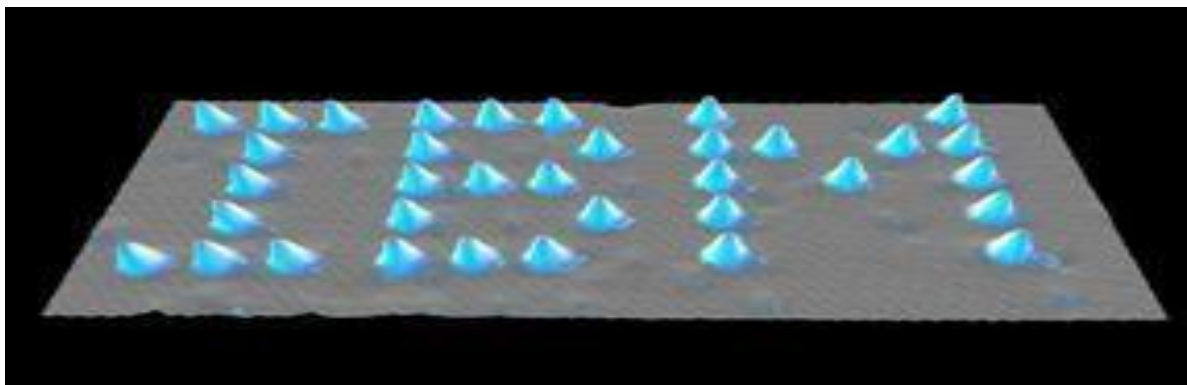


Richard Fillips Feynman

- 1.1.2 1996-yil. R.Yang pyezodvigatellar g'oyasini taklif qildi, hozirgi kunda ular nanotexnologiya asboblarning presizion xarakatlanishini  $0.01 \text{ \AA}$  aniqlik bilan ta'minlaydi.
- 1.1.3 Norio Tomiguti birinchi marta “nanotexnologiya” atamasini 1974-yilda qo'lladi.
- 1.1.4 1982-1985-yillarda nemis professori G.Glyayter qattiq jismlar nanotuzilmasi konsepsiyasini taklif etdi.
- 1.1.5 1985-yilda Robert Kerl, Xareld Kreto, Richard Smollilardan iborat olimlar jamoasi fullerenlarni kashf qildi va CNT (carbon nanotubes) nazariyasini yaratdi, ular 1991-yilda tajriba yo'li bilan olindi.
- 1.1.6 1982-yilda G.Bining va T.Rorer birinchi skaner qiluvchi tunelli mikroskop (STM) yaratdilar.
- 1.1.7 1986-yilda skaner qiluvchi atom kuchli mikroskop paydo bo'ldi.
- 1.1.8 1987-1988-yillarda alohida atomlardan o'zining shaxsiy manfaatlari yo'lida foydalanish imkonini beruvchi birinchi nanotexnologiya qurilmalarining ishlash prinsiplari namoyish qilindi.

E.Dreksler - nanotexnologiyalar haqidagi barcha bilimlarni umumlashtirdi, o'z-o'zini namoyon qiluvchi molekulyar robotlar konsepsiyasini aniqladi, ular yig'ish va yoyish (dekompozitsiya) ning amalga oshirishi, ma'lumotni atomar darajada xotiraga yozish o'z-o'zini namoyon qilish va ulardan foydalanish dasturlarini saqlashi kerak edi.

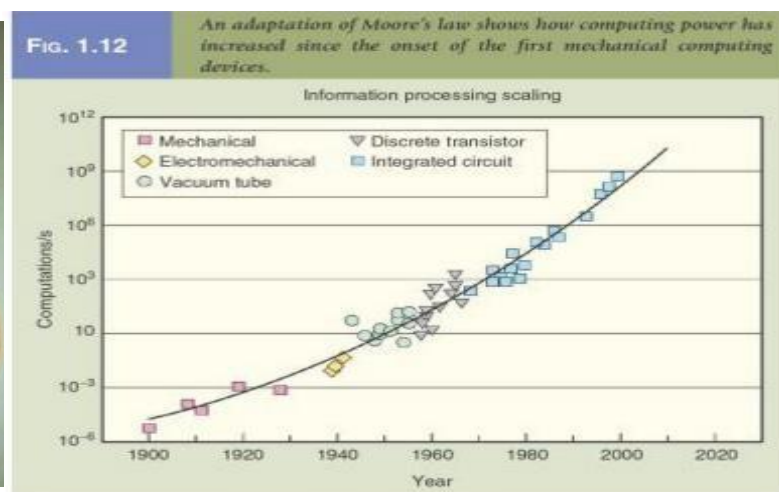
- 1.1.9 1990-yilda STM yordamida IBM firmasi bilan birgalikda 3 ta xarf chizildi. Ular Xe (35 atom) bilan nikel kristallining yassi gramida chizildi.



## 20- rasm. IBM firmasining litografiyasi

**Mur qonuni:** qurilmaning yuza birligiga oʻrnatilgan tranzistorlarning soni taxminan har 18 oyda ikki barobar koʻpayishini nazarda tutuvchi hisoblash qurilmalaridagi uzoq muddatli trend.

**Krider qonuni:** qattiq disklarning xotira hajmi deyarli har yili ikki barobar koʻpayadi.



## 21- rasm. Mur va Krider qonuni<sup>10</sup>

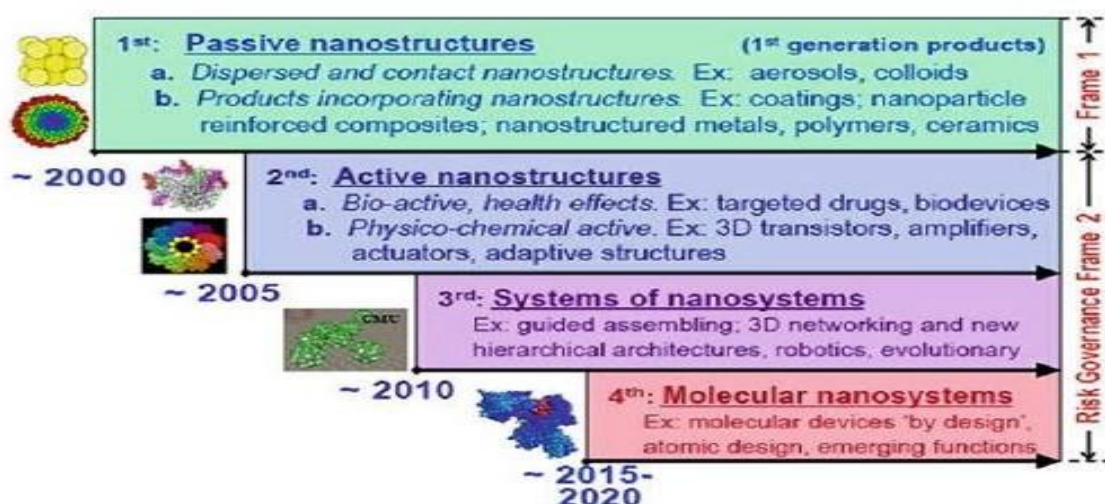
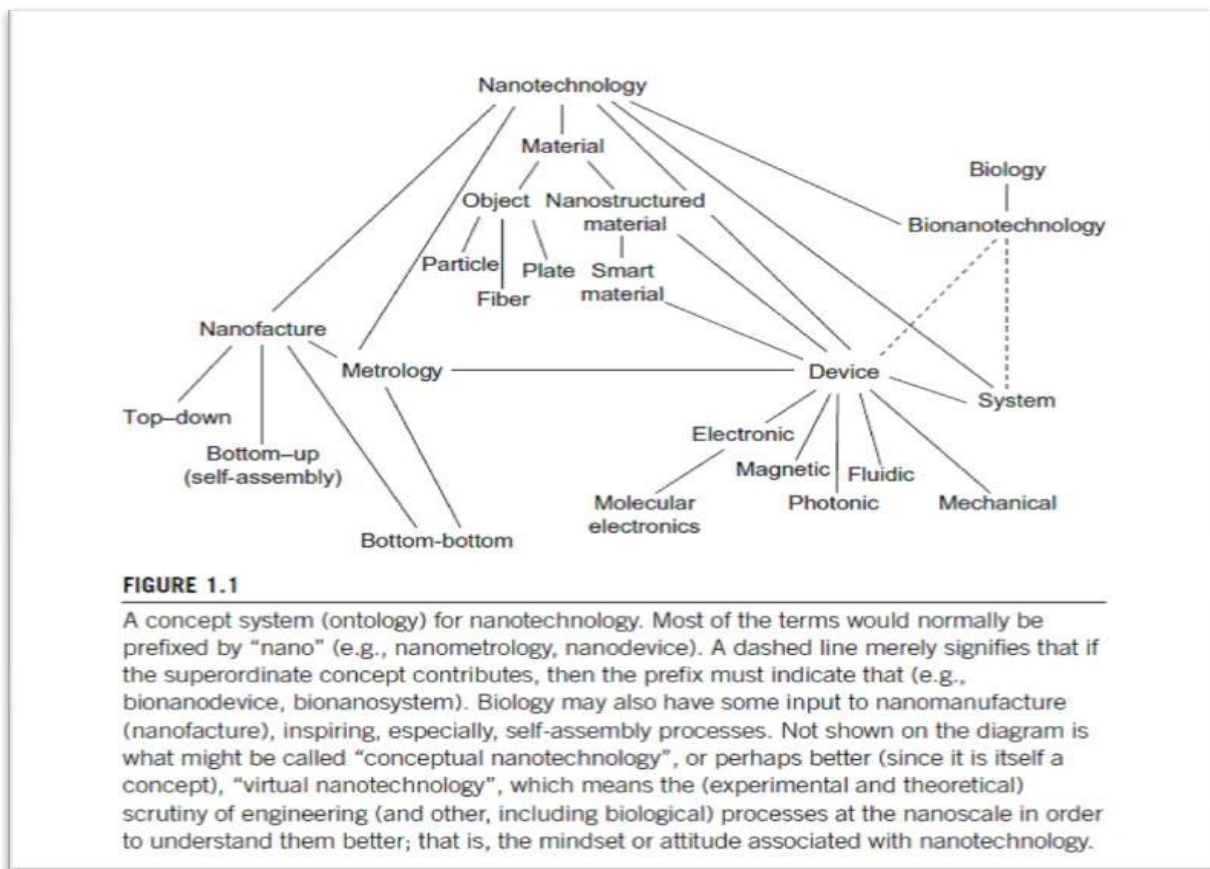


Fig. 2.1 Generations of nanotechnology development (Roco 2011)

## 22- rasm. Nanotexnologiyanning rivojlanish tendensiyasi<sup>11</sup>

### 1.5. Nanotexnologiyalar to'g'risida umumiy ma'lumot

Belgilangan xossalari nanomateriallar olishda ilm-fan va texnika yutuqlarini tadbiq qilish. Bir qator nanoobyektlar ma'lum va ular anchadan beri qo'llanadi. Kolloidlar, mayda dispers kukunlar ingichka plyonkalar shular jumlasidan (23 rasm).



**23- rasm.** Nanotexnologiyalardaoontologiya. Nanoprefiksi (nanometrologiya, nanoasbob)

Hozirgi kunga kelib xona harorati sharoitida yuzada atomlarning birikishi va hajmda atomlarning turli kombinasiyalari hosil bo'lishining texnologik usullari ishlab chiqilmoqda.

Uglerod "nanotube"lar (nanonaycha, nanotrubkalari) CNT (carbon nanotubes):

- Bu trubkalar molekulyar masshtabdagi materiallarga kiradi;
- tarkibida grafit uglerodi bo'lib ajoyib xossalarga egaNanotexnologiyalarining eng real chiqishi atomar tuzilmalarining o'z-o'zini yig'ishi deyiladi. Zamonaviy nanotexnologiya ning vazifasi, atomar tuzilmalarini yig'ishni ta'minlovchi tabiiy qonuniyatlarini topish.

### 1.6. Nanoobyekt, nanomaterial, nanotexnologiya tushunchasi

Nano - " $10^{-9}$ ". Shunday qilib nanotexnologiyalarning faoliyat sohasiga, hoh bitta o'lchamda bo'lsin nm bilan o'lchanadigan obyektlar kiradi. Ko'rib chiqilayotgan obyektlar ko'lami alohida atom o'lchamidan ancha keng,

konglomeratlarga (tarkibida 1,2 yoki 3 o'lchamda 1 mkm o'lchamga ega  $10^9$  dan ortiq atom organik molekulalar). Ushbu obyektlar b.b son atomlardan iborat emasligi juda muhim, bu esa moddaning diskret atom-molekulyar tuzilmasining paydo bo'lishi yoki uning kvant qonuniyatlarini belgilab beradi.

**Table 1.1** Some nano concepts and their intensions and extensions

| Intension                                                                         | Concept      | Extension                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------|
| One or more external dimensions in the nanoscale                                  | Nano-object  | Graphene, fullerene        |
| One or more geometrical features in the nanoscale                                 | Nanomaterial | A nanocomposite            |
| Automaton with information storage and/or processing embodiments in the nanoscale | Nanodevice   | Single electron transistor |

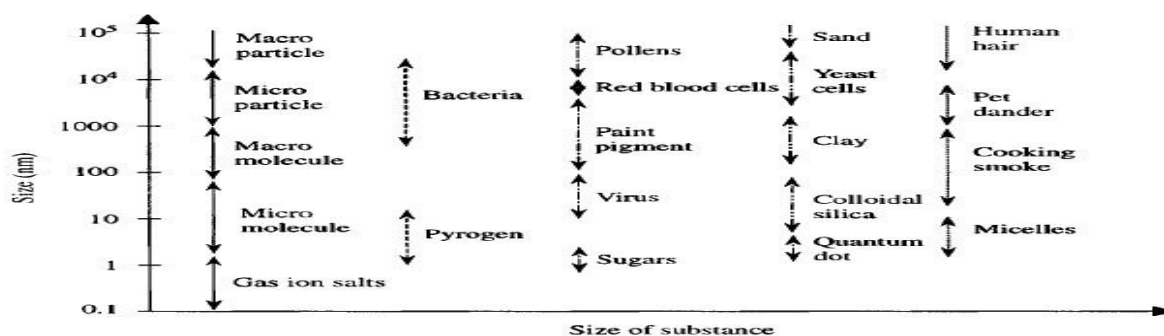
## 2-Jadval .Nanokonsepsiya va ularning tarkibiy qismi va qo'llanilishi<sup>13</sup>

- 1) Nanoobyektni aniqlash. Nanometr o'lchamli har qanday fizikaviy obyekt  $1 \times 2 \times 3 \times$  koordinatali maydonda (tez kunda vaqt o'lchamida bo'lishi mumkin).
- 2) Har qanday material obyekt nanoobyekt deyiladi, ularda yuza atomlarning soni hajmdagi atomlarning soni bilan solishtirma yoki yuqori.
- 3) Nanoobyektni aniqlash. Nanoobyekt -1 yoki ko'proq koordinata o'lchamli, de Broylning elektron uchun to'liq uzunligi bilan taqqoslanadigan obyekt. (1924 yilda fizik olim de Broyl "Fotonlar uchun korpuskulyar to'liqlik dualizm tabiatning istalgan zarrasi uchun mos"degan).

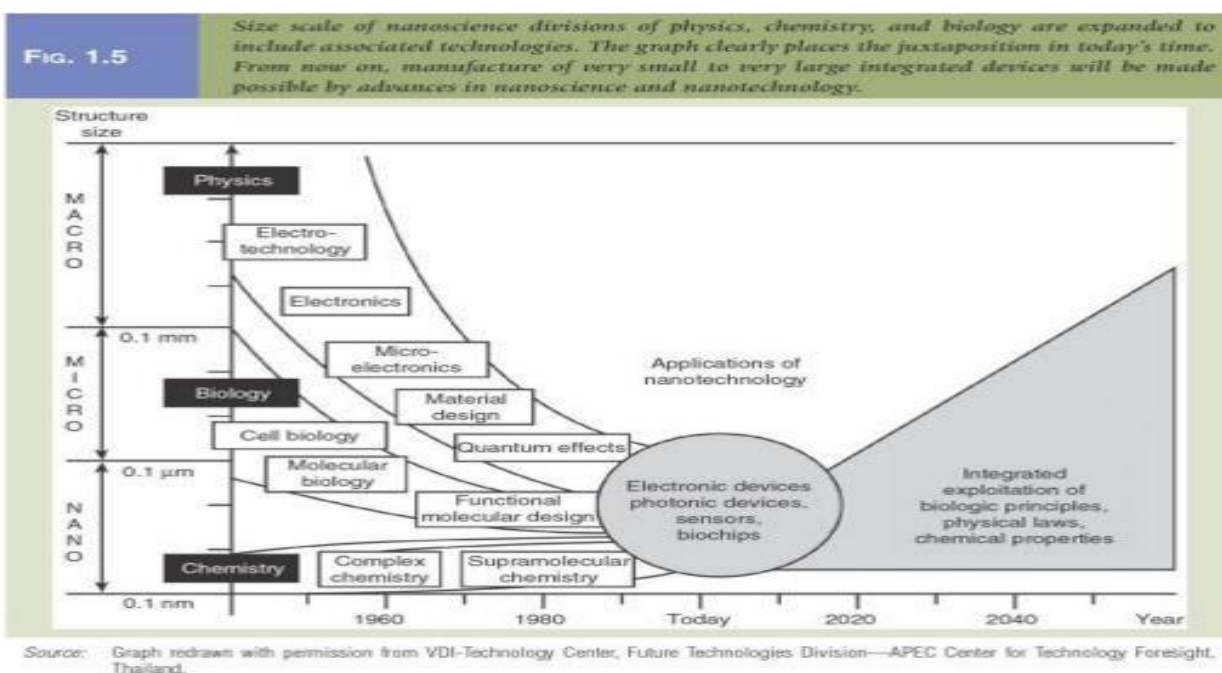
$$\lambda_e = \frac{h}{p}$$

Bu yerda:  $h$ –Plank doimiysi;  $p$ –electron impuls;  $\lambda_e$ –de Broylning to'liq.

- 4) Nanoobyektni aniqlash. O'zining o'lchovlarida hodisaning eng so'nggi o'lchovidan ham kichik obyektlarni aytishadi (u yoki bu hodisaning polarizatsion radiusi bilan bir xil o'lcham, elektronlarning erkin harakatlanish uzunligi, magnit domen o'lchami, qattiq jismning paydo bo'lish o'lchami).
- 5) Nanoobyektni aniqlash. Nanoobyekt – bu uch maydon o'lchamining hech bo'lmas bittasida 100 nm dan kam bo'lmagan o'lchamli obyekt. 100 nm – de Broylning elektroni uchun to'liq uzunligi.



**Fig. 1.1.** Examples of zero-dimensional nanostructures or nanomaterials with their typical ranges of dimension.



**24- rasm.** Tipik o‘lchamli 0-o‘lchamli nanotizimlar va nanomateriallarning namunalari <sup>14-15</sup>

Nanomateriallar bu nanoobyektlarning o‘zi (agar ular turli texnikaviy moslama va uskunalar tayyorlashga xizmat qilsa, xuddi nanoobyektlar ushbu materiallarda ma’lum bir xususiyat shakllantirishi uchun foydalaniladi yoki nanokonstruktorlangan materiallar kabi).

“Nanotexnologiya” tushunchasi “nanomaterial” tushunchasi bilan chambarchas bog‘liq.

**“Texnologiya” atamasi uch tushunchani anglatadi:**

- 1) Texnologik jarayon;
- 2) Texnologik hujjatlar to‘plami;

3) Qayta ishlash jarayonlarining qonuniyatlari va mahsulotni o'rganuvchi ilmiy fan.

**Nanotexnologiya** – nanomateriallarni olish, qayta ishlash va qo'llash qonuniyatlarini o'rganuvchi fan.

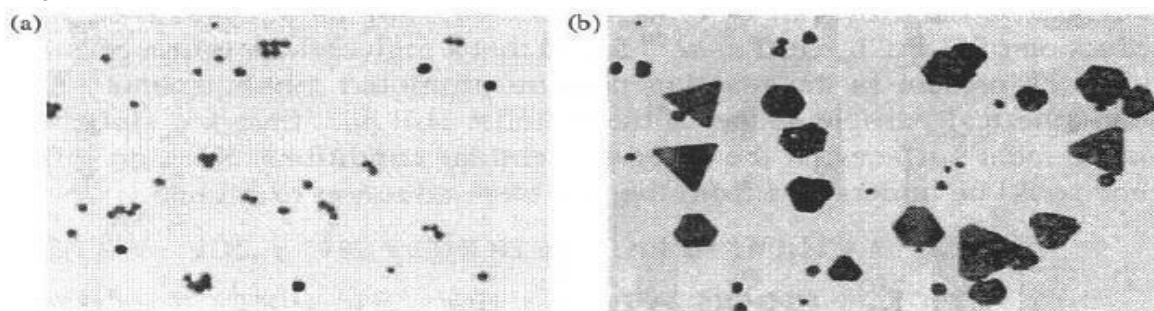
### 1.7 . Nanoobyektlar tavsifi.

Nanoobyektning katta-kichikligi – nanoobyektlarni tasniflashning asosidir.

Katta-kichiklikka muvofiq quyidagilar farqlanadi

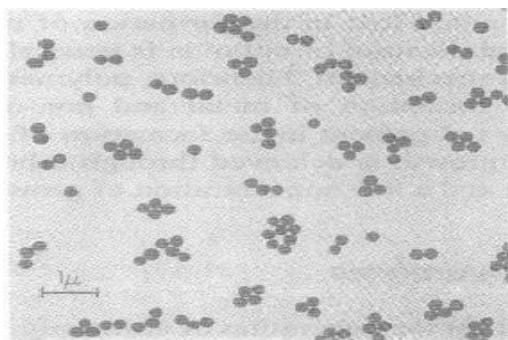
1) 0-D nanoobyektlar – ularning 3 ta makon o'lchamining hammasi nanometr diapazonida yotadi (qo'pol qilib aytganda: 3 o'lchamning hammasi  $< 100$  nm).

Bunday obyekt makroskopik ma'noda nulmerli bo'ladi va shu sababli, elektron xossalari nuqtai nazaridan, bunday obyektlar kvant nuqtalar deb ataladi. Ulardagi de Broyl to'liqini har qanday makon miqdordan katta bo'ladi. Kvant nuqtalardan lazer qurilishida, optoelektronikada, fotonikada, sensorikada va boshqalarda foydalaniladi



**Fig. 3.10.** SEM micrographs of gold nanoparticles prepared with sodium citrate (a) and citric acid (b) as reduction reagents, respectively, under otherwise similar synthesis conditions. [W.O. Miligan and R.H. Morriss, *J. Am. Chem. Soc.* **86**, 3461 (1964).]

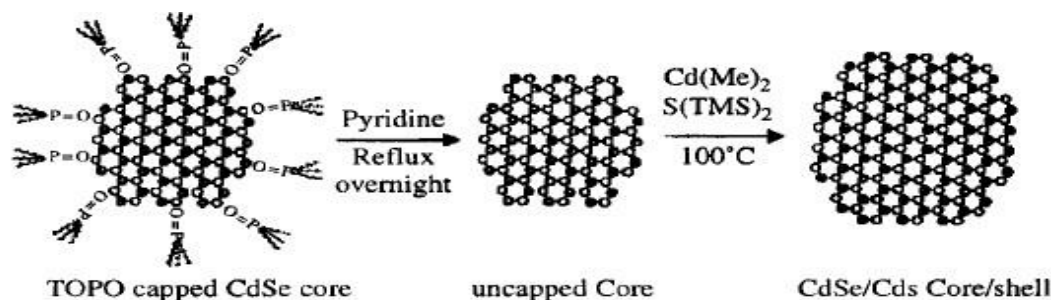
**25- rasm.** Qaytaruvchi sifatida qo'llaniladigan natriy sitrati va limon kislotasidagi oltin nano zarrachalari.



**Fig. 3.19.** SEM micrograph of silica spheres prepared in the ethanol-ethyl ester system. [W. Stober, A. Fink, and E. Bohn, *J. Colloid Interf. Sci.* **26**, 62 (1968).]

<sup>16</sup>Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications* 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 69

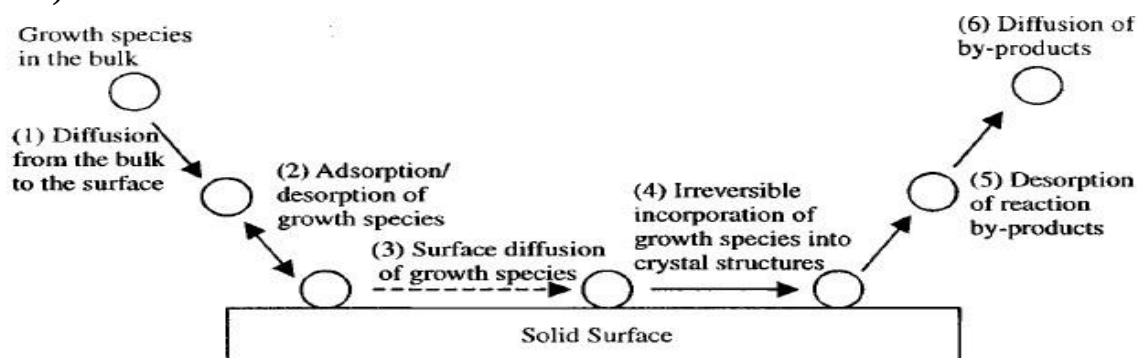
<sup>17</sup>Guozhong Cao, Ying Wang *Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications* 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 86



**Fig. 3.27.** Schematic synthesis of CdSe/CdS core/shell nanocrystals [X. Peng, M.C. Schlamp, A.V. Kadavanich, and A.P. Alivisatos, *J. Am. Chem. Soc.* **119**, 7019 (1997).]

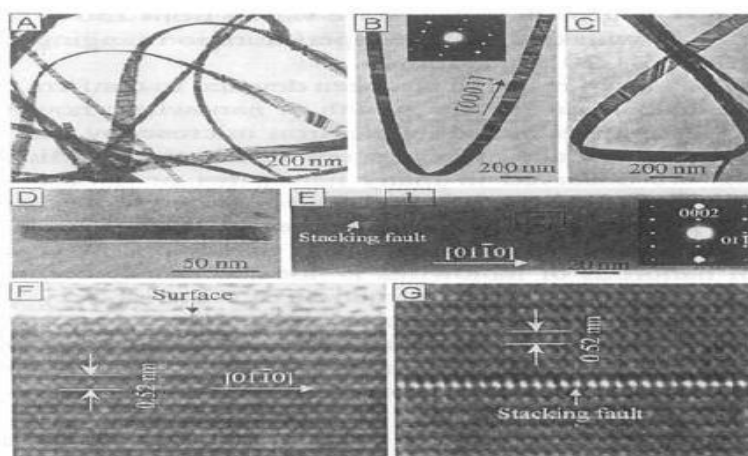
## 26- rasm. Yadro-qobiq nanokristallarning sintezi CdSe/CdS<sup>18</sup>

1) -D nanoobyektlar – ikki o‘lchamda nanometrik kattalikka, uchinchi o‘lchamda esa – makroskopik kattalikka ega bo‘ladi. Bular jumlasiga nanosimlar, nanotolalar, bir devorli va ko‘p devorli nanoquvurlar, organik makromolekulalar, shu jumladan DNKning ikki qavatli spirallari kiritiladi (rasm 12-15).



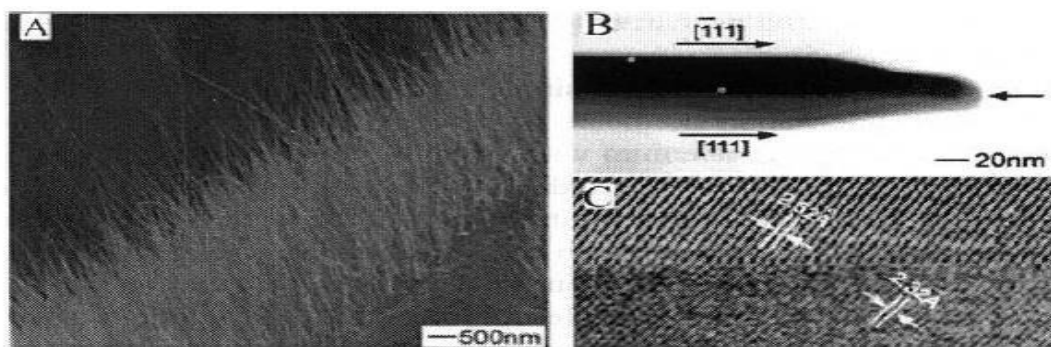
**Fig. 4.1.** Schematic illustrating six steps in crystal growth, which can be generally considered as a heterogeneous reaction, and a typical crystal growth proceeds following the sequences.

## 27- rasm. Geterogen reaksiya bo‘yicha 6-karrali kristallarning o‘shish tizim



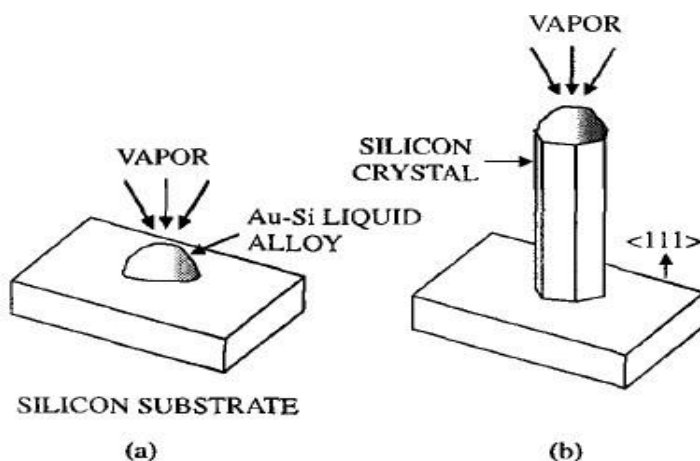
**Fig. 4.6.** SEM and TEM pictures of ZnO nanobelts [Z.W. Pan, Z.R. Dai, and Z.L. Wang, *Science* **291**, 1947 (2001).]

## 28- rasm. Rux oksidi nano naychalari uchun SEM va TEM elektron mikrotasvirlari<sup>20</sup>



**Fig. 4.8.** (A) SEM and (B) TEM micrographs of CuO nanowires synthesized by heating a copper wire (0.1 mm in diameter) in air to a temperature of 500°C for 4 hr. Each CuO nanowire was a bicrystal as shown by its electron diffraction pattern and high-resolution TEM characterization (C). [X. Jiang, T. Herricks, and Y. Xia, *Nano Lett.* **2**, 1333 (2002).]

**29-rasm.** Mis oksidi nanosimlari uchun SEM va TEM elektron mikro tasvirlari



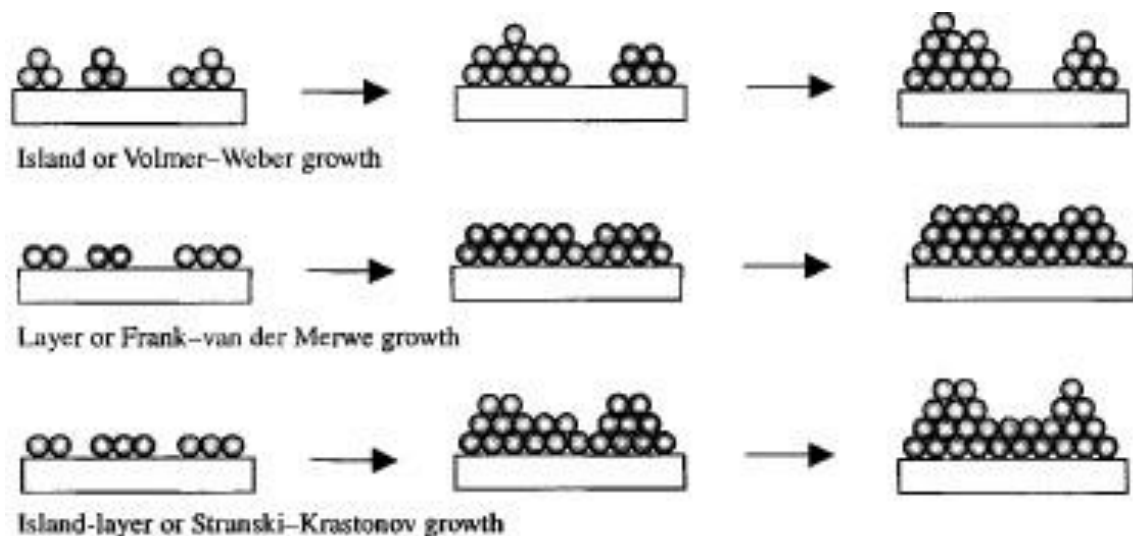
**Fig. 4.11.** Schematic showing the principal steps of the vapor-liquid-solid growth technique: (a) initial nucleation and (b) continued growth.

**30 - rasm.** Gaz-suyuqlik-qattiq jism usulining sxemasi: a- boshlang'ich zarracha hosil bo'lishi, b-o'sish

**3)2-D nanoobyektlar** – faqat bitta o'lchamda nanometrik kattalikka ega bo'ladi, qolgan ikkita o'lchamda esa bu kattalik makroskopik bo'ladi. Bunday obyektlar jumlasiga bir tarkibli materialning yuzaga yaqin ingichka qatlamlari: plenalar, qoplamalar, membranalar, ko'p qatlamli geterotuzilmalar kiritiladi. Ularning kvazi ikki o'lchamliligi elektron gazning xossalarini, elektron o'tishlarning (r-p o'tishlarning) xususiyatlarini va shu kabilarni o'zgartirish imkonini beradi. Aynan 2-D nanoobyektlar radio elektronikaning tamomila yangi element bazasini ishlab chiqish uchun asos o'ylab topish imkonini beradi. Bu endi nanoelektronika, nanooptika va shu kabilarni bo'ladi (16-19- rasm)

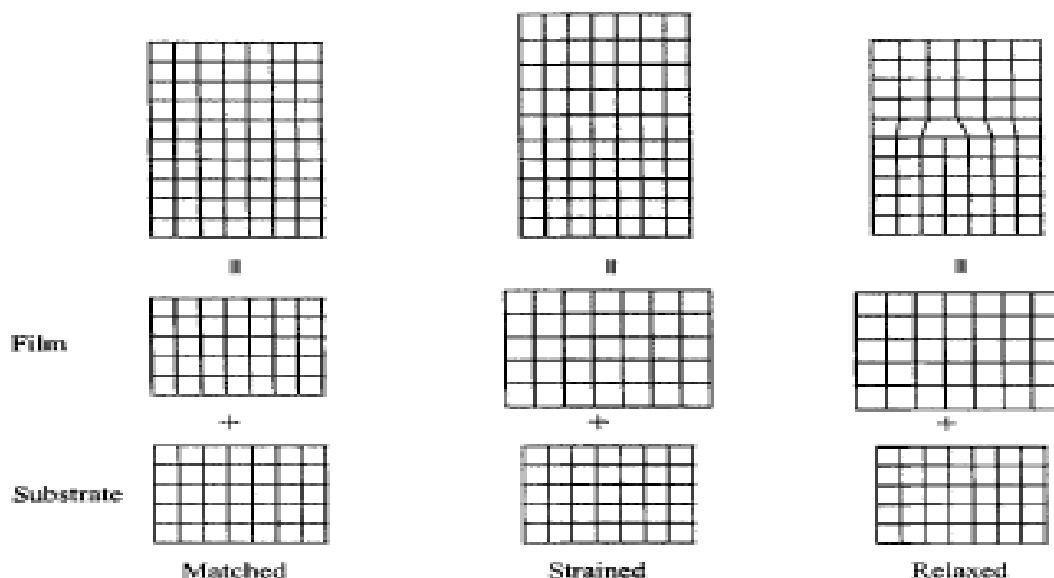
<sup>21</sup>GuozhongCao,YingWang Nanostructuresand Nanomaterials: Synthesis,Properties,and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 123

<sup>22</sup>Guozhong Cao,Ying Wang Nanostructuresand Nanomaterials:Synthesis,Properties,and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 129



**Fig. 5.1.** Schematic illustrating three basic modes of initial nucleation in the film growth. Island growth occurs when the growth species are more strongly bonded to each other than to the substrate.

**31- rasm.** Yupqa plenkalarining o'sish sxemasi. Orolchali o'sish substrat bilan mustahkam bog'langan zarrachalar uchun boradi

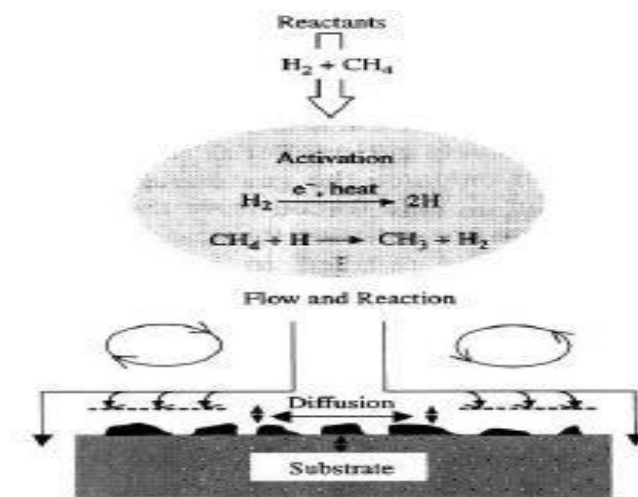


**Fig. 5.3.** Schematic illustrating the lattice matched heteroepitaxial film and substrate, strained and relaxed heteroepitaxial structures.

**32- rasm.** Geteroepitaksial plenkalarining stresdagi va relaksatsiyadagi gomoepitaksial plenk va substratning kristall panjarasi sxemasi, Rux oksidi nanonaychalari uchun SEM va TEM elektron mikrotasvirlari<sup>24</sup>

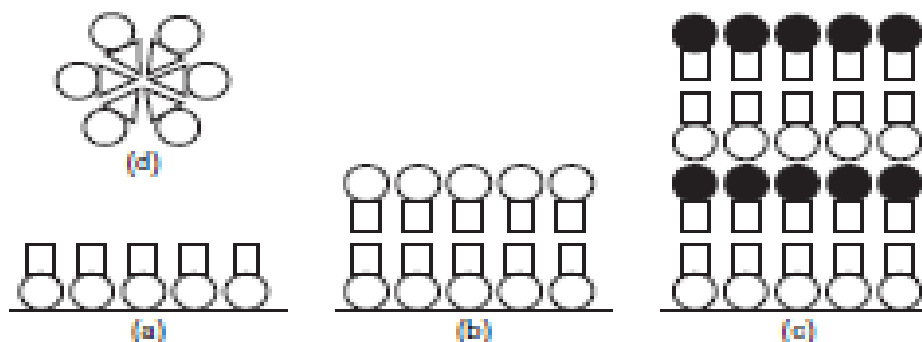
<sup>23</sup>Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 175

<sup>24</sup>Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010, 179



**Fig. 5.14.** Schematic showing the principal elements in the complex diamond CVD process: flow of reactants into the reactor, activation of the reactants by the thermal and plasma processes, reaction and transport of the species to the growing surface, and surface chemical processes depositing diamond and other forms of carbon. [J.E. Butler and D.G. Goodwin, in *Properties, Growth and Applications of Diamond*, eds. M.H. Nazare and A.J. Neves, INSPEC, London, p. 262, 2001.]

**33- rasm.** CVD jarayoni bo'yicha nanoolmoslarni olishning prinsipial tizimi: reagentlarning reaktorga oqimi, reagentlarni termik jarayon yoki plazma bilan faollanishi, o'suvchi yuzalarga zarrachalarning tashib o'tilishi va reaksiyasi, olmoslarning va uglerodning boshqa shakllarini cho'ktirishning yuzadagi kimyoviy jarayonlari



**FIGURE 6.6**

Langmuir-Blodgett films. (a) A monolayer; (b) a bilayer; (c) a Y-type multilayer. The circles represent the polar heads and the squares the apolar tails of the amphiphilic molecule. (d) A micelle, which can form spontaneously upon dispersal in water if the amphiphilic molecules have a smaller tail than the head (see Section 8.2.9).

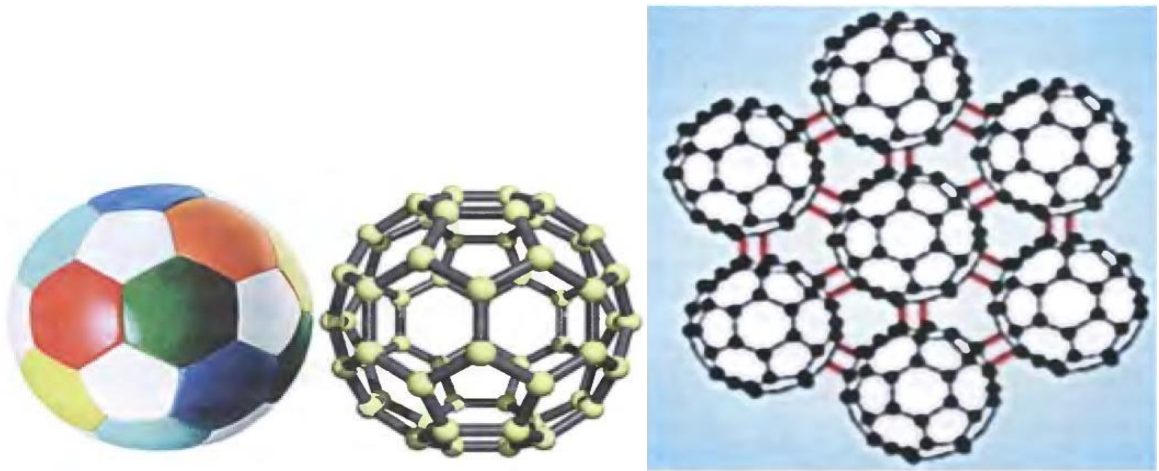
**34-Rasm.** Lengmyur-Blodjet plenkalarini olish. Monoqavat, biqavat, u-multiqavat. Agarda «tail» «head»dan kichik bo'lsa polyar amfifil molekularlar o'z-o'zidan misellalar hosil qiladi

Hozirgi vaqtda 2-D nanoobyektlar hammadan ko'proq xilma-xil antifrazion, antikorrozion va hokazo qoplamalar sifatida xizmat qilmoqda. Ular molekulyar filtrlar, sorbentlar va shu kabilarda turli xil membranalar yaratish uchun ham katta ahamiyatga ega.

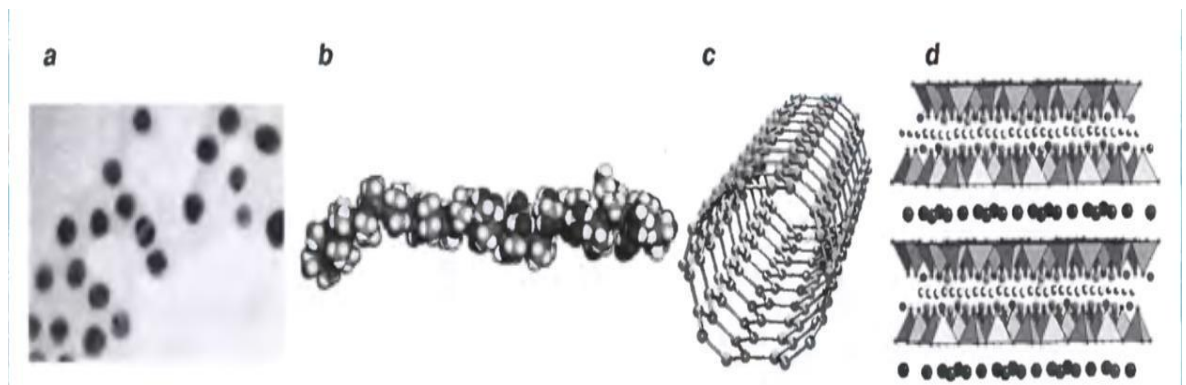
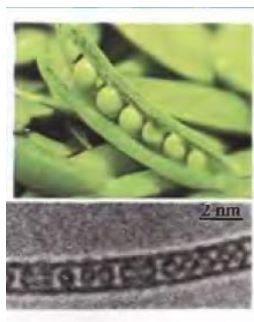
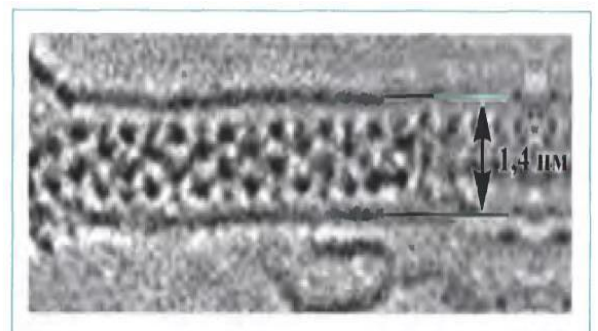
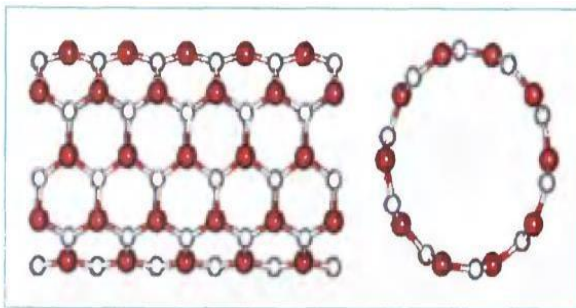
<sup>25</sup>GuozhongCao,YingWang Nanostructuresand Nanomaterials:Synthesis,Properties,and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010,198

<sup>26</sup>Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 110

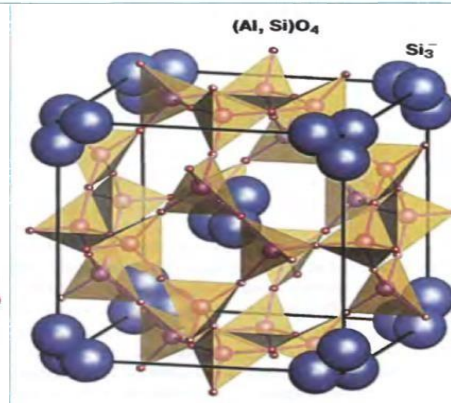
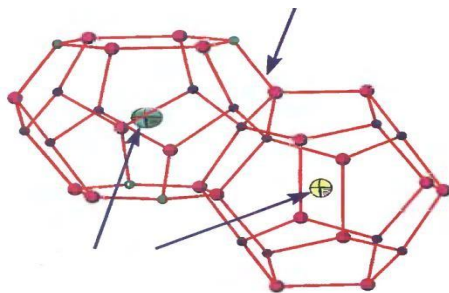
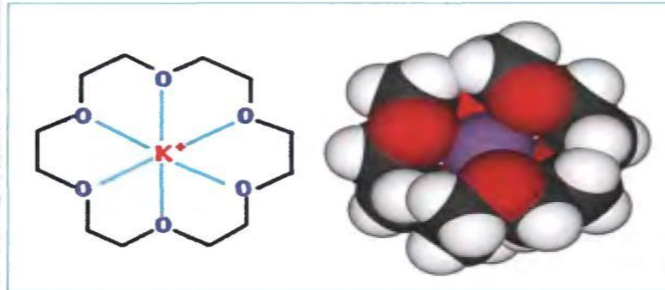
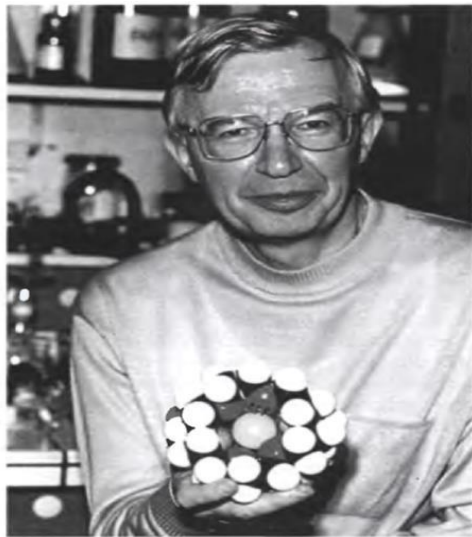
## Fullerenlar



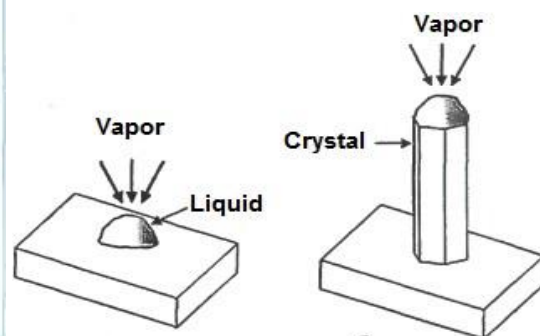
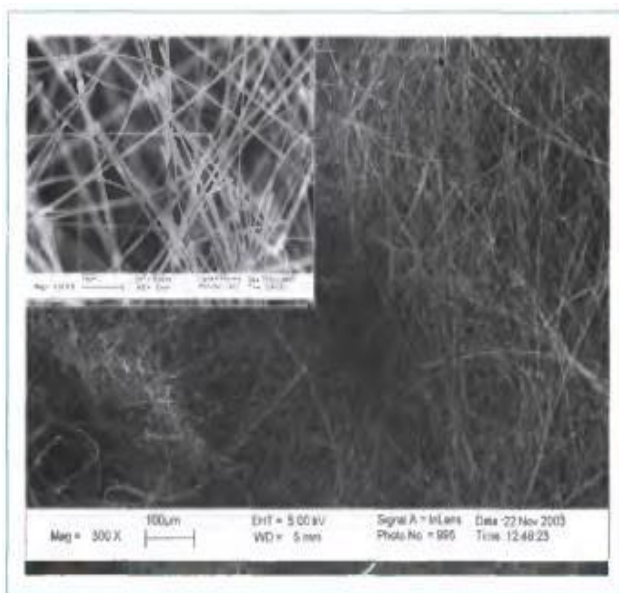
## Uglerodlitrubkalar



## Supramolekulyar kimyo.

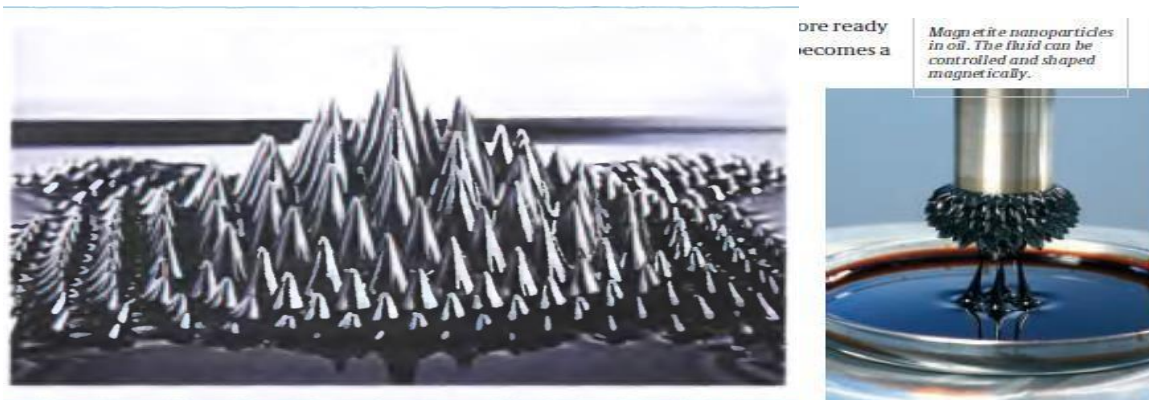


## Noorganik nanomateriallar. Viskerlar.



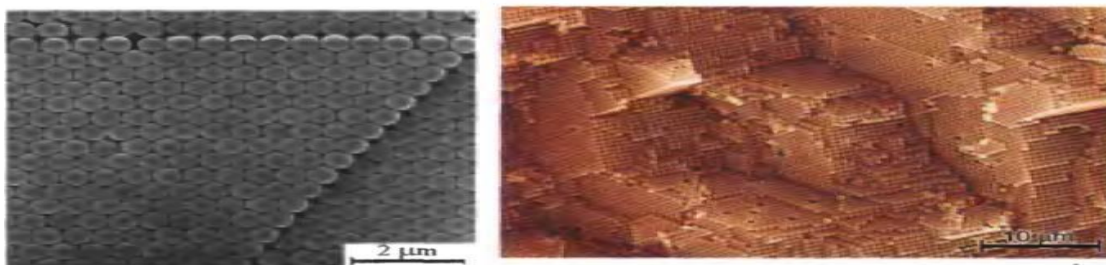
<sup>27</sup>European Commission **EUR21151, Nanotechnology : Innovation for tomorrow's world**, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004, 56.

## Manganitlar

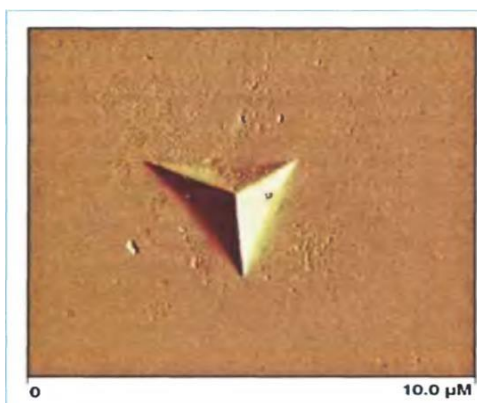


**Yuqori haroratli o'ta o'tkazgichlar.**

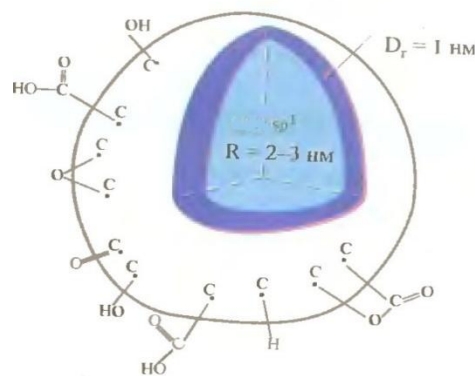
**Fotonkristallari (3Dstruktura)**



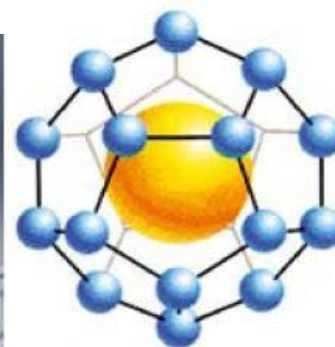
**Biokeramika**



**Nanoolmoslar.**



**Gazligidratlar. Gazlarda giklasterlar.**



## **Nazorat savollari**

1. “Nanomateriallar” tushunchasiga ta’rif bering.
2. Nanomateriallarning qanday turlarini bilasiz?
3. Nanometrologiya va nano asbob deb nimaga aytiladi?
4. Nanomateriallarning alohida xususiyatlarning sababi nimada?
5. Mur qonuni nima?
6. Krider qonuni tushuntiring?
7. 0-D nano obyektlarga misol keltiring.
8. 1-D nano obyektlarga misol keltiring.
9. 2-D nano obyektlarga misol keltiring.
10. Fullerenlar va uglerodli trubkalarining qanday turlarini bilasiz.
11. Supra molekulyar moddalarga misol keltiring.
12. Mikroskop termini nimani anglatadi?
13. Tahlilda aniqlanadigan asosiy xususiyatlar – nur sindirish ko‘rsatgichi va boshqalar qanday izohlanadi?
14. Minerallar, xom-ashyolar, yarim mahsulotlar va tayyor mahsulotlarning optik xususiyatlari qanday asboblarda yordamida aniqlanadi?
15. Kristallooptika usulida tabiiy va sun‘iy kimyoviy birikmalar, xom-ashyo, material va buyumlar, mineral va kompozitsiyalarning optik ko‘rsatgichlari qanday qonunlarga bo‘ysinadi va aniqlanadi?
16. Mikroskopning qanday turlarini sanab bera olasiz?
17. Mikroskoplar uchun qanday moslamalar mavjud?
18. MIN-8 markali polyarizatsion mikroskopining asosiy detallari nomini aytib bering.

## **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011. 35.
2. G.L.Hornyak, J.J.Moore, H.F.Tibbals, J.Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 24.
3. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 21.
4. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 12.
5. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 302.
6. G.L.Hornyak, J.J.Moore, H.F.Tibbals, J.Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 12.
7. Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan

Hashemipour Rafsanjani Nanotechnologyfor Chemical Engineers, Springer, 2015, 95.

8. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition:AnIntroduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 4.

9. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: An Introduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 5.

10. G.L.Hornyak, J.J.Moore, H.F.Tibbals, J.Dutta. Fundamentals of Nanotechnology.-CRC Press, Taylor and Fransis, 2009, 8-11.

11. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications 2nd Edition, Imperial College Press, 2010

## 2. Kaustik va kalsinatsiyalangan soda ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari

### Reja:

2.1. Soda ishlab chiqarishning asosiy xomashyolari.

2.2. Kalsinirlangan soda olishning sintetik usullari.

2.3. Soda olishning asosiy bosqichlari.

2.4. Oxaktoshni kuydirish bo'limi.

### 1. Soda ishlab chiqarishning asosiy xomashyolari

Soda ishlab chiqarishning asosiy xomashyolari. Sanoatda «soda» nomi bilan turli xildagi kimyoviy moddalar: kalsinirlangan soda yoki natriy karbonat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (to'kma zichligi  $0,5 \text{ t/m}^3$ ); shuningdek og'ir soda deb ataladigan  $\text{Na}_2\text{HCO}_3$  (to'kma zichligi  $0,9-1,2 \text{ t/m}^3$ ); natriy gidrokarbonat  $\text{NaHCO}_3$ ; kristall soda  $\text{Na}_2\text{HCO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ; kaustik soda yoki o'yuvchi natriy  $\text{NaOH}$  ishlab chiqariladi.

Kalsinirlangan sodadan o'yuvchi natriy, natriy bikarbonat kabilar ishlab chiqarishda xomashyo sifatida foydalaniladi. Kalsinirlangan soda A va B navlarda ishlab chiqariladi va barcha turdagi shisha ishlab chiqarishda, shu jumladan billur, optik va meditsina oynasi, shisha bloklari, eriydigan natriy silikat, sopolplitka, qora va rangli metallurgiyada: qo'rg'oshin, rux, volfram, stronsiy, xrom ishlab chiqarishda, cho'yanni oltingugurtsizlantirish va fosforsizlantirishda, chiqindi gazlarini tozalashda, chiqindi eritmalarni neytrallashtirishda ishlatiladi.

2.1-jadval

| Ko'rsatkichlar nomi                                                                                     | A markali |              |              | B markali |              |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|
|                                                                                                         | Oliy nav  | Birinchi nav | Ikkinchi nav | Oliy nav  | Birinchi nav | Ikkinchi nav |
| Natriy karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) massa ulushi, %, kam emas                                  | 99,4      | 99,0         | 98,5         | 99,4      | 99,0         | 99,0         |
| Natriy karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) massa ulushi, kuydirilmagan mahsulot hisobida, %, kam emas | 98,7      | 98,2         | 97,0         | 98,9      | 98,2         | 97,5         |
| Kuydirilgan yo'qotiladigan massa ulushi ( $270 - 300^\circ\text{C}$ haroratda), %, ko'p emas            | 0,7       | 0,8          | 1,5          | 0,5       | 0,8          | 1,5          |
| Xloridlar massa ulushi, $\text{NaCl}$ hisobida, %, ko'p emas                                            | 0,2       | 0,5          | 0,8          | 0,4       | 0,5          | 0,8          |

|                                                                                                                                                                                        |                |                |                |                |       |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|
| Temir massa <ulushi, fe<sub="">2O<sub>3</sub> hisobida, %, ko'p emas</ulushi,>                                                                                                         | 0,003          | 0,005          | 0,008          | 0,003          | 0,003 | 0,008          |
| Suvda erimaydigan moddalar massa <ulushi, %,="" emas<="" ko'p="" td=""><td>0,04</td><td>0,04</td><td>0,08</td><td>0,03</td><td>0,04</td><td>0,08</td></ulushi,>                        | 0,04           | 0,04           | 0,08           | 0,03           | 0,04  | 0,08           |
| Sulfatlar massa <ulushi na<sub="">2SO<sub>4</sub> hisobida, %, ko'p emas</ulushi>                                                                                                      | 0,04           | 0,05           | Me'yorlanmagan | 0,04           | 0,05  | Me'yorlanmagan |
| Kalsinirlangan soda to'kma zichligi, g/sm <sup>3</sup> , ko'p emas                                                                                                                     | 1,1            | 0,9            | 0,9            | Me'yorlanmagan |       |                |
| Donadorlik tarkibi:                                                                                                                                                                    |                |                |                |                |       |                |
| № 2K o'lchamli to'rdan o'tishda elakda qoladigan qoldiq, DAST 6613 bo'yicha, %, ko'p emas                                                                                              | Me'yorlanmagan | 5              | 5              | Me'yorlanmagan |       |                |
| № 1,25K o'lcham to'rli elakdan o'tishi, DAST 6613 bo'yicha, %                                                                                                                          | 100            | Me'yorlanmagan |                | Me'yorlanmagan |       |                |
| № 1K o'lchamli to'rdan o'tishda elakda qoladigan qoldiq, DAST 6613 bo'yicha, %, ko'p emas                                                                                              | 3              | Me'yorlanmagan |                | Me'yorlanmagan |       |                |
| № 01K o'lcham to'rli elakdan o'tishi, DAST 6613 bo'yicha, %, ko'p emas                                                                                                                 | 7              | 15             | 25             | Me'yorlanmagan |       |                |
| Natriy karbonat (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) massa <ulushi, %,="" emas<="" kam="" td=""><td>99,4</td><td>99,0</td><td>98,5</td><td>99,4</td><td>99,0</td><td>99,0</td></ulushi,> | 99,4           | 99,0           | 98,5           | 99,4           | 99,0  | 99,0           |

Elektrovakuum shisha ishlab chiqarishda donadorlik tarkibiga qat'iy amal qilingan oliy A navli kalsinirlangan soda ishlatiladi.

B markali kalsinirlangan soda kimyo sanoatida sintetik yuvuvchi vositalar va moy kislotalari ishlab chiqarishda, eritmaları tozalashda, fosforli, xromli, bariyli natriyli tuzlar ishlab chiqarishda karbonatli xom ashyo sifatida, glitserin, allil spirt,

sellyuloza-qog'oz ishlab chiqarishda, lak-bo'yoq va neft sanoatlarida ishlatiladi.

Natriy bikarbonat oziq-ovqat, qandolatchilik va kimyo-farmatsevtika sanoatlarida, meditsinada, o't o'chirish moslamalarida, sun'iy mineral suvlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

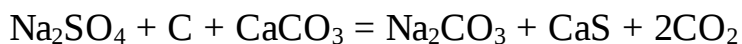
Kristall soda turmushda keng qo'llanilsa, og'ir sodadan metallurgiya, shisha va boshqa sanoat tarmoqlarida keng qo'llaniladi.

Kalsinirlangan soda – oq kukun kristall modda bo'lib, zichligi  $2,53 \text{ g/sm}^3$ ,  $854 \text{ C}^0$  da suyuqlanadi. Soda havodagi karbonat angidrid va suv bug'ini biriktirib olib qisman natriy gidrokarbonatga aylanadi. Natriy karbonat suv bilan bir qator birikmalar:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  hosil qiladi. Soda suvda yaxshi eriydi, uning eruvchanligi harorat oshishi bilan ortadi ( $0$  va  $100^0 \text{ C}$  haroratda  $100 \text{ g}$  suvda tegishlicha  $6,8$  va  $44 \text{ g}$  eriydi). Soda suvdagi eritmasida kuchli ishqoriy xossani namoyon etadi.

Natriy karbonat ayrim tabiiy suvlar tarkibida bo'ladi, masalan tronlar deb ataluvchi  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  tarkibiga kiradi, shuningdek qattiq cho'kindi  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (natron) tarzida uchraydi

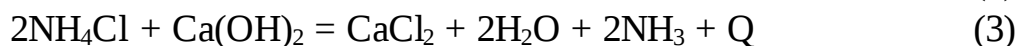
## 2.2. Kalsinirlangan soda olishning sintetik usullari.

Sanoat miqyosida soda olish usuli fransuz vrachi va kimyogari Leblan tomonidan 1791-yilda taklif etilgan. Bu usul bo'yicha qattiq osh tuzi va sulfat kislotadan olingan natriy sulfat, ohaktosh va ko'mirni aylanuvchi pechlarda  $950-1000^0 \text{ C}$  haroratda suyuqlantirish orqali sodali suyuqlanma hosil qilish bilan soda ishlab chiqarilgan:



Sodali suyuqlanma sovutilgandan so'ng maydalanadi va suvda eritiladi. Soda eritmasi erimaydigan cho'kma (kalsiy sulfid) dan ajratiladi, tarkibidagi o'yuvchi natriyni sodaga o'tkazish uchun karbonat angidrid bilan ishlanadi va bug'latiladi. Qattiq qizdirish va maydalashdan so'ng tayyor mahsulotga aylanadi. Leblan usuli bo'yicha olingan kalsinirlangan soda qimmat bo'lishi bilan bir qatorda sifati past va jarayonlarda ishlatiladigan jihozlar hajmdor bo'ladi.

Ammiakli usulda soda olish jarayonini quyidagi umumiy tenglamalar orqali ifodalanishi mumkin:



(1) – (2) reaksiyalardan ko'rinadiki, soda ishlab chiqarishning alohida bosqichlari bir-biriga uzviy bog'liqdir.

Karbonat angidrid (4) reaksiya bo'yicha hosil bo'ladi, shuningdek natriy bikarbonatning (2) reaksiya bo'yicha parchalanishida (kalsinatsiya jarayonida)

ajralib chiqadi. Nazariy jihatdan olganda ammiak (1) reaksiyada sarflanmaydi, chunki uni (3) reaksiya bo'yicha regeneratsiyalanadi. Buning uchun sarflanadigan ohakli suv (5) reaksiya bo'yicha ohakdan, ohak esa (4) reaksiya bo'yicha ohaktoshdan olinadi.

Soda ishlab chiqarishning yagona chiqindisi kalsiy xlorid hisoblanadi.

Kalsinirlangan soda olish uchun osh tuzi, ohaktosh (yoki bo'r) va ammiak xomashyo sifatida ishlatiladi. Ammiak ishlab chiqarish siklida uning yo'qotilishi hisobigagina ishlatiladi.

Osh tuzi 305-310 g/l konsentratsiyali eritma (namakob) tarzida ishlatiladi. Soda ishlab chiqarishda sun'iy va tabiiy namakoblar ishlatiladi.

Ohaktosh. Soda ishlab chiqarishda ishlatiladigan ohaktosh tarkibida:  $\text{CaCO}_3$  92-94%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$  0,2-0,6%;  $\text{SiO}_2$  3% dan ko'p emas;  $\text{MgO}$  1,5-2,5%;  $\text{CaSO}_4$  1%;  $\text{H}_2\text{O}$  0,5% bo'lishi kerak.

Ammiak. (1) va (3) reaksiyalardan ko'rinadiki, ishlab chiqarishdagi aylanma harakatda ammiak nazariy jihatdan sarf bo'lmaydi. Ammo amalda u oz miqdorda yo'qotiladi. Ammiak yo'qotilishini to'ldirib turish uchun tizimga ammiakli suv kiritiladi.

Yoqilg'i (4) reaksiya bo'yicha ohaktoshni kuydirish, (6) reaksiya bo'yicha natriy gidrokarbonatni kalsinatsiyalash uchun ishlatiladi. Birinchi holatda kam kulli koks va antratsit, ikkinchi holatda esa turli xil yoqilg'ilar: toshko'mir, mazut, tabiiy gaz va boshqalar ishlatiladi.

Qo'ng'iro't soda zavodida toshko'mirni kuydirish jarayonida ham tabiiy gaz yoqilg'isidan foydalaniladi. Hosil bo'lgan karbonat angidridli pech gazi changdan tozalanadi.

Nefelin  $n(\text{Na,K})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2$  – soda olish uchun manbaa hisoblanadi. Nefelindan alyuminiy oksid (ginozyom) olishda tarkibida 10%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  va 3-4%  $\text{K}_2\text{CO}_3$  bo'lgan chiqindi hosil bo'ladi. Chiqindili suyuqlikni turli xil haroratda bug'latish orqali soda va potash alohida-alohida ajratib olinadi.

Nefelinni kompleks qayta ishlash ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ , sement,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  larni bir vaqtda olish) soda olish harajatlarini ammiakli usulga nisbatan kam bo'lishiga olib keladi.

### 3.Soda olishning asosiy bosqichlari.

Namokobni tozalash bo'limi, texnologik tizimi. Ammiakli usul bilan kalsinatsiyalangan soda ishlab chiqarish texnologik bosqichlari qo'yidagilardan iborat.



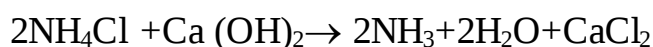
Ushbu reaksiya 2 ta pog'onada o'tkaziladi. Birinchi pog'onada absorbsiya va ikkinchi pog'onada karbonizatsiya jarayonlari o'tkaziladi. Karbonizatsiya jarayonida cho'kmaga tushgan  $\text{NaHCO}_3$  filtratsiya usuli bilan ammoniy xlorid tuzidan ajratib olinadi va kalsinatsiyalangan soda olish uchun kalsinatsiya bo'limiga yuboriladi



$\text{CO}_2$  gazi karbonizatsiya bo'limiga yuboriladi,  $\text{CaO}$  parchalash temperaturasi

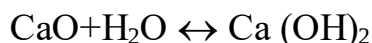
160-1800° C tashkil qiladi. Hosil bo'lgan uglerod oksid gazi karbonizatsiya bo'limiga yuboriladi va bu yerda asosiy jarayonlardan tashqari bir nechta yordamchi jarayonlar o'tkaziladi.

Hosil bo'lgan NH<sub>4</sub>Cl dan esa ammiak regeneratsiya etilib, absorbsiya bo'limiga yuboriladi:

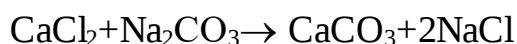
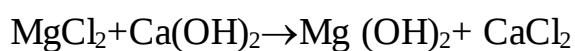


CaCl<sub>2</sub> chiqindi sifatida maxsus yig'indilarda saqlanadi.

Kalsiy gidrooksid olish uchun zarur bo'lgan CaO karbonat xom ashyosidan olinadi.(bo'r, ohak toshi va boshqalar).



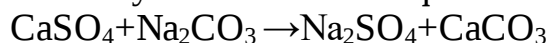
Barcha soda zavodlarida NaCl suv eritmasi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> va Ca(OH)<sub>2</sub> yordamlarida Ca va Mg ionlaridan tozalanadi.



CaCO<sub>3</sub> ba Mg(OH)<sub>2</sub> chiqindi sifatida saqlangichlarga tashlanadi, tozalangan NaCl eritmasi absorbsiya bo'limiga yuboriladi.

Namokobni tozalash. Birlamchi namakobning tarkibida kalsiy va magniy tuzlari mavjud. Agarda ulardan rassol tozalanmasa, cho'kmaga kuyidagi yaxshi erimaydigan birikmalar tushishi mumkin: CaCO<sub>3</sub>, Mg(OH)<sub>2</sub>, NaCl · Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · MgCO<sub>3</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · MgCO<sub>3</sub>. Bu birikmalar apparatura, trubalarda tiqilishi mumkin va tayyor mahsulotning sifatini pasaytiradi.

Namokobni kalsiy tuzlaridan tozalash uchun soda qo'llaniladi, magniy tuzlari uchun kalsiy gidrooksid ishlatiladi. Tozalashning yuqori darajasini ta'minlash uchun berilayotgan reagentlarning miqdori juda ham qisman ortiqcha me'yorda bo'lishi kerak. Shuning uchun reagentlarning me'yori aniq bo'lishi lozim. SO<sub>4</sub><sup>2+</sup> ionlari rassolda natriy sulfat tuzi holda qoladi.



Sulfat ionlari distillyatsiya jarayonida jarayonlar normal o'tish uchun xalaqit beradi, chunki kalsiy sulfat tuzi cho'kma hosil qilish mumkin.

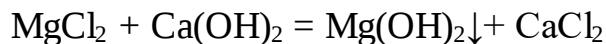
Hozirgi kunda sulfat ionlaridan tozalashning samarodarli usullari topilmagan.

Namokob tozalash jarayonida cho'kishning yuqori tezligiga erishish uchun kalsiy ionlarning miqdori magniy ionlariga nisbatan 3-9 marta ko'p bo'lishi kerak. Buning natijasida cho'kmaning zichligi oshgan hisobiga cho'kayotgan shlamning yo'qolishlari ham kamayadi.

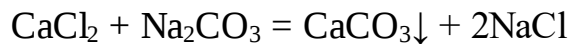
Tozalash jarayonida temperatura oshirilsa, ionalmashish va degidratatsiya jarayonlari tezlashadi, induksiya davrining vaqtini kamaytiradi. Temperatura oshishi bilan rassolning yopishqoqligi kamayadi, suspenziyaning cho'kish jarayoni normal holatda ketmasligi mumkin. Bundan tashqari keyingi ammiak absorbsiya jarayoni uchun temperatura yuqori bo'lish kerak emas. Shuning uchun tozalash jarayonida 12-200° C temperatura qo'llaniladi. Namokobda magniy ionlari qancha ko'p bo'lsa 200° C temperatura qo'llaniladi, magniy ionlar kamligida 120° C temperatura

qo‘llaniladi.

Yuqorida aytib o‘tkanimizdek, namakobni tozalashga unda qo‘shimchalarni yo‘qotish kiradi. Qayta ishlashga keladigan tuzli namakobda oz miqdordagi mexanik aralashmalar (qum), kalsiy va magniy tuzlari bo‘ladi. Namakob tarkibidagi kalsiy va magniy tuzlari ammiak va karbonat angdrid ta‘sirida erimaydigan birikmalar: kalsiy karbonat va magniy gidroksidga aylantirilishi mumkin. Sodaning bunday qo‘shimchalar bilan ifloslanishining oldini olish va soda ishlab chiqarish jihozlanishini murakkablashtirmaslik maqsadida namakob oldindan qo‘shimchalardan tozalanishi lozim. Namakob mexanik qo‘shimchalar hamda kalsiy va magniy tuzlaridan yaxshilab tozalanadi. Mexanik qo‘shimchalar tindirish yo‘li bilan ajratiladi. Magniy ionlaridan tozalashni  $\text{Ca(OH)}_2$  yoki  $\text{NaOH}$  bilan qayta ishlash orqali amalga oshiriladi:



kalsiy ionlaridan esa soda yordamida tozalanadi:



$\text{Ca}^{2+}$  ba  $\text{Mg}^{2+}$  ionlari nisbatiga muvofiq soda zavodlarida ikki xil texnologik sxema qo‘llaniladi. Kalsiy ionlarining miqdori ko‘p bo‘lsa bir pog‘onalik texnologik sxema qo‘llaniladi. Bu sxema bo‘yicha namakob bir vaqtda ham kalsiy ham magniy ionlaridan tozalanadi. Magniy ionlarning miqdori ko‘p bo‘lganida tozalash jarayoni ikki bosqichli usulda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda  $\text{Ca(OH)}_2$  yordamida  $\text{Mg(OH)}_2$  cho‘ktiriladi. Ikkinchi bosqichda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yordamida kalsiy ionlari  $\text{CaCO}_3$  tarzida cho‘ktiriladi.

#### **4.Oxaktoshni kuydirish bo‘limi.**

Oxakli suspenziya olish texnologik tizimi. Kalsiy oksid (ohak) va karbonat angdrid olish. Ohaktoshni kuydirish  $1100-1250^\circ \text{C}$  haroratda amalga oshiriladi va bunda quyidagi reaksiya sodir bo‘ladi:



Ushbu reaksiyaning muvozanat konstantasi fazalar qoidasiga binoan faqat  $\text{CO}_2$  ning konsentratsiyasiga bog‘liqdir:

$$K_c = f \text{ CO}_2 \text{ yoki } K = f p^* \text{CO}_2$$

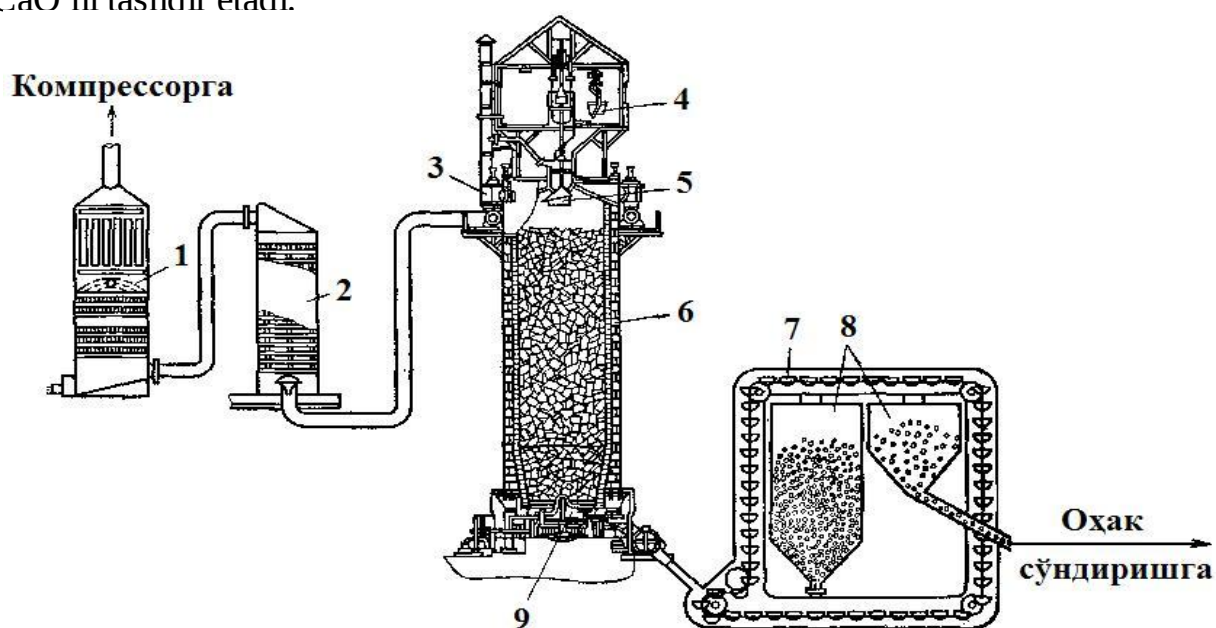
$p^* \text{CO}_2$  muvozanatli parsial bosim.

$$\text{Lg} p^* \text{CO}_2 = -8200/N + 9,88$$

$\text{CO}_2$  ning muvozanatli bosimi uning gazli fazadagi bosimidan yuqori bo‘lgan taqdirda  $\text{CaCO}_3$  parchalanishi mumkin.  $\text{CO}_2$  ning maksimal parsial bosimi ochiq gazida 40kPa bo‘lishi mumkin. Bu bosimda  $\text{CaCO}_3$  ning parchalanishi  $8400^\circ \text{C}$  da boshlanadi. Lekin, ushbu temperaturda parchalanish faqat karbonat xomashyoning

yuzasida kuzatiladi, xomashyoning ichki qatlamlari parchalanmaydi. Xomashyoning yuzasida kuzatiladi, xomashyoning ichki qatlamlari parchalanmaydi. Xomashyoning ichki qismlarini parchalash uchun amalda  $9000^{\circ}\text{C}$  temperaturga erishish zarurdir. Ushbu temperaturani shixtaning kuydirish zonasida kirishi va chiqishida minimal deb qabul qilish mumkin.  $\text{CaCO}_3$  ning parchalanish tezligi asosan kuydirilayotgan materialning temperatursiga bog'likdir. Hosil bulayotgan  $\text{CaO}$  ning strukturasi kuydirish temperaturasi bilan va shu temperaturaning ta'sir vaqtiga bog'likdir. Aktiv  $\text{CaO}$  yumshoq sharoitda, temperatura  $11500^{\circ}\text{C}$  bo'lganda hosil bo'ladi. Bunday yuqori oshgan hisobiga reaksiyon aktivligi keskin kamayadi.  $\text{CaO}$  ning aktivligini kamaytirmaslik uchun temperaturani  $12000^{\circ}\text{C}$  dan oshirish kerak emas.

Shaxtali pech unumdorligi 140-160 kg/t koks sarflanganda sutkasiga 25-125 t  $\text{CaO}$  ni tashkil etadi.

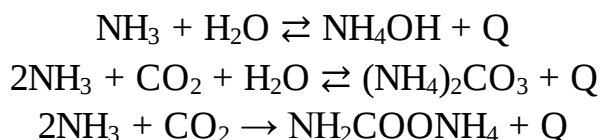


## 2.1-rasm. Ohaktoshni kuydirish jarayonining texnologik sxemasi:

Soda ishlab chiqarishda karbonat xomashyosi kuydiriladigan pechdan  $\text{CO}_2$  ning konsentratsiyasi iloji boricha yuqori bo'lgan gaz chiqishini ta'minlash lozim. Shu sababli pechdan chiqayotgan gaz va  $\text{CaO}$  bilan issiqlik minimal ravishda yo'qolishi kerak. Bu talabga shaxtali pech yuqori darajada javob beradi. Vertikal shaxtaning yuqori qismidan karbonat xomashyosi va yoqilg'i (koks), pastki qismidan esa havo beriladi. Issiq gazlar pechning yuqori qismiga chiqib sovuq shaxtani qizdiradi, pastga tushgan yuqori haroratdagi kalsiy oksid kirib kelayotgan havoni qizdiradi. Karbonat xomashyosi pechlarga havoli kanat yo'l bilan vagonchalarda beriladi. Pechga berishdan oldin har bir vagonchaga dozator orqali yoqilg'i beriladi. Tayyorlangan shixta maxsus yuklash mexanizmi yordamida pechga oshiriladi. Hosil bo'lgan kalsiy oksid mexanizm (9) orqali pechdan chiqariladi va transporterlar yordamida bunkerlarga (8) beriladi. Pechda hosil

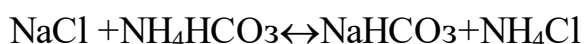
bo'lgan gaz umumiy kollektorga keladi. Sovutish va tozalanishi uchun gaz kollektordan yuvitgichga (2) va undan keyin elektrofiltrlarning skrubberli qismiga beriladi. Elektrofiltrning skrubber qismi yog'ochli namuna bilan to'ldirilgan bo'ladi. Yuvitgichda gaz sovutiladi va yirik zarrachalardan tozalanadi. Bundan tashqari bu yerda suv bug'lari ham kondensatsiyalanadi. Elektrofiltrning skrubber qismida gaz mayda zarrachalar (tuman) dan tozalanadi. Sovutilgan va tozalangan gaz kompressorlar orqali karbonizatsiya bo'limiga yuboriladi.

Absorbsiya bo'limi. Ammiak va uglerod dioksidini absorbsiya jarayoni. Absorbsiya jarayoning qisqacha tasnifi. Karbonat angidrid va ammiakning osh tuzi eritmasiga absorbsiyasi quyidagi kimyoviy reaksiyalar bo'yicha sodir bo'ladi:



Bu reaksiyalarning barchasida issiqlik ajralib chiqadi. Shu sababli absorbsiya minoralarida absorbsiya darajasini oshirish uchun namakobni sovutish nazarda tutiladi.

Bu yerda ammiak  $\text{NCO}_3$  ionlarini  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  xlor ionlarini  $\text{NH}_4\text{Cl}$  moddalar shaklida bog'laydi:

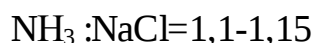


Ammiak yaxshi eriydigan gaz, uning absorbsiya tezligi yuqori bo'lib, gazli plenka diffuzion qarshiligi bilan aniqlanadi.

Dioksid uglerod esa yaxshi erimaydigan gaz, uning absorbsiya tezligi kam bo'lib, suyuqli plenka qarshiligi bilan aniqlanadi.  $\text{CO}_2$  gazi yutilishi ammiak borligida qaytar kimyoviy reaksiya bilan murakkablashadi. Bundan tashqari, ammiak borligida  $\text{CO}_2$  ning muvozanatli bosimi kamayadi.

Ammoniydash natijasida suv bug'larining ko'p qismi kondensatlanadi va buning hisobiga rassolning hajmi 3-4% ga oshadi.

Ishlab chiqarish sharoitida distillyatsiya jarayonini o'tkazishda sovutgichdan chiqayotgan gazning bosimi 93,1 kPa tashqil qiladi. Demak, gazning sovutish chegaraviy temperaturasi 520°C ni tashqil etadi. Ishlab chiqarish sharoitida texnologik rejim o'zgarishi mumkin va shuning uchun temperatura 55°C dan kam bo'lmaydi. Odatda 60°C temperatura ushlanadi. Karbonizatsiya bo'limi talablariga ko'ra ammoniydashgan namokobdagiammiakningkonsentratsiyasi belgilanadi. Bu konsentratsiya quyidagi nisbatga javob berishi kerak.

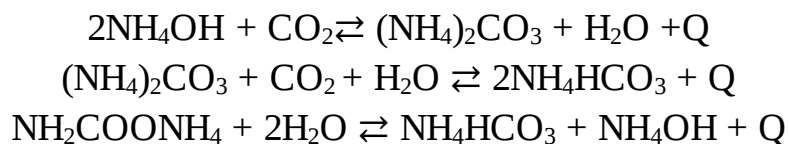


Agarda tozalangan namokobda  $\text{NaCl}$  konsentratsiyasi 106 n.d. tashqil etsa, distillyatsiya gazlarining suv bug'lari kondensatsiyasi va suyuq faza zichligi kamayishi hisobiga bu konsentratsiya ammoniydashgan namokobda 88-90 n.d. kamayadi. Demak  $\text{NH}_3 : \text{NaCl} = 1,1-1,15$  bo'lgan holda ammoniydashgan namokobda

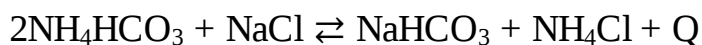
ammiakning konsentratsiyasi 101-104 n.d. bo'lishi kerak. Ishlab chiqarish sharoitida ushbu konsentratsiya 100-106 n.d. tashkil etadi.

Karbonat anhidrid absorbsiyasi birin-ketin joylashgan ikkita katta va kichik absorbsiya minoralarida amalga oshiriladi. Katta minora havoni yuvish filtrlari, absorbsiya gazlarini yuvuvchi, gaz sovutgichi, birinchi absorber va tindirgichdan iboratdir. Kichik minora esa absorbsiya gazlarini yuvuvchi, ikkinchi absorber va tindirgichdan iborat bo'ladi.

Karbonizatsiya jarayonining fizik-kimyoviy asoslari. Karbonizatsiya bo'limining texnologik sxemasi. Karbonizatsiya – quyidagi reaksiyalar bo'yicha ammoniylashgan namakobga karbonat anhidrid gazini yuttirish jarayonidir:



Ammoniy gidro karbonat ishqoriy muhitda NaCl bilan almashinish reaksiyasiga kirishadi, bunda ammoniy gidro karbonatga nisbatan kam eriydigan natriy gidrokarbonat hosil bo'ladi



Karbonizatsiya reaksiyasi qaytar va endotermikdir. Natriy xloridning natriy gidrokarbonatga konversiyalanishning muvozanat darajasi harorat va ta'sirlashuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liqdir. Ta'sirlashuvchi moddalar harorati qanchalik past bo'lsa, konversiyalanish shunchalik katta bo'ladi.

Boshlang'ich moddalarning konsentratsiyasi oshishi bilan cho'ktirilgan NaHCO<sub>3</sub> ning miqdori oshib boradi. Shuning uchun soda ishlab chiqarishda namokob NaCl bo'yicha maksimal konsentratsiya bilan tayyorlanishiga harakat qilinadi. Bundan tashqari tozalashda va absorbsiya jarayonida NaCl konsentratsiyasi kamayishiga yo'l qo'yilmaydi.

Eritmada ammiakning konsentratsiyasini cho'kmaga tushayotgan NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> miqdori bilan chegaralangan. 30° C temperaturada umumiy ammiakning umumiy xlorga nisbati birga teng.

Karbonizatsiya jarayonida 15% ammiakning gaz bilan chiqib ketishi munosobati bilan bu nisbat 1,10-1,15 atrofida ushlanadi. Mumkin bo'lgan maksimal karbonizatsiya darajasiga erishish karbonizatsiya gazidagi CO<sub>2</sub> ning konsentratsiyasiga bog'liqdir. Karbonizatsiyaga dioksid uglerod soda va ohak tosh o'choqlaridan keladi. Soda uchoqlari gazi (85-90% CO<sub>2</sub>) to'liq karbonizatsiyaga beriladi. Bu gazga kerakli miqdorda oxak tosh o'choqlari gazi qo'shiladi (33-40% CO<sub>2</sub>).

Karbonizatsiya bo'limida NaHCO<sub>3</sub> ning yirik kristallarini hosil qilish eng muhim masaladir. Karbonizatsiya kolonnasining unumdorligi eng sekin o'tadigan

jarayonga bog'liqdir. Eng sekin o'tadigan jarayon deb  $\text{NaHCO}_2$  ning kristallizatsiyasini hisoblash mumkin.  $\text{NaHCO}_3$  ning yirik kristallarini olish vaqtini talab qiladi. Suyuq fazaning kollonnadan o'tish vaqti kolonnaning erkin hajmiga bog'liqdir. Shuning uchun kolonnaning barbotaj tarelkasi kolpaki, maxsus konstruksiyaga ega. Kolpak tagida gaz minimal va suspenziya maksimal hajm egallaydilar.  $\text{NaHCO}_2$  ning kristallizatsiya jarayoni karbonizatsion kolonnaning ma'lum temperatura rejimini talab qiladi.

$\text{NaHCO}_3$  kristallariga quyidagi yuqori talablar qo'yiladi: kristallar yetarli darajada yirik bo'lishlari kerak (100-200 mkm), o'lchami va shakli bir xil bo'lishi zarur. Bu talablarga keyingi quyidagi apparatlarning yaxshi ishlashiga bog'liq: vakkum-filtr va soda o'chog'i.

Ammoniylangan tuzli namakobni karbonizatsiyalash cho'ktiruvchi karbonizatsiya minorasida amalga oshiriladi (2.1-rasm). Karbonizatsiya minorasining balandligi 23,1 dan 26,1 m gacha, ichki diametri 2,3 dan 2,68 m gacha bo'lib, silindr shaklidagi minoradir. Minora sovitgichlar joylashtirilgan yettita sovituvchi yirik qabariqlar 1 va 29 ta mayda qabariqlar 2 dan iborat. Ammoniylangan namakob minora yuqori qismidan, tarkibida  $\text{CO}_2$  tutgan gaz esa quyi qismidan beriladi va u quyidan yuqoriga qarab qarama-qarshi oqim bo'yicha harakatlanadi. Fazalar to'qnashish yuzasini oshirish maqsadida karbonizatsiya, shuningdek absorbsiya minoralariga barbotaj qalpoqchalar o'rnatiladi.

Ammoniy gidrokarbonatning hosil bo'lishi minoraning yuqori qismidayoq boshlanadi. Jarayon kechishiga muvofiq holda ammoniy gidrokarbonat natriy gidrokarbonatga konversiyalanadi. Natriy gidrokarbonat eritmani to'yintiradi va kristallanadi. Natriy gidrokarbonatning hosil bo'lish reaksiyasi va uning kristallanishiga vaqt sarflanadi, shuning uchun reagentlar ta'sirlashish vaqtini shunday ta'minlanishi lozimki, bunda ular deyarli to'la ta'sirlashishlari kerak. Buning uchun karbonizatsiya minoralari odatdagi absorbsiya jihozlaridan farqli ravishda namakob bilan to'la to'ldirilgan bo'ladi, namakobning reaktorda bo'lish vaqti 2-2,5 soatni tashqil etadi. Tizim qarshiligini yengish uchun minoraga gaz 2-2,5 atm bosim ostida beriladi.

Natriy gidrokarbonatning yirik kristallarini hosil qilish uchun minora harorati 25-30° Cda ushlab turiladi.

Diametri 2,3-2,68 m bo'lgan minora unumdorligi sutkasiga 85-150 t  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ni, diametri 3 m bo'lgan minora unumdorligi esa sutkasiga 250 t  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ni tashkil etadi.

Filtratsiya va kalsinatsiya bo'limi, texnologik sxemasi. Karbonizatsion kolonnalardan suspenziya tarkibidagi gidrokarbonat natriyni ajratish uchun filtrlash jarayoni qo'llaniladi. Hosil bo'lgan kristallar kalsinatsiyalash bo'limiga beriladi, filtdan chiqayotgan suyuq faza esa distillyatsiya bo'limiga ammiakni regeneratsiya

qilish uchun beriladi.

Tarkibida  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaCl}$  tuzlari bo'lgan eritmadan  $\text{NaHCO}_3$  kristallarini filtrlash uzluksiz ishlaydigan vakuum-filtrlarda amalga oshiriladi (2.1-rasm). Vakuum-filtr ochiq baraban ko'rinishida bo'lib, uning yon sirt yuzasi metall to'rdan yasalgan va filtrlovchi material tortilgan bo'ladi. Baraban tegana idish shaklida aylanadi, u eritmadagi natriy gidrokarbonat suspenziyasini aralashtirgich 10 ga yetkazib beradi.

Vakuum-filtr vakuum yacheykasi 1, surib chiqarish yacheykasi 2, oraliq yacheykalar 3 dan iborat. Filtr barabani 1,1-3,4 ayl/min tezlikda gorizonta l val 7 da aylanadi, u orqali havo, gazlar va suyuqlik so'rib chiqariladi. Uning yuzasi bo'yicha aylanishda taqsimlovchi golovka 8 ning so'rish seksiyasida natriy gidrokarbonat qatlami 4 cho'ktiriladi, baraban aylanganda cho'kma qatlami yuvish seksiyasi 6 da eriydigan tuzlardan ajratish uchun suv bilan yuviladi. Filtrlovchi material to'qimalari orasiga cho'kma tiqilib qolishini oldini olish uchun purkagich 9 yacheykasidan beriladigan qisilgan havo bilan filtr tozalanadi.

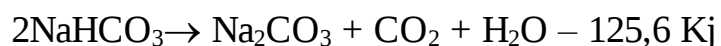
Tarkibida taxminan 14% suv bo'lgan natriy gidrokarbonat pichoq 5 bilan ajratib olinadi, transportyorga kelib tushadi va uni kalsinatsiya uchun pechga yuboriladi.

Shunday filtrning unumdorligi sutkasiga 160-200 t sodani tashkil etadi.

Filtrdan so'rib olingan havo tarkibida karbonat angidrid va ammiak bo'ladi, uni absorberga (filtr havosini yuvadigan) yuboriladi va u yerda gazdan  $\text{NH}_3$  va  $\text{CO}_2$  tutib qolinadi. Filtrat suyuqligi distilyatsiyaga uzatiladi.

Yuvish suvning harorati  $45^\circ\text{C}$  va miqdori oshgan holda hamda filtrlash to'sgich butunligi buzilganda filtrlash jarayonida yo'qolishlar miqdori ko'payib ketishi kuzatiladi. Kalsinatsiya stadiyasida gidrokarbonat natriy tarkibidagi namlikga issiqlik sarflanishi va bug'lanayotgan namlikning miqdorlariga bog'liqligi quyidagi jadvalda keltirilgan.

Kalsinatsiya. Kalsinatsiya bo'limida filtrlangan va yuvilgan nam holatdagi natriy gidrokarbonatning parchalanishi natijasida kalsinatsiyalangan soda, karbonat angidrid va suv hosil bo'ladi. Qizdirilish natijasida quruq natriy gidrokarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanadi:



$\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  ning 100kPa (1 atm) bosimida parchalanishi  $1200^\circ\text{C}$  haroratda sodir bo'ladi. Fazalar qoidasiga ko'ra, bu tizim bir erkinlik darajasiga ega va shuning uchun bug' fazasining muvozanat bosimi faqat haroratga bog'liqdir. Harorat oshirishi bilan muvozanot o'ng tomonga siljiydi va natijada reaksiya tezligi oshadi.

Natriy gidrokarbonat tarkibida nam va qo'shimchalar borligi uchun amaldagi

sharoitlarda uning termik parchalanishi murakkablashadi.

## 2.2-jadval

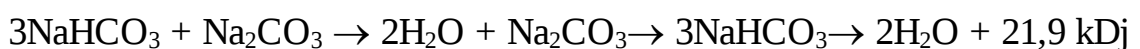
**Nam natriy gidrokarbonat tarkibi, %**

|                                                 |         |
|-------------------------------------------------|---------|
| NaHCO <sub>3</sub>                              | 76-80   |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .               | 2-3     |
| NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub>                | 1-2     |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 1       |
| NaCl                                            | 0,2-0,4 |
| H <sub>2</sub> O                                | 14-20   |

Natriy gidrokarbonat tarkibidagi namlik jihozli tuzilishni murakkablashtiradi, chunki yopishqoq bo'lganligi sababli u jihozlar devorlariga yopishib qoladi.

Natriy gidrokarbonatning to'yingan eritmasi issiq yuza bilan to'qnashishi natijasida bug'lanishining intensiv jarayoni kuzatiladi. Kristallanayotgan qattiq faza zich yuzaga yopishadigan qatlam hosil qiladi.

Issiqlik uzatuvchanligi past bo'lgan sodaning qattiq qatlami issiqlik uzatishni yomonlashtiradi hamda tashqaridan qizdiriladigan soda o'choqlarining devorlarini kuydirishi mumkin. Bu hodisaning oldini olish uchun nam natriy gidrokarbonat kalsinatsiyalashdan oldin odatda uning baraban devorlariga yopishib qolishini oldini olish maqsadida yangi kuydirilgan soda (soda returi) bilan aralashtiriladi. Buning natijasida yangi qattiq faza tron ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 3\text{NaHCO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ ) hosil qiladi. Erkin namlik kristallizatsiya suviga bog'lanadi va sochiluvchan mahsulot hosil qiladi:



Texnik natriy gidrokarbonat tarkibida ammoniy karbonat va xloridlari hamda natriy gidrokarbonat bilan birgalikda kristallanadigan natriy karbonat tuzlari ham mavjuddir.

Qizdirilganda natriy karbonat bilan birgalikda cho'kmaga aralashgan ammoniy karbonatlari parchalanadi:



Ushbu reaksiya natijasida ammiakning yarimi, qolgan qismi esa natriy gidrokarbonatning tronga o'tish jarayonida ajralib chiqadi.

Ammoniy xlorid natriy gidrokarbonat bilan reaksiyaga kirishadi qattiq osh tuzi qo'shimchasi holatida qoladi:

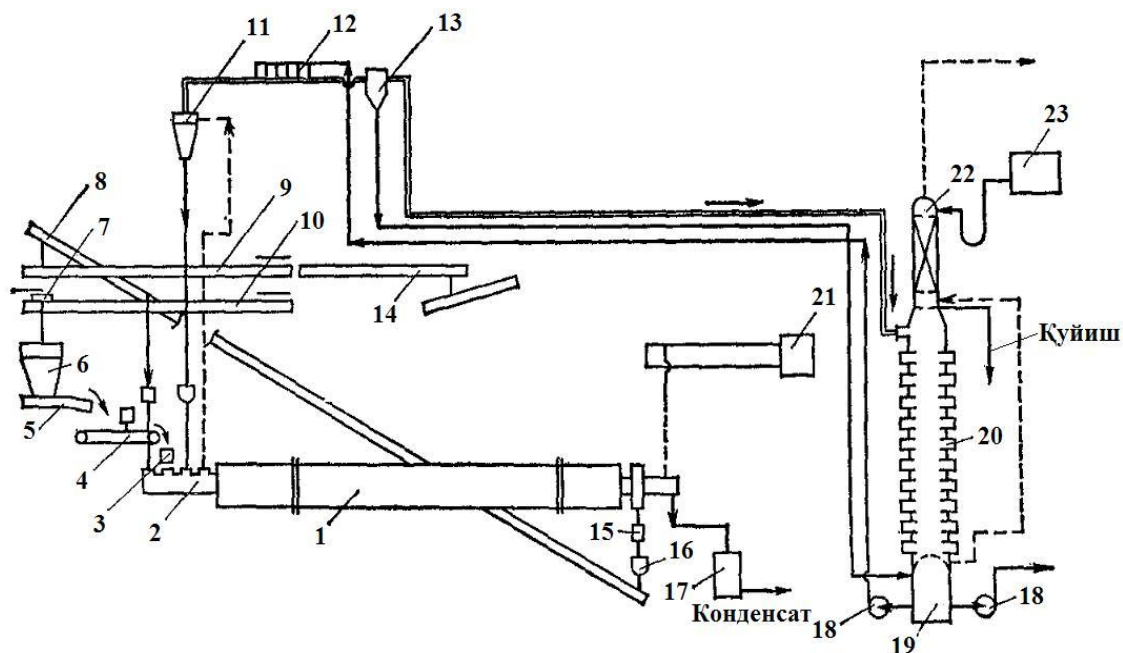


Shunday qilib, kalsinatsiya jarayoni sodaning asosan tron va natriy gidrokarbonatlardan hosil bo'lish jarayonlaridan iboratdir. Kalsinatsiya jarayoniga kelib tushayotgan tron va natriy gidrokarbonatlarning nisbati aralashtirish sifati hamda natriy gidrokarbonat namligi bilan belgilanadi.

Ko'p hollarda soda returi ishlatilmaydi. Barabanning ichida uning butun uzunligi bo'yicha temir zanjir joylashtirilgan bo'ladi, u baraban 5 ayl/min tezlikda aylanganda sodani aralashtiradi va yirik bo'lakchalarni maydalaydi.

Kalsinatsiya jarayonlarini amalga oshirish uchun returli yoki retursiz soda o'choqlari va bug' kalsinatorlari ishlatiladi. 2.2-rasmda natriy gidrokarbonatning kalsinatsiya jarayonida aylanma bug' kalsinatorlari qo'llanilgan texnologik sxemasi keltirilgan.

Filtrda yuvilgan natriy gidrokarbonat umumiy lentali transportyordan (10) kovshli tashlagich (7) yordamida tebranma ta'minlagich (5) bunker (6) ga uzatiladi. Undan tebranma ta'minlagich va lentali transportyorlar (4) bilan yacheykali ta'minlagich (3) orqali aralashtirgich (2) ga beriladi. Aralashtirgichga soda returi va siklon (11) da kalsinatsiya gazlaridan ajratilgan soda ham kelib tushadi. Aralashtirgichda tayyorlangan soda-gidrokarbonat aralashmasi (tron) kalsinator (1) barabanining quvurlararo maydoniga yuboriladi. Baraban egilishi va aylanishi hisobiga kalsinatsiya qilinayotgan massa issiqlik uzatuvchi yuza bilan (qobirg'ali quvurlar) kontakt hosil qiladi va qobirg'ali quvurlar bo'ylab mahsulot chiqishi tomoniga suriladi. Issiqlik asosan natriy gidrokarbonat namligini bug'latish, parchalanish kimyoviy reaksiyalari va mahsulotning qizdirilishiga sarflanadi.



2.2-rasm. Kalsinatsiya bo'limining prinsipial sxemasi

Tronning qizdirilishi hisobiga kalsinatsiyalangan soda va kalsinatsiya gazlari ( $\text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ) hosil bo'ladi. Yacheykali ta'minlagich (15) orqali kalsinatsiyalangan soda kalsinatordan chiqadi va transporterlar (8,9,16) tizimiga kelib tushadi. Ta'minlagich orqali egilgan transportyor (8) dan aralashtirgichga soda beriladi. Sodaning qolgan qismi transportyorlar (9,14) orqali omborga yuboriladi. Aralashtirgich (2) orqali kalsinatordan kalsinatsiya gazlari chiqarib yuboriladi. Aralashtirgichda kompressor yordamida vakuum hosil qilinadi. Kompressordan oldin gazlar siklonlar (11) da quruq hamda kalsinatsiya gazi kollektorlari (12) va yuvitgich (22) da ho'l tozalanadi. Yuvgichdan oldin kalsinatsiya gazlari sovutgich (20) da sovutiladi. Kalsinatsiya gazlari sovutgichida suv bug'larining kondensatsiyasi natijasida hosil bo'ladigan kuchsiz suyuqlik kalsinatsiya gazlari kollektoriga beriladi. Ushbu suyuqlik gaz bilan to'qnashishi natijasida qisman ammiak va soda changini o'ziga yutib qoladi. Shundan keyin suyuqlik chiqindi yig'gich (19) ga kelib tushadi. Sovutgich (20) da quvurlar orasida gaz yuqoridan pastga tomon harakatlanadi, quvurlarning ichida esa sovutuvchi suv qarama-qarshi oqimda yuradi. Sovutgich quvurlarida kristallanmasligi va gazning soda changidan yaxshi yuvilishi uchun quvurlar orasiga kuchsiz suyuqlik sepiladi.

Yuvitgichda gazga suv sepilishi hisobiga u qo'shimcha sovutiladi hamda soda va ammiakdan to'liq yuviladi.

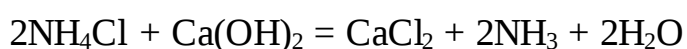
Kalsinatorni qizdirish uchun yuqori bosimli suv bug'i beriladi. Kalsinatorga berishdan oldin suv bug'i reduksion sovutgich qurilmadan (RSQ) o'tadi hamda bu yerda uning harorati  $270^\circ \text{C}$  va bosimi 3 MPa gacha pasaytiriladi. Kalsinatsiyalanayotgan materialga issiqlik uzatilib, kalsinator quvurlari ichida suv bug'i kondensatsiyalanadi. Kalsinatordan kondensat keyinchalik past bosimli bug'ga aylanishi uchun yig'gich (17) ga beriladi.

Soda pechining unumdorligi uning o'lchamiga, qizdirilish usuliga va hokazolarga bog'liq bo'lib, sutkasiga 100-220 t ni tashkil etadi.

Distillyatsiya yoki regeneratsiya. Eritmadan ammiakni distillyatsiyasi yoki regeneratsiyasi distillyatsiya bo'limidagi balandligi 45 m bo'lgan distillyatsiya minoralarida (minora tarkibiga distiller, issiqlik almashtirgich va gaz sovutgichi kiradi) amalga oshiriladi (2-rasm).

$\text{NaHCO}_3$  kristallaridan ajratilgan filtrat regeneratsiyaga keladi.

Ammoniy xloridni parchalash uchun uni oldindan ohak so'ndirish jihozida tayyorlangan ohak suti bilan qayta ishlanadi. Bunda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



$\text{NH}_4\text{Cl}$  ni parchalash asosan balandligi 15 m va diametri 2,8-3,0 m bo'lgan distillerda o'tkaziladi. Ta'sirlashmagan osh tuzi, kalsiy xlorid va boshqa tuzlar

bo'lgan qoldiq eritma suv bilan suyultiriladi, shundan so'ng quyqumli havzaga chiqindi sifatida tashlanadi, tarkibida  $\text{NH}_3$  va  $\text{CO}_2$  tutgan gaz esa absorbsiyaga yuboriladi.

Ammiakli usuldagi kalsinatsiyalangan soda ishlab chiqarish texnologik siklidan qattiq shlam va tindirilgan suyuqlikga ajratilgan distillerli suspenziya, namokob tazolash jarayonida hosil bo'lgan qattiq shamlar; gazsimon moddalar chiqarilib yuboriladi.

Tuz eritish uchun soda ishlab chiqarish suv aylanma tizimidan keyin tushim berilishi, kalsiy xlorid suv aylanma tizimidan keyin tushimining tozalanishi va kalsiy xlorid suv aylanma tizimiga shartli toza kondensat berilishlari amalga oshirilishi uchun qo'shimcha tadqiqot ishlari o'tkazishni talab qiladi.

Ohak o'choqlarining tushimini tozalash TETSga yuborilgan kondensat tozalanishi texnologiyalari va 8% konsentratsiya bilan xlorid-ionlar shamlar qo'llanilishi esa hozirgi kunda joriy etilishi mumkin. Ishlab chiqilgan ishlar joriy etilgandan keyin yangi suvning sarflanishi  $25 \text{ m}^3$  hajmda kamayishini kutish mumkin.

Hozirgi paytda bajarilgan tadqiqot ishlar yakunlaridan keyin chiqindisiz ishlab chiqarish sxemasini amalga oshirilgan holda kutish mumkin. Bu sxemada ishlab chiqarish yomg'ir suvlari bilan ta'minlanishi rejalashtirilgan.

### **Nazorat savollari:**

1. Kalsinatsiyalangan soda ishlab chiqarishni ammiakli usulini tushuntiring?
2. Soda ishlab chiqarishda konsentratsiyani n.b. ifodalanishi qanday bajariladi.
3. NaCl ni merkurimetrik usulda aniqlashning mohiyati. To'g'ridan-to'g'ri titr nima? To'g'ridan to'g'ri titr qanday aniqlanadi?
4. Namakobning umumiy ishqorligi qanday aniqlanadi?
5. Umumiy ammiak nimani anglatadi?
6. Namakobning tarkibidagi ON- anionlar qanday aniqlanadi?
7. Soda ishlab chiqarishning asosiy xomashyolari.
8. Kalsinirlangan soda olishning sintetik usullari.
9. Soda olishning asosiy bosqichlari.

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. A.Nielsen. Ammonia: Catalysis and manufacture. Springer USA 2011. pp. 5-7
2. Anders Nielsen, K. Aika, L.J. Christiansen, I. Dybkjaer, J.B. Hansen, P.E. Hojlund Nielsen, A. Ammonia: Catalysis and Manufacture Softcover reprint of the original 1st ed. Springer CIIIA, 2011. P. 143

3. D.E.Garrett. Potash: Deposits, Processing, Properties and Uses Softcover reprint of the original 1 st d. Springer, США, 2011. Р. 640
4. С.А.Крашенинников. Технология соды. М.: Химия, 1988.
5. Р.С.Соколов. Химическая технология. М.: Владос, 2000.
6. С. Ахметов. Химическая технология неорганических веществ», т.1,2, М.: 2002.

### **3-MAVZU: Mineral o'g'itlar ishlab chiqarishdagi innovatsion texnologiyalar. Azot va fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishdagi zamonaviy texnologiyalari.**

#### **Reja:**

1. Fosfat xom ashyolari va ularni turlari;
2. Fosfat xom ashyolarini boyitish usullari;
3. Fosfat xom ashyolarini boyitishning zamonaviy texnologiyalari;
- 4.

#### **1.1. Fosfat xom ashyolari va ularni turlari**

O'zbekiston Respublikasi mustaqillikning dastlabki yillarida qishloq xo'jaligini mineral o'g'itlar, ayniqsa fosforli va kaliyli o'g'itlar bilan ta'minlash keskin kamaydi. Masalan, 2001-yilda Respublikada yetishtiriladigan turli xil qishloq xo'jalik ekinlari uchun ilmiy asoslangan zarur me'yordagi mineral o'g'itlarga bo'lgan talab (100% ozuqa modda hisobida) 997,5 ming tonna azotli, 691,7 ming tonna fosforli va 352,5 ming tonna kaliyli o'g'itlarga to'g'ri keldi. Bugungi kunda azotli o'g'itlarga bo'lgan talab ehtiyoj 58,8%, fosforga esa 18% bajarilmoqda.

Qishloq xo'jalik ishlab chiqarishini rivojlantirish uning mineral o'g'itlar bilan ta'minlanishiga bog'liq. O'zbekiston kimyo sanoati azotli o'g'itlar olish uchun asosiy xomashyo hisoblangan havo va tabiiy gaz bilan yetarli zahiraga ega bo'lsa, fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish esa Qozog'iston Respublikasidan keltiriladigan Qora tog' fosforit xom ashyosiga mo'ljallangan edi. Korxonalarda turli xil fosforli o'g'it hajmi 1992-yilga kelib, 1,5 mln. Tonnaga qisqardi, so'ng esa to'xtatildi.

Mineral o'g'itlarsiz esa qishloq xo'jaligida yuqori hosildorlikka erishish mumkin emas. Qishloq xo'jaligidagi fosforli o'g'itlar tanqisligi muammosini hal etish hozirgi kunning asosiy vazifalari qatoriga kiradi.

Yuzaga kelgan ushbu vaziyatdan chiqishning eng asosiy yo'llaridan biri respublikamiz hududida joylashgan past sifatli Markaziy Qizilqum havzasidagi fosforit va sanoat ahamiyatiga ega bo'lmagan boshqa mahalliy fosforit zahiralaridan oqilona foydalanishdir. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi qaroriga binoan respublika qishloq xo'jaligining fosforli o'g'itlarga bo'lgan ehtiyojini ta'minlash maqsadida Qizilqum fosforit kombinati tashkil etildi. 1998-yil 29-maydan boshlab quvvati yiliga 300 ming tonna bo'lgan fosforit uni ishlab chiqarildi. Keyingi yillarda korxona tarkibida  $P_2O_5$  27-28% bo'lgan 400 ming tonna termo konsentratni yuqori sifatli fosforli o'g'it hisoblangan ammofos ishlab chiqarish uchun yubormoqda.

Surxondaryo viloyati Sariosiyo tumanida fosforit, toshko'mir, glaukonit, bentonit, gips va boshqa xomashyo zahirallari joylashgan. Guliob fosforitlarining yuz foizli fosfor besh oksidi hisobidagi zahirasi 551 mln tonnani tashkil etadi. U tarkibi jihatidan ma'lum fosforitlardan keskin farq qilib, unda 4-14% fosfor besh oksidi, oz

miqdorda magniy, fluor, oltingugurt va mikro elementlar mavjud.

Hozirgi kunda Guliob fosforiti va Qizilqum fosforit kombinatida tarkibida fosfor besh oksidi 12-16% va 16-19% bo'lgan fosfat xom ashyosini qayta ishlab o'g'itlar olishning unumli usullari bo'lmaganligi sababli ushbu fosforitlar foydalanilmay to'planmoqda.

Jahonda mineral o'g'itlarning ishlab chiqarish rivojlanishi quyidagi jadvalda keltirilgan.

Donador Qizilqum va Guliob fosforitlari shu kungacha sanoat korxonalarimizda ishlatilib kelingan Qoratog' xom ashyosidan o'zining tarkibi va xossalari bilan keskin farq qiladi. Shuning uchun mahalliy xom ashyolarni qayta ishlash uchun o'ziga xos unumli texnologik usullarni yaratish hozirgi kunning eng dolzarb masalalaridan hisoblanadi.

**Fosfatli minerallar.** Tabiatda 120 dan ortiq turdagi fosfatli minerallar uchraydi. Apatit guruhidagi minerallar, ulardan eng asosiysi – fluorapatit  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$  eng keng tarqalgan va sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan mineral hisoblanadi (1.1 - jadval)

Apatit guruhi fosfatlarining tarkibi

| Minerallar                                                                                   | Miqdori, %                    |       |        |                 | CaO/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | CO <sub>2</sub> /P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | F/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                              | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | CaO   | F (Cl) | CO <sub>2</sub> |                                   |                                                |                                 |
| Ftorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$                                              | 42,23                         | 55,64 | 3,77   | -               | 1,32                              | -                                              | 0,09                            |
| Xlorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$                                             | 40,91                         | 55,72 | 6,81   | -               | 1,39                              | -                                              | -                               |
| Gidroksilapati $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$                                         | 42,40                         | 55,88 | -      | -               | 1,32                              | -                                              | -                               |
| Karbonatapatit $\text{Ca}_{10}\text{P}_5\text{CO}_{23}(\text{OH})_3$                         | 35,97                         | 56,79 | -      | 4,46            | 1,59                              | 0,12                                           | -                               |
| Frankolit $\text{Ca}_{10}\text{P}_5\text{O}_{22}\text{C}_{0,8}\text{O}_{23,2}\text{F}_{1,8}$ | 37,14                         | 56,46 | 3,44   | 3,54            | 1,52                              | 0,09                                           | 0,09                            |
| Kurskit $\text{Ca}_{10}\text{P}_4,8\text{C}_{1,2}\text{O}_{22,8}\text{F}_2(\text{OH})_{1,2}$ | 34,52                         | 56,86 | 3,85   | 5,35            | 1,64                              | 0,16                                           | 0,11                            |



Apatitning fosfatli guruhlariga yoki apatitlarga  $\text{Ca}_{10}\text{K}_2(\text{PO}_4)_6$  umumiy formulaga ega bo'lgan 42 zarrachadan iborat bo'lgan elementar kristall yacheykali minerallar kiradi (bu yerda K-ftor, xlor yoki gidroksil).

Apatitdagi kalsiyning bir qismi Ba, Mn, Fe, shuningdek uch valentli nodir elementlarning ishqoriy metallar bilan birgalikdagi atomlari bilan almashgan holatda bo'ladi. Apatitning kristall panjarasida kalsiyga nisbatan katta atom massaga ega bo'lgan kationlarning kirishi mineraldagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  miqdorining, masalan ftorapatit  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$  dagiga nisbatan kamayishiga olib keladi. Masalan, mineralda o'rtacha 2,7% CrO va 1,5% nodir elementlar oksidlarining yig'indisi bo'lsa (nodir elementlarning o'rtacha atom massasi 160), undagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  miqdori toza apatitdagi 42,2% o'rniga 40,7% bo'ladi.

Boshqa apatit minerallari ftorning o'rnini OH, xlor olishi yoki fosfor o'rnini uglerod olishi natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar sifatida qaralishi mumkin. Shunday minerallar ham borki, unda ularda fosforning bir qismi kremniy va oltingugurt bilan almashgan bo'ladi.

**Fizik xossalari.** Fosfatli minerallarning fizik xossasi kristall panjarada hosil bo'luvchi ionlar zaryadining kattaligi va ular tuzilishining ixchamligi bilan aniqlanadi. Ftorapatit o'zining tuzilishiga ko'ra, ikki molekula  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  dan iborat fazoviy guruhga egadir:

Bunday tuzilish ftorapatit molekulasi termodinamik mustahkamligi bilan

izohlanadi. Ftorapatit kristall panjarasining energiyasi -5300 kkal/molga tengdir, ftorapatit kristallarining solishtirma sirt energiyasi -1520 erg/sm<sup>2</sup> (NaCl uchun 160 erg/sm<sup>2</sup>) ni tashkil etadi.

Ftorapatit fazoviy tuzilishining bunday ifodalanishi ftorning asosiy valentlikdan tashqari qo'shimcha valentlikni ham namoyon etishini ko'rsatadi. Shunday kilib, ftorapatitni markaziy atomi fluor bo'lgan ichki kompleks tuz deb qaralishi mumkin.

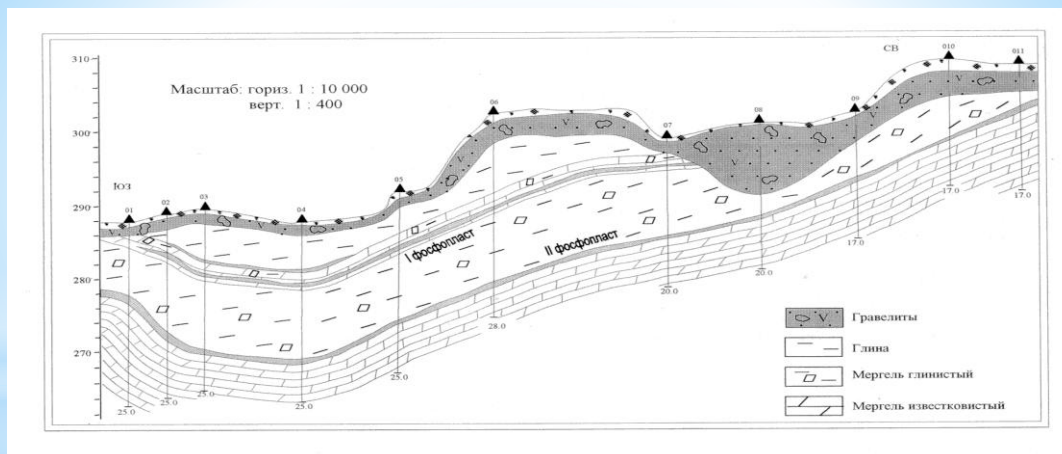
Apatitning turli izomorf ko'rinishlari geksagonal singoniyali kristallari bor. Ftorapatit yashil, sarg'ish-yashil rangda, qisman ko'k, pushti yoki safsar ranglar aralashgan yarim shaffof donachalar hosil qiladi. U 1660° C haroratda (xlorapatit esa 1530° C haroratda) suyuqlanadi. Apatitning zichligi 3,41-3,68 g/sm<sup>3</sup> oralig'ida bo'ladi, qattiqligi esa mos darajasi bo'yicha 5 ga tengdir.

Apatit suvda va 2% li limon kislotada eritmasida amalda erimaydi, mineral kislotalarda parchalanadi. 3 mm o'lchamli yirik donachalar shaklidagi karbonatli ko'rinishlari - kurskit, frankolit va karbonatapatit 3% li HCl eritmasida 1 soat mobaynida deyarli to'la eriydi.

Ftorapatitni suv bug'i ishtirokida 1400-1550° C haroratgacha qizdirilganda gidroksilapatitga, u esa tetrakalsiyfosfat 4CaO\*P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (limon kislotada eriydi) va trikalsiyfosfat Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> ga aylanadi. Trikalsiyfosfat ikki xil allotropik shaklda mavjud bo'ladi: α-modifikatsiya yuqori haroratda barqaror, 1700° C da suyuqlanadi, limon kislotada eriydi; β-modifikatsiya past haroratda barqaror, limon kislotada erimaydi. α-modifikatsiya 1100° C gacha sovutilganda β-modifikatsiyaga o'tadi. Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> ni tez sovutilganda past (15-20° C) haroratda ham stabil xolatdagi α-modifikatsiya shakli saqlanib qoladi.

***O'zbekiston fosforitlarining tavsifi.*** Past navli Markaziy Qizilqum fosforitlari hozirgi kunda respublikadagi fosforli o'g'itlar ishlab chiqaruvchi korxonalarning asosiy xomashyo bazasi hisoblanadi. Donador fosforitning aniqlangan umumiy zahirasi 10 mlrd. Tonnani tashkil qilib, uning faqatgina 10% ini ochiq usulda qazib olish mumkin. Qizilqum havzasidagi Jer (Djeroy), Sardor (Sardara), Toshqo'ra (Toshkura), Qoraqat (Karatau), Jetimtog' (Djetimtau) konlari deyarli to'liq o'rganilgan. Yirik konlardan hisoblangan Jer-Sardor fosforit zahirasi 240 mln.t (47 mln.t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)ga teng. Ushbu konning 100 metrgacha bo'lgan chuqurlikdagi P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miqdori 100 mln. tonnadan ko'proq ekanligi aniqlangan.

## \* Характерный геологический разрез месторождения Ташкура



Gorizontlarda joylashgan bir necha fosfatli qatlamlari umumiy qalinligi 1,0-1,3 metr bo'lgan ikkita ustkisi sanoat ahamiyatiga egadir. Ularni o'zaro 812 metrlik uchsiz fosfatlashgan mergelli qatlamlari ajratib turadi. Qatlamlardagi fosforit tarkibidagi fosfor angidrid miqdori birinchi qatlamda 16-19% ni, ikkinchi qatlamda esa 21-23% ni tashkil qiladi.



Fosforit rudasi (undagi 20% mergel jinslari hisobiga) tarkibidagi fosfor angidridning ulushi o'rtacha 16% ni tashkil qiladi. Qizilqum fosfat xom ashyosi o'zining tarkibi bilan Afrika va Arabiston hududida joylashgan yirik konlardagi (Xuribka, Jembel-Onk, Gafsa, Abu-Tartur) fosforit ma'danlariga juda yaqindir.

Jinslar tarkibida temir qoldiq holatdan 12% gacha bo'lib, asosan gidroksid, kamdan-kam sulfid holida uchraydi. Magniyning asosiy qismi montmorillonitda, oz miqdorda esa dalomit tarkibida bo'ladi. Alyuminiy miqdori loysimon moddalar ulushiga bog'liq bo'lib, ko'pi bilan 7,2% gacha boradi.

Rudaning o'rtacha mineralogik tarkibini (%): frankolit – 56,0, kalsit – 26,5, kvars – 7,5-8,0, gidroslyuda minerallari va dala shpatlari – 4,5, gips – 3-5, getit –

1,0, seolit < 1,0, organik moddalar esa - 0,5 ga yaqin tashkil qiladi.

Fosfat moddasining oʻrtacha kimyoviy tarkibini (%):  $P_2O_5$  – 32,10;  $CaO$  – 48,34;  $CO_2$  – 5,0;  $F$  – 3,19;  $MgO$  – 0,04;  $Al_2O_3$  – 0,2;  $Fe_2O_3$  – 0,18;  $Na_2O$  – 0,10;  $K_2O$  – 0,05;  $SO_3$  – 0,08;  $SiO_2$  – 0,05 tashkil qiladi. Uning zichligi 2,96 – 3,2 g/sm<sup>3</sup>, sindirish koʻrsatkichi 1,596 – 1,621 ga teng. Donador fosforitdagi fosfat moddasi adabiyotlarda “kursit” deb nomlanadigan karbonat ftorapatitga toʻgʻri keladi.

Fosforitning boshqa xomashyolardan asosiy farqi ular tarkibida uch xil shaklda karbonat minerallari boʻlishidir. Ular fosforit tarkibida “endo” – va “ekzokalsit” shaklida boʻladi. Endokalsit – chigʻanoq lifosfatlar ichida fosforit zarralari bilan bogʻlanishidan saqlanib qolgan dastlabki kalsit qoldigʻidir. Ekzokalsit esa kalsitning ikkinchi shakli boʻlib, fosforitlarning sirtida sust bogʻlangan. Uchinchi shaklda karbonat ionlari fosfat donalarining tuzilish xalqalarida izomorfik holatda bogʻlanib joylashgan. Qizilqum fosforitlari yuqori karbonatli hisoblanib, baʼzi namunalarida karbonat angidridining miqdori 27% gacha boradi. Fosforitlarda frankolit miqdori 20-25% dan 84-87% gacha, kalsit esa 5-8% dan 62-65% gacha oraliqda oʻzgaradi va ular maʼdanning 75-80% dan 93-95% gachasini tashkil etadi.

**Tabiatda hosil boʻlishi va tarqalishi.** Apatitlar yer qobigʻida koʻp tarqalgandir, ularning yer qobigʻidagi miqdori fosfatlar umumiy massasining 95% ni tashkil etadi. Apatitlar ichidan ftorapatit eng koʻp tarqalgandir, gidroksilapatit kam va xlorapatit esa yanada kam uchraydi. Apatit otilib chiqadigan lavalar tarkibiga kiradi, ammo konsentrlangan shaklda nisbatan kam uchraydi.

Kalsiy fosfatlari kelib chiqishiga koʻra: magmatik va qoldiqli turlarga boʻlinadi. Magmatik yoki sof apatitli jinslar erigan magmaning toʻgʻridan-toʻgʻri sovushi natijasida yoki magmatik suyuqlanmaning kristallanish jarayonida ayrim tomirlar (pegmatitli tomirlar) koʻrinishida boʻladi, yohud issiq suv eritmalaridan ajralib chiqish yoʻli bilan (gidrotermal) hosil boʻladi, yohud magmaning toʻgʻridan-toʻgʻri oxaktoshlar bilan oʻzaro taʼsiridan (kontaktli) hosil boʻladi.

Apatitli jinslar hosil boʻlish sharoitiga muvofiq holda donachali yirik kristalli tuzilishga ega boʻladi va polidispers emasligi va mikroyoriqlarning yoʻqligi bilan tavsiflanadi. Ularning donachalari bilan birgalikda yoki ularga yoʻldosh boʻlgan boshqa turdagi magmatik nefelin  $(Na,K)AlSiO_4 \cdot nSiO_2$  piroksenlar [masalan. egirin  $NaFe(SiO_3)_2$ ], titanomagnetit  $Fe_3O_4 \cdot FeTiO_3 \cdot TiO_2$ , ilmenit  $FeTiO_3$  sfen  $CaTiSiO_5$  dala shpati, slyuda, evdialit va boshqa minerallar ham kristallik tuzilishi bilan tavsiflanadi.

Gidroksilapatit tabiatda keng tarqalgan boʻlsada, ammo yirik toʻplanish hosil qilmaydi. U inson va hayvon suyagi (tishi) ning (oz miqdorda kalsit va organik moddalar aralashgan) asosiy massasini tashkil qiladi. Oʻlgan organizmdagi suyakning parchalanishi natijasida organik moddalarni yoʻqotadi va atrof-muhitdan ftorni yutishi orqali frankolit yoki kursit, shuningdek ftorapatitga aylanadi.

Qoldiqli kalsiy fosfatlarga fosforitlar kiradi. Ular fosfatli jinslarning yemirilishi, daryolarning dengizga oqizib olib chiqishi, boshqa jinslar bilan ta'sirlashishi natijasida va tarqoq cho'kindilar holatida ham, yirik to'planish hosil qilish bilan ham hosil bo'ladi. Barcha cho'kindili kalsiy fosfatlarining ma'lum miqdori - chig'anoq va suyaklarning yer qobig'ining ko'p joylarida geologik va kimyoviy jarayonlar ta'siri natijasida to'plangan (organik kelib chiqqan) fosfor hissasiga to'g'ri keladi.

Hosil bo'lish sharoitiga bog'liq holatda va cho'kindili kalsiy fosfatlarining tuzilishiga ko'ra fosforitli to'planish uchta asosiy: organogen, donador toshsimon va qatlamli turlarga bo'linadi. Organogen (chig'anoqli) to'planish fosfatli chig'anoq va suyaklardan, qatlamli va donador toshsimon fosforitlar esa organizmlarning bevosita ishtirokida kimyoviy yo'l bilan hosil bo'ladi. Donador toshsimon fosforitlarga fosfatli jinslarning murakkab ikkilamchi o'zgarishi natijasida hosil bo'ladigan ikkilamchi (cho'kindili) fosforitlar ham kiradi.

Fosforitli rudalar tarkibida, asosiy fosfatli moddalardan tashqari, ko'p miqdordagi boshqa minerallar: glaukonit  $(K_2O+KO)K_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 2H_2O$  (bu yerda  $K_2O - Na_2O$  va  $K_2O$ ,  $PO - MgO$ ,  $CaO$  va  $FeO$ ,  $P_2O_3 - Fe_2O_3$  va  $Al_2O_3$  limonit  $2Fe(OH)_6 \cdot Fe_2O_3$ , kalsit  $CaCO_3$ , dolomit  $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ , kaolin  $H_2Al_2Si_2O_8 \cdot H_2O$ , pirit  $FeS_2$ , dala shpatlari, kvars, granit va boshqalar, shuningdek oz miqdordagi organik moddalar ham bo'ladi.

## **1.2. Fosfat xom ashyolarini boyitish usullari**

Fosfatli rudalardan tarkibida fosfor tutgan minerallarni va qo'shimcha jinslarni maksimal darajada ajratish uchun ularni ham birlamchi qayta ishlanadi (masalan, elanadi va yuviladi), ham asosiy flotatsiyalashda – ikkilamchi boyitiladi.

Donador toshsimon rudalarda turli miqdordagi fosfatli moddalar tutgan turlicha kattalikdagi donachalar tuproq, qum kabi bekorchi jinslar bilan aralashgan holda bo'ladi. Tuproq va qum singari bekorchi mayda jinslar elash yoki yuvish orqali ajratiladi. Bunda oz miqdordagi fosfatli moddalar tutgan 0,5 mm dan mayda zarrachalar ajratiladi. Qolgan material tarkibida 22-25% gacha  $P_2O_5$  bo'ladi. Ko'p hollarda qoldiq sinflar bo'yicha ajratiladi va fosfat miqdori eng ko'p bo'lgan mahsulotning u yoki bu (masalan, +10 yoki – 25+1 mm li sinfdagi) fraksiyasi olinadi. Bu rudaning donadorlik tarkibi yoki ulardagi  $P_2O_5$  va qo'shimchalar miqdori bo'yicha farqlanadigan bir necha fraksiyalari (konsentratlar) ga bog'liqdir. Xuddi shunday tarzda chig'anoqli fosforit rudalarini birlamchi boyitiladi. Masalan, tarkibida hammasi bo'lib 5-10%  $R_2O_5$  bo'lgan past navli Maardu rudasini ezish va maydalash - asosiy minerallarning amaliy klassifikatsiyasi, tarkibida 26-27%  $P_2O_5$ , bo'lgan - 0,5 + 0,25 mm li va tarkibida 25-25,5%  $P_2O_5$ , bo'lgan - 0,074 mm li fraksiyalarda fosfatlarning to'planishi bilan sodir bo'ladi.

**\* ФОСФАТ ХОМ АШЁСИГА ҚЎЙИЛГАН ТАЛАБЛАР**

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $P_2O_5$                                          | Суперфосфат учун: хибин апатити – 39,5%<br>фосфорит – 28%<br>МК фосфорити – 16,5%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                   | ЭФК олиш учун: фосфорит Каратау – 24,5%<br>МК фосфорити – 26,5%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                   | Элементар фосфор олиш учун - >21%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Уч валентли<br>оксидлар<br>$Fe_2O_3$<br>$Al_2O_3$ | Сульфат кислотали парчалашда:<br>( $C_{Fe_2O_3} / C_{P_2O_5}$ )*100<11,5-12,0 бўлса $FePO_4 \cdot 2H_2O$ чўкма тушади<br>Фосфоритларда $Fe_2O_3 / Al_2O_3 = 2-1$ ;<br>( $C_{Fe_2O_3} / C_{P_2O_5}$ )*100<8, бўлиши керак<br>( $C_{R_2O_3} / C_{P_2O_5}$ )*100<12, бўлиши керак<br>$Fe_2O_3 / Al_2O_3$ ларни $HCl$ ни $HNO_3$ даги эрувчанлиги<br>$H_2SO_4$ даги эрувчанлигидан куп бўлгани учун азот ва хлорид кислотали парчалашда буларни фосфоритдаги микдори чегараланмаган. |

**\* ФОСФАТ ХОМ АШЁСИГА ҚЎЙИЛГАН ТАЛАБЛАР**

|                       |                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $CO_2$                | $C_{CO_2} < 8\%$                                                                                                                                                                                                       |
| $MgO$                 | Сульфат кислотали парчалашда:<br>( $C_{MgO} / C_{P_2O_5}$ ) 100<7-8% суперфосфат олишда<br>( $C_{MgO} / C_{P_2O_5}$ ) 100<5-6% ЭФК олишда<br>Хлорид ва азот кислотали парчалашда ва термофосфатлар олишда таъсири кам. |
| $SiO_2$               | Сульфат кислотали парчалашда:<br>Ўғит таркибида $P_2O_5$ камаяди<br>Азот кислотали парчалашда кислота сарфини кўпайтиради<br>Фильтрация жараёнини ёмонлаштиради $P_2O_5$ йўқолишини кўпайтиради.                       |
| Донадорланган таркиби | Элементар фосфор олишда 10-70 мм.                                                                                                                                                                                      |

Апатит-нефелинли руда ва қатламли фосфоритли руда (масалан, Қоратог‘) ҳам турли дарajадaги yiriklikдаги zarrachalarda фосфат минералларининг har xil таркибда bo‘lishi билан tavsiflanadi.

Апатит-нефелинли rudани tanlab maydalanishi va 1 mm li elakda elanishi natijasida таркибда 36-37%  $P_2O_5$  bo‘lgan konsentrat olinadi. Ammo bunda  $P_2O_5$  ning konsentratga ajratib olish darajasi 50% dan oshmaydi.

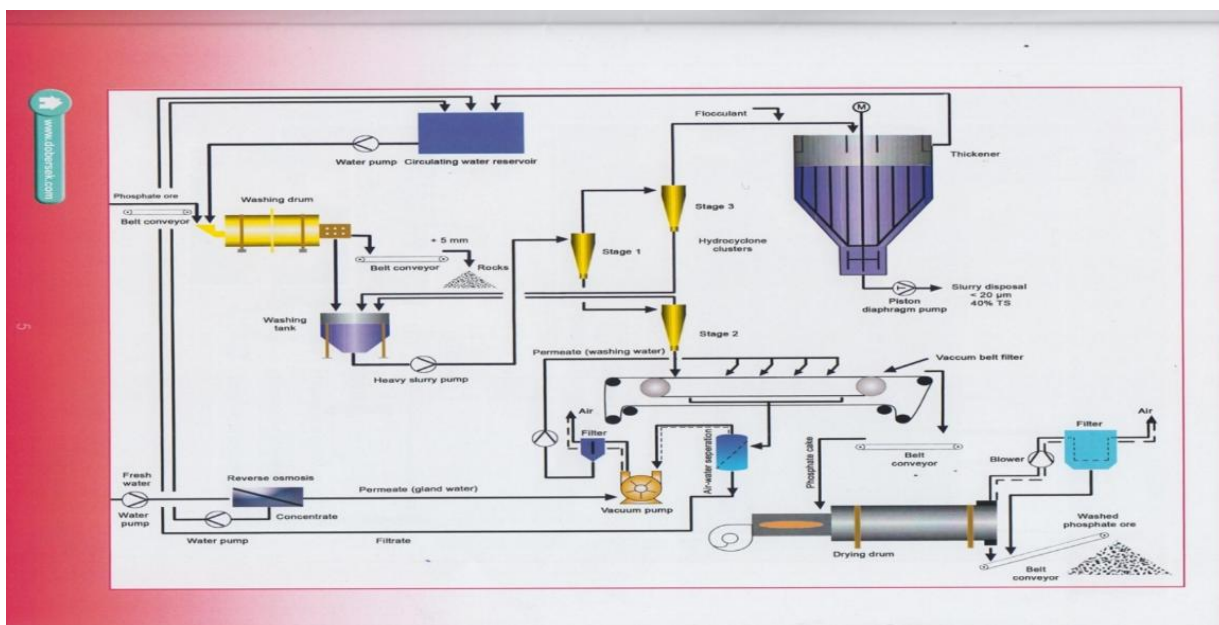
Birlamchi konsentratlar yoki yuvilgan fosforitlar ishlab chiqarish uchun ham, flotatsiyalash yo‘li bilan ikkilamchi boyitishdan oldin rudани dastlabki ajratish uchun ham fosforitli rudalarni birlamchi quruq yoki xo‘l boyitiladi. AQShda таркибда -15%  $P_2O_5$  tutgan Florida fosforit rudalari xo‘l elash va gidroseparasiyalash

orqali o'tga sinfga ajratiladi. Tarkibida 30-40%  $P_2O_5$  tutgan -1,3-1,4 mm o'lchamli zarrachalardan iborat yirik fraksiya va tarkibida 34-35%  $P_2O_5$  tutgan 0,25-1,3 mm zarrachali o'rta fraksiya mahsulot sifatida olinadi. Qo'shimchalarning asosiy massasi to'plangan 0,25 mm dan kichik bo'lgan mayda fraksiya flotatsiyali boyitiladi va tarkibida 34-35%  $P_2O_5$  tutgan konsentrat olinadi. Bunda rudadagi 65-70% gina  $P_2O_5$  mahsulotga ajratib olinadi, qolgan fosfatlarning uchdan bir qismi quyqum va chiqindilar shaklida yo'qotiladi. Yuqori konsentrasiyalı Tenessi koni rudalari to'g'ridan-to'g'ri boyitilmasdan ishlatiladi, past navli rudalar esa navlarga ajratish va yuvish orqali boyitiladi.

Respublikamizda Qizilqum fosforit konsentratlari va Qozog'iston Respublikasidan olinadigan Qoratog' fosforit konsentratlari ishlatiladi. MDH mamlakatlarida Xibin apatit konsentratlari; Qoratog', Yegoryev va Kingisepp flotatsiyali fosforit konsentratlari; Vyatsk, Yegoryev, Aktyubinsk, Maardu, Kursk va Bryansk yuvilgan fosforitlari hamda birlamchi fosforit konsentratlari va boshqalar ishlatiladi. Har bir fosforit rudasini boyitish tarkibidagi qo'shimchalar va fosfatlarni ajratib olish darajasiga muvofiq holda o'ziga xos xususiyatga egadir. «Qoratog'» kombinatida yuqori sifatli rudani quruq maydalash yo'li bilan ham, kambag'al fosforitli rudani boyitish orqali ham kislotali qayta ishlash uchun fosfatli xom ashyo ishlab chiqariladi. Bunda hattoki fosforit tarkibida 23,3%)  $P_2O_5$  va 3,6% MgO bo'lganda ham mavjud boyitish usullari orqali tarkibida 27,9%  $P_2O_5$  va 2,45% MgO bo'lgan flotatsiyali konsentrat olinadi. Bundan tashqari, Qoratog' fosforitlarini boyitish—ma'lum miqdordagi xom ashyo yo'qotilishi bilan bog'liq qimmatbaho jarayondir.

Flotatsiyali konsentratdagi 1 t  $P_2O_5$  ning tannarxi boshlang'ich rudani quruq maydalashdan olinadigan fosforit uniga nisbatan 2,5-3 marta qimmatdir. Flotatsiyalashda boyitiladigan rudadan  $P_2O_5$  ning mahsulotga ajralish darajasi 63-65% ni tashkil etadi, ya'ni boyitish jarayonida 35% fosfatli modda yo'qotiladi. Boyitish fabrikasining tarkibida 16-18%  $P_2O_5$  va 4-6% MgO tutgan chiqindisi ishlatilmaydi.

Temir rudali fosforitlarni boyitish uchun magniyli separatorlardan foydalaniladi.



Fosforitlarni boyitishda ularga termin ishlov berish usuli ham ishlatiladi. Bunda fosforitlar  $400-800^{\circ}\text{C}$  da aylanuvchi trubali yoki qaynovchi qatlamli pechlarda ishlov berilishi natijasida undagi karbonatlar parchalanadi, fosforit zarrachalarining strukturasi qisman o'zgaradi, bu esa ularning keyingi kislotali ishlov berilishida o'z samarasini beradi.

Fosforitlarni kimyoviy boyitishda ko'p miqdordagi kislota sarf bo'lishi, suyultirilgan va tashlab yuboriladigan eritmalar hosil bo'lishi va ma'lum miqdordagi fosfatli moddalarning eritmaga o'tishi hisobiga yo'qotilishi sababli amalda joriy etilmagan. Lekin, fosfatlarni qisman parchalash va flotatsiyali boyitish orqali past navli fosforitlarni dastlabki kimyoviy qayta ishlash iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi. Karbonatlarni yo'qotish maqsadida kimyoviy boyitish qo'llanilishi

mumkin.

### 1.3. Fosfat xom ashyolarini boyitishning zamonaviy texnologiyalari

Markaziy Qizilqum fosforitlaridan yangi navli fosforli o'g'itlar olishning fizik-kimyoviy asoslarini yaratishda, me'yoriy-texnik hujjatlarni ishlab chiqish va sanoat miqyosida ishlab chiqarishni tashkillashtirishda xom ashyo va tayyor mahsulotlarning fizik-kimyoviy va mexanik xossalari haqidagi ma'lumotlar zarurdir. Chunki bu tavsifnomalar xom-ashyolarni qayta ishlash uchun qurilma va uskunalar o'lchamli to'g'ri hisoblash bilan birga ulardan unumli foydalanishga imkon beradi.

Fosforit zarrachalarining oquvchan sharoitdagi harakatchanligi uning umumiy og'irligi orqali ifodalanadi. U xom ashyo saqlanayotgan hajmdagi va shuningdek bunker va siloslardan bo'shatilayotgandagi harakatning asosiy ko'rsatkichlarini hisoblashda zarur bo'ladi. Uyma og'irlik ko'rsatkichi asosiy xomashyo bunker va idishlar o'lchovlarini, uni tashuvchi moslama va qurilma quvvatlarini hisoblash uchun aniqlanadi.

1.2– jadval

**Toshqo'ra fosforitlarining kimyoviy tarkibi, %**

| Namunalar                 | Komponentlar                  |       |      |                 |                               |                 |      |                  |      |
|---------------------------|-------------------------------|-------|------|-----------------|-------------------------------|-----------------|------|------------------|------|
|                           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | CaO   | MgO  | SO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SO <sub>3</sub> | F    | H <sub>2</sub> O | EK   |
| Boyitilmagan fosforit uni | 17,65                         | 44,57 | 1,73 | 15,25           | 2,53                          | 4,42            | 2,32 | 1,15             | 7,84 |
|                           | 18,03                         | 42,43 | 1,68 | 15,18           | 2,45                          | 3,11            | 2,10 | 1,09             | 7,35 |
| Minerallashgan fosforit   | 13,94                         | 43,78 | 2,11 | 19,10           | 3,26                          | 2,10            | 0,42 | 1,17             | 11,7 |
|                           | 12,45                         | 44,50 | 2,03 | 18,85           | 3,18                          | 1,95            | 0,35 | 1,16             | 8,61 |
| Fosforit changi           | 18,54                         | 45,29 | 1,81 | 15,00           | 2,73                          | 2,81            | 0,81 | 0,41             | 10,2 |
|                           | 18,05                         | 41,20 | 1,78 | 15,16           | 2,66                          | 0,71            | 0,76 | 0,38             | 7,23 |
| Gullob fosforiti          | 5,05                          | 17,0  | 0,70 | 5,28            | 2,83                          | 1,02            | 0,90 | 2,20             | 0,59 |

Namligi 1,15% bo'lgan boyitilmagan fosforit uning uyma og'irligi 1,07 g/sm<sup>3</sup> ga teng. Xomashyo tarkibidagi namlikning 2,45% gacha ortishi uning uyma og'irligini 1,13 martaga oshiradi.

Ushbu bog'liqlik past navli fosforit va fosforit changi namunalarida ha namoyon bo'ladi. Sochiluvchan modda zarrachalari harakati ularning erkin yuzada hosil qilgan tabiiy qiyalik burchagiga bog'liqdir. Qiyalik burchagi qancha kichik

bo'lsa bu uning yuqori sochiluvchanligini ko'rsatadi.

Past sifatli fosforit namunasida esa buning aksi, chunki uning donadorlik tarkibi fosforit changidan keskin farq qiladi.

Qadoqlash qurilmalarini loyihalash va tanlashda fosforit zarrachalarining oquvchanligi katta rol o'ynaydi. Ma'lum miqdordagi xom ashyo namunalarini 4 mm diametrga ega bo'lgan va ronkadan oqib tushish vaqti oquvchanlikni ifodalaydi.

Tajribalar faqatgina namligi 2,10% gacha bo'lgan boyitilmagan fosforit uni oquvchan ekanligini ko'rsatadi. Buni quyidagicha izohlash mumkin. Past sifatli fosforit zarrachalar o'lchamlarining kattaligi hisobiga va aksincha chang fraksiyasi zarrachalarining o'ta mayin bo'lib voronka devorlariga yopishishi hisobiga ular oquvchan emas.

Demak, ushbu fosforit namunalaridan o'g'it ishlab chiqarishda ularning har biri uchun alohida – alohida o'ziga xos saqlash, tashish va qadoqlash qurilmalaridan foydalanish kerak.

Fosforit tarkibidagi qo'shimchalar karbonat minerallari va uchlamchi oksidlarning yuqori miqdorda bo'lishi xom ashyoni qayta ishlash texnologiyasini qiyinlashtiradi. Ushbu fosforitlarni qayta ishlashda ko'p miqdorda ko'piklar hosil bo'lishi va uni karbonsizlantirish uchun yuqori miqdorda kislota sarflanishi bu xom ashyoning salbiy tomoni hisoblanadi.

Fosforitlarni mineral o'g'it ishlab chiqarishiga jalb qilish uchun albatta tarkibidagi kalsit miqdorini kamaytirish hisobiga uni boyitish lozim. Qizilqum fosforitlaridan yuqori sifatli fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish maqsadida hozirgi kunda xom ashyoni turli usullar yordamida boyitish texnologiyalari yaratilmoqda. Fosforit rudasini flotatsiya usuli yordamida boyitish samarasiz bo'ldi. Chunki uning tarkibida kalsit bilan ftorapatit zich bog'langan. Bu esa rudani maydalangandan keyin ham flotatsiya usuli bilan ajratishda noqulayliklarni keltirib chiqaradi.

Yuqori karbonatli fosforitlarni boyitishning yana bir usullaridan biri ularga suyultirilgan mineral kislotalar, azot kislotaning nordon tuz eritmali bilan kimyoviy ishlov berishdir. Irgashev I.K. va Madaliyeva S.X. Jer va Sardor fosforit namunalarini fosfatlarning azot kislotasi bilan qayta ishlashda chiqindi hisoblangan magniy va kalsiy nitratli azot kislotaning quyidagi tarkibli 12%  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , 10%  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  4,06%  $\text{HNO}_3$  eritmasi yordamida kimyoviy boyitish maqsadga muvofiqligini ko'rsatganlar. Bu sharoitda xom ashyodagi uglerod (IV) – oksidining ajralish darajasi 63 – 65% ni,  $\text{P}_2\text{O}_5$  ning suyuq fazaga o'tishi esa 0,14 – 0,78% ni tashkil qiladi.

Fosforitlar 3- 9 % li sulfat kislota eritmasi bilan boyitilganda esa karbonat angidridni kerakli darajada gaz fazasiga o'tkazishga erishilmadi. Chunki bu sharoitda xom ashyodagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  ning 18,34% qismi eritmaga o'tadi.

Kimyoviy boyitish usullarining asosiy kamchiligi fosforitlardagi karbonat

angidridini 100% gacha gaz holatiga o'tkazish mumkin emasligi va ko'p miqdorda hosil bo'ladigan kuchsiz eritmalarini utilizatsiya qilishning murakkabligidir.

Fosforitlarni termik usullar yordamida boyitish ko'pgina ilmiy ishlarda o'rganilgan. Tadqiqotlar asosida quyidagilar aniqlandi:

- fosforitlarning karbonatsizlantirish jarayonida karbonat angidridning to'liq gaz fazaga o'tishi haroratning keng oralig'ida bordi va 1100° C da yakunlanadi;

- rudani 850° C da kuydirganda mahsulot tarkibidagi erkin kalsiy oksidining ulushi yuqori bo'ladi;

- yuqori 1000 – 1500° C haroratda kuydirilganda xom ashyodagi murakkab fizik – kimyoviy o'zgarishlar natijasida kalsiy silikati va kalsiy tetrafosfatlar hosil bo'ladi;

- 1000 – 1300° C da fosforitdan bog'lovchi qo'shimchalarsiz fosfor ishlab chiqarish uchun mustahkam donador mahsulot hosil bo'ladi;

- xom ashyoning erishi 1560 – 1580° C da eriydi, quruq havo oqimiga ftoz gazlari ajraladi.

Hozirgi kunda Qizilqum fosforitlari intensiv dezintegrasiyalanadi va ajratilib, so'ng kuydiriladi. Xom ashyoning dezintegrasiyalanishi natijasida uning tarkibidagi sementlangan bo'laklar maydalanadi va mergel birikmalaridan ajratiladi. Shuningdek kalsit va kvarsning yupqa qatlamlari yo'qotiladi. O'lchami +40 (50) mkm bo'lgan mahsulot esa kuydirishga yuboriladi. Termik boyitish asosida olingan fosforit tarkibida hosil bo'lgan erkin kalsiy oksidini an'anaviy usulda ajratib olish kam samaralidir.

Zarafshon shahridagi Qizilqum kompleksida ishlab chiqarilayotgan termokonsentrat olish usulining murakkabligi, unda yuqori haroratda foydalanish, kuydirilgan mahsulot tarkibida xlor miqdorining ortib ketishi, mahsulot tarkibidagi  $\text{CaO/P}_2\text{O}_5$  yuqori nisbatini saqlanib qolishi undan olinadigan ammofos o'g'it tannarxining qimmatlashishiga olib keladi.

Bugungi kunda Qizilqum fosforitlaridan termik boyitish jarayonlaridagi muammolarni hal etish uchun arzon va sifatli fosfokonsentratlar olishning samarali usullarini izlab topish lozim. Markaziy Qizilqum fosforitlarini chiqindisiz texnologiya asosida boyitish tadqiqotlari diqqatga sazovordir. Bu usulda boyitilmagan Qizilqum fosfat namunalari (17 – 18%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) 50 – 57% li azot kislotasi bilan qayta ishlanadi. Kislotasi miqdori karbonat minerallarini parchalash uchun stexiometrik sarfining 90 – 110% ni tashkil etadi.

Boyitish "qattiq fazali" tartibda borishi natijasida barqaror ko'piklar hosil bo'lmaydi. Parchalanish mahsulotlari kalsiy nitrit, loysimon minerallar va qisman parchalangan fosfatlar 10–15% li aylanma  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  eritmasi yordamida yuvilib, ajratib olinadi. Ushbu konsentrlangan nitrokalsiy fosfat eritmaları ma'lum usullar yordamida azot – fosfor – kalsiyli o'g'itga qayta ishlanadi. Fosforitdagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  ning

54–56% qismi fosforit konsentrat tarkibiga o'tishi aniqlangan. Ishlanma mualliflari ushbu konsentratdan yuqori sifatli mono va diammoniy fosfat o'g'itlarga ishlab chiqarishni tavsiya etadilar. Yuqorida keltirilgan usulning ma'lum kimyoviy boyitish usullaridan afzalligi shundan iboratki, foskonsentrat olish uchun alohida boyitish korxonasini loyihalash va qurish shart emas, konsentratdagi kalsiy moduli ( $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ ) kichik, xlor miqdori (ikki martaga) kam va uning tannarxi arzonligidir.

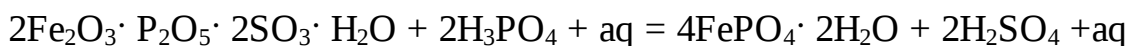
Hozirgi kunda Qizilqum fosforit kompleksi korxonalarni fosfat xomashyosi bilan to'liq ta'minlash imkoniyatiga ega emas. Respublika qishloq xo'jaligida fosforli o'g'itlarga bo'lgan talabni to'la ta'minlash uchun sanoat ahamiyatiga ega bo'lmagan fosforitlarda foydalanib, mineral o'g'itlar olishning unumli usullarini yaratish zarur.

O'zbekiston hududida tarkibidagi asosiy fosfor miqdori ma'lum fosforitlarga nisbatan kam bo'lgan fosfatlarga Guliob (Guliob), Auminza tog' (Auminzatau), Chuqay-To'qay (Chukay-Takay), Ho'jayli (Xodjeyli), Xo'jako'l (Xodjakul), Bolaqara (Balakarakskiy), Bo'qantog' (Bukantauskiy) kabi va boshqa agronomik rudakonlari aniqlangan. Yuqorida qayd etilgan mahalliy past navli xom ashyolar kimyoviy tarkibi, tuzilishi va xususiyatlari jihatidan bir-biridan keskin farq qiladi.

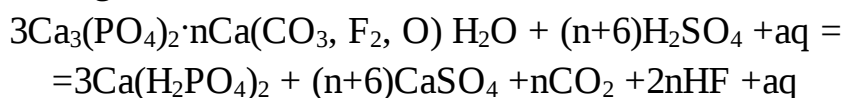
Surxondaryo viloyati Sariosiyo tumanida joylashgan Guliob fosforiti tarkibidagi fosforli minerallar asosan dallit va diadoxit minerallaridan tashkil topgan. Rudada bu minerallarning umumiy miqdori 31% ga teng. Zahiraning miqdori 551 ming tonna  $\text{P}_2\text{O}_5$  ni tashkil qiladi. Donador fosforitlar qora va jigarrang ko'rinishda uchraydi. Undagi fosfor angidridning miqdori 4,13% dan 22,3% gacha o'zgaradi.

Ruda tarkibida temir, alyuminiy, magniy, kaliy, marganes, nikel, mis, volfram, vanadiy va boshqa mikro elementlar bo'lib, fosforitga qayta ishlov berilganda ular o'g'it tarkibida qoladi. Dallit bilan diadoxit minerallarini hosil qilgan qatlamlarni bir-biridan alohida ajratib bo'lmaydi. Markaziy qismida ko'p miqdorda dallit uchrasa, sirtida diadoxit, ayrim holatlarda teskari joylashadi. Diadoxit tarkibidagi sulfo guruhlarining fosfat minerallari bilan birikib ketishi fosforitning kislotali parchalanish ximizmi va kinetik jarayonlariga tez va yengil parchalanishga ta'sir ko'rsatadi.

Diadoxit masalan, fosfor kislota bilan parchalanganda erkin holatdagi sulfat kislota hosil bo'lishi quyidagi reaksiyalar orqali sodir bo'ladi:



Hosil bo'lgan sulfat kislota esa dallitga ta'sir qilib, kalsiy ftorapatitni o'simlik o'zlashtiruvchan holatga o'tkazadi.



Rudaning asosiy mineral tarkibini oʻrtacha (5): kvars – 56,5; dala shpati – 0,65; fosforit – 31,1; karbonat – 1,45; loysimon minerallar – 6,3; temir gidroksidi – 3,3, sfen, apatit, turmalin, sirkon, uglerodli moddalar, pirit tashkil qiladi.

Kvars fosforitlarda juda ham notekis tarqalgan boʻladi.

Dala shpati ortoklaz va mikroklin shaklida fosforit tarkibida 1% gacha boʻladi.

Ortoklaz donalarida sirkon, apatit va turmalin uchraydi.

Karbonatli minerallar kuchsiz dolomitlashgan kalsitdan tashkil topgan.

Loysimon minerallar bilan karbonatlar zich bogʻlanishi natijasida loysimon sementli karbonatlarni hosil qilgan. Kvars donalarining atrofi va yoriqlarida temir gidroksidi, uglerodli birikmalar boʻladi.

Montmorillonit va kaolinitga oʻxshash loysimon minerallar karbonatlar bilan birga sementli jinslar hosil qilgan. Xom ashyodagi karbonatlarga oʻxshab, bu minerallar jinsda bir tekis tarqalmagan boʻlib, baʼzi maydonlarda uning miqdori nolgacha kamayib boradi.

Sfen, apatit, turmalin, sirkon alohida ajralgan karbonat – loyli sement koʻrinishida boʻladi.

Temir gidroksidi tasmalar jinslar yorigʻida joylashgan boʻladi.

Oʻrta Osiyo geologiya va mineral xomashyolar ilmiy tadqiqot institutining ilmiy izlanishlari natijasida Guliob fosforitlari oksidlantirilgan 100-OR markali risaykl-oliyen kislota va kerosinning aralashmalari bilan flotatsiya usulida boyitish mumkinligi aniqlandi.

Olingan fosfokonsentrat tarkibi quyidagicha (5)  $P_2O_5$  – 26,20; CaO – 43,40; MgO – 1,03;  $Fe_2O_3$  – 1,84;  $Al_2O_3$  – 1,70; FeO – 0,43;  $SO_3$  – 2,69;  $CO_2$  – 4,79; F – 2,94; erimaydigan qoldiq 15,1;  $H_2O$  – 0,67.

Yuqorida keltirilgan maʼlumotlardan koʻrinib turibdiki, mahalliy fosforitlardan sifatli fosforli oʻgʻit olish uchun albatta yangi usullar ustida ilmiy izlanishlar olib borish zarur.

### **Nazorat savollari:**

1. Qanday fosforitlarni bilasiz?
2. Fosforitlarga qanday talablar qoʻyiladi?
3. Fosforitlar qanday minerallardan tashkil topgan?
4. Oʻzbekistonda qanday fosfarit konlari bor?
5. Fosforitlar qanday boyitish usullari bor?
6. Markaziy Qizilqum fosforitlarini boshqa fosforitlardan qanday farqi bor?
7. Markaziy Qizilqum fosforitlarini qaysi usulda boyitiladi?
8. Fosforitlarga kislotali ishlov berishda qanday reaksiyalar ketadi?

### **Foydalaniladigan adabiyotlar:**

1. Horst Marschner Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press, USA, 2012, pp. 3-14
2. IFA Strategic Forum, Paris, November 2015. "Short-Term Fertilizer Outlook" P. Heffer and M. Prud'homme, IFA. p.2
3. Ibragimov G.I., Erkeyev A.U., Yakubov R.Ya., Turobjonov S.M. Kaliy xlorid texnologiyasi. – Toshkent, "Muharrir", 2010. – 200 b.
4. Department of Primary Industries and Mines. (2014). *Data of potash mineral: Report of investigation*, Bangkok, Thailand: Author.
5. Rattanakawin, C. (2015). *Experiment 10: Soluble salts flotation. Lecture note in laboratory of mineral processing II* (pp.54-56). Chiang Mai, Thailand: Chiang Mai University.
6. Chairoj Rattanakawin\*, Woraruethai Lakantha, and Ittirit Kajai . Flotation of sylvinite from Thakhek, Lao, P.D.R. / Songklanakarin J. Sci. Technol. 41 (3), 545-550, May – Jun. 2019.

#### 4-Mavzu. Silvinitni qayta ishlash va xlorsiz kaliyli tuzlar ishlab chiqarishdagi innovatsion texnologiyalar

##### Reja:

1. Kaliyli tuzlar olishning asosiy xom ashyolari;
2. Silvinitni boyitish usullari va zamonaviy texnologiyasi;
3. Kaliyli tuzlarini olish usullari

##### 1. Kaliyli tuzlarning xalq xo‘jaligidagi ahamiyati

Kimyolashtirish, kompleks mexanizatsiyalash, elektrlashtirish, melioratsiya ishlari va tuproqning unumdorligini oshirish borasidagi tadbirlar qishloq xo‘jaligini yuksaltirishdagi asosiy yo‘nalishlardan hisoblanadi.

2011-2017-yillardagi kaliyli tuzlar ishlab chiqarish dinamikasi va 2021-yilgacha bo‘lgan rejalar 1.4 va 1.5-jadvallarda keltirilgan.

##### 1.4. - jadval

|   | Давлат     | 2011       | 2012       | 2013       | 2014       | 2015       | 2016       | 2017       |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | Канада     | 16 532 000 | 16 461 667 | 15 907 000 | 17 394 000 | 18 796 000 | 17 853 000 | 20 299 000 |
| 2 | Россия     | 11 001 000 | 9 235 000  | 10 121 100 | 12 272 700 | 11 546 300 | 10 928 400 | 12 085 100 |
| 3 | Беларусь   | 8 735 765  | 7 950 654  | 6 964 060  | 10 336 552 | 10 494 479 | 10 015 979 | 11 518 455 |
| 4 | Бразилия   | 619 346    | 548 533    | 492 152    | 492 355    | 481 269    | 499 082    | 484 877    |
| 5 | АҚШ        | 1 053 706  | 917 778    | 1 055 833  | 996 500    | 708 167    | 454 667    | 331 000    |
| 6 | Ўзбекистон | 180 000    | 208 833    | 141 017    | 160 593    | 238 733    | 230 075    | 280 000    |
| 7 | Польша     | 32         | 17         | 8 154      | 20 914     | 59 123     | 64 793     | 129 488    |
| 8 | Иордания   | 2 259 000  | 1 824 000  | 1 744 000  | 2 091 000  | -          | -          | -          |
|   |            |            |            |            |            |            |            |            |

##### 1.5. - jadval

Калий тузларнинг жаҳон бозорини прогнози (миллион тонна  $K_2O$  да) (IFA маълумотлари).

| Кўрсаткич                                                     | 2017 й. | 2019 й. | 2019 й. | 2020 й. | 2021 й. |
|---------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Йиллик қуввати                                                | 41.8    | 44.1    | 45.9    | 51.9    | 54.7    |
| Йетказиб бериш                                                | 38.0    | 39.5    | 41.8    | 44.4    | 47.0    |
| Талаб                                                         | 28.5    | 30.7    | 32.3    | 33.8    | 35.0    |
| Уни ичида:                                                    |         |         |         |         |         |
| - Ўғитлар ишлаб чиқаришида                                    | 24.9    | 26.9    | 28.5    | 29.8    | 31.0    |
| - Бошқа соҳаларда                                             | 2.8     | 2.9     | 2.9     | 3.0     | 3.0     |
| - Йўқотиш                                                     | 0.8     | 0.9     | 0.9     | 1.0     | 1.0     |
| Мувозанат                                                     | 9.5     | 8.8     | 9.2     | 10.6    | 12.0    |
| Ортиқча йетказиб беришнинг умумий йетказиб беришни нисбати, % | 25      | 22      | 22      | 24      | 25      |

Qishloq xo'jaligini izchil va har tomonlama intensivlashda kimyolashtirish alohida ahamiyat kasb etadi. Kimyolashtirish o'g'itlar, o'simliklarni muhofaza qilishning kimyoviy vositalari, gerbitsidlar, defoliantlar va desikantlardan foydalanishdan iborat.

Yer unumdorligini oshirish va o'simliklar ozuqlanishini yaxshilashga xizmat qiladigan moddalar **o'g'itlar** deb ataladi.

O'simlik o'sish davrida ba'zi elementlarni havodan barg orqali, ba'zilarini esa tuproqdan oladi. O'simliklar tarkibiga 70 dan ortiq kimyoviy elementlar kiradi. Ulardan 16 tasi:

**organogenlar** - uglerod, kislorod, vodorod, azot; **zolli elementlar** - fosfor, kaliy, kalsiy, magniy va oltingugurt; **mikro elementlar** - bor, molibden, mis, rux, kobalt, margan esa temir o'simliklarning hayot faoliyati davomida muhim ahamiyatga egadir. Bir element o'rnini boshqasi bosa olmaydi, chunki ularning har biri o'simliklarda o'ziga xos funksiyalarni bajaradi. O'simliklar va tuproq tarkibiga boshqa elementlar, masalan, kremniy, natriy, xlor va boshqalar ham kirishi mumkin. Ammo, bu yoki boshqa elementlarning bo'lishi, o'simliklar hayoti uchun muhim ahamiyat kasb etmaydi. Yashil o'simliklarga atmosferadan keluvchi asosiy elementlar uglerod, kislorod va vodorod hisoblanadi. Bu elementlarning ulushi o'simlikning quruq massasiga nisbatan 93,5% ni tashkil etadi, shu jumladan uglerodga - 45%, kislorodga - 42% va vodorodga - 6,5% to'g'ri keladi.

O'simlikning me'yorda o'sishi va rivojlanishi uchun yetarli miqdorda ozuqa moddalari bilan ta'minlanishi lozim. O'simliklar uchun azot, fosfor, kaliy, kalsiy, magniy, oltingugurt va temir asosiy ozuqa moddalari hisoblanadi. O'simliklardagi bu elementlar miqdori yuzdan bir ulush foizdan bir necha foizgacha bo'ladi va **makroelementlar** deyiladi. O'simliklarga bulardan tashqari bor, molibden, mis, marganes, rux va shu kabi bir qator o'simlik va tuproqda mingdan bir ulush foizda bo'ladigan moddalar zarurdir. Ular **mikroelementlar** deb nomlanadi.

O'simliklarning hayotiy faoliyatida uglerod, kislorod va vodoroddan keyin azot, fosfor va kaliy ham muhim ahamiyatga egadir. Bunday elementlar tutgan o'simliklarning ozuqa mahsulotlari qishloq xo'jaligida asosiy **mineral o'g'itlar** nomi bilan yuritiladi.

Fosfor, azot va kaliy o'simlik uchun eng zarur ozuqa moddalardir. O'simlik bu elementlarni tuproqdan oladi, natijada moddalar miqdori yildan-yilga kamayib, tuproqning unumdorligi pasayib boradi, bu ekinning hosildorligiga salbiy ta'sir etadi. Tuproqning unumdorligini oshirish uchun yerni yetarli darajada o'g'itlantirish kerak.

**Kaliy (K)** – o'simlikning uglevod va oqsil almashinuvida eng muhim

fiziologik rol o'ynaydi, azotning ammiakli formada o'zlashtirilish sharoitlarini yaxshilaydi. O'simlikni kaliy bilan oziqlantirish – o'simlikning alohida organlarini rivojlanishi uchun kuchli omil hisoblanadi. Kaliy hujayra sharbatida shakar to'planishiga imkon yaratadi, bu esa o'simlikning qishga chidamliligini oshiradi, tomir taramlarining rivojlanishi, hujayralarning qalinlashishiga imkon beradi. Undan tashqari, poyaning mustahkamligini oshishiga olib keladi va ularni yotib qolishga chidamliligini oshiradi.

Kaliy kartoshka tugunaklarida kraxmal miqdorini, qand lavlagi ildizlarida shakar miqdorini oshiradi. Kaliy don, sabzavot ekinlari, paxta tolasi, kanop va zig'ir tolasining sifati va turli mevalar (uzum, shaftoli, apelsin va olma)ning ta'mini yaxshilaydi. Kaliyning yetishmasligi ularning sifatiga salbiy ta'sir etadi. Kaliy yetishmaganda, o'simlik zamburug' kasalligiga tezda chalinadi. Kaliyning ortishi hosilning ko'payishiga olib keladi.

Go'ng - organik o'g'itlardan eng foydalisi hisoblanadi. Go'ng tarkibida uning har tonnasida 5 kg azot, 2,5 kg fosfat angidrid va 6 kg kaliy oksid bo'ladi. Tuproqni ozuqa moddalari bilan yetarlicha ta'minlash uchun gektariga 20 dan 40 tonnagacha go'ng solinishi lozim. Organik o'g'itlar qishloq xo'jaligining kun sayin o'sib borayotgan talabini qondira olmaydi, chunki go'ng va boshqa organik o'g'itlar tarkibidagi ozuqa moddalari mineral o'g'itlardagiga nisbatan bir necha barobar kam. Masalan, 1 t go'ng tarkibida 5 kg azot bo'lsa, 1 t ammiakli selitrada 350 kg azot bo'ladi.

Lekin, mineral o'g'itlarni bilgan holda, me'yorida ishlatilishi lozim. Tuproqni o'g'itlashtirishning o'zigina hosildorlikni oshirishning yagona sharti bo'lib hisoblanmaydi. Buning uchun tuproq sifatining yaxshilanishi, ekinni belgilangan vaqtda sug'orilishi, turli kasallik va zararkunandalarga qarshi kurashish lozimdir.

Mineral o'g'itlardan foydalanilganda paxta va boshqa texnik ekinlarning hosili tobora ortmoqda. Masalan, 1930-yilda Markaziy Osiyoda har bir gektar yerdan 7-8 s paxta olingan bo'lsa, hozirga paytgacha kelib, gektaridan o'rta hisobda 29,2 s hosil olinmoqda. Tuproqqa solingan har 1 kg fosfor qo'shimcha 6-7 kg paxta, 50-60 kg kartoshka, har 1 kg azot esa qo'shimcha ravishda 15-20 kg paxta va 150 kg kartoshka olish imkonini bermoqda.



Hosildorlikni oshirishdagi omillarni baholashda: AQShda 50% gacha, Fransiyada 50-70% gacha qo'shimcha hosil olish o'g'itlar hissasiga to'g'ri keladi.

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasiga ko'ra, hosildorlikni oshirishdagi o'g'itlarning ulushi MDH mamlakatlarining qora tuproqli mintaqalarida 40-50%

ga, qoratuproq mintaqalarida 60-75% ga, Markaziy Osiyoda, xususan, O'zbekiston Respublikasi hududidagi unumdor tuproqlarda 50-60% ga to'g'ri keladi.

Bulardan tashqari kaliy insonlar va hayvonlarga ozuqalari tarkibiga kiritiladi.

Shuningdek inson organizmida ko'pgina metabolik funksiyalar uchun muhimdir, organizimdagi suyuqlik va hujayralar o'rtasida tuzlar balansini bir xilda tutib turadi, muskullar rivojida va nerv funksiyalarini yaxshilashda muhim bo'lib meditsinada keng qo'llanadi.

Inson tarkibida kaliy ko'p natriy kam bo'lgan oziq-ovqatlarni ko'proq iste'mol qilsa qon bosimi oshishi va insultga chalinishdan holi bo'lishi ilmiy jihatdan asoslangan. Chorvachilik va parrandachilikda ozuqalar tarkibiga kiritilgan.

## The History of Potash

Element symbol K comes from Latin *Kalium*

Allow trees to bioaccumulate K and  
boil wood ash to recover nutrients...

Wood ash boiled in pots (**pot-ash**)

Not a sustainable practice



Kaliy elementining belgisi lotincha Kalium so'zining bosh harifidan olingan. U daraxtlar selyulozasi kapilyarlarida biosintezlarda ishtirok etib to'qimalarda yaxshi yig'iladi. Ozuqa kaliyni olish uchun daraxt kullari idishlarda qaynatiladi. Mana shundan kaliy - potash ( idish (gorshok)da qaynatilgan daraxt kuli nomini olgan).

### **Kaliyli o'g'itlar ishlab chiqarish sohasidagi jahonda va respublikamizda mavjud ijtimoiy-iqtisodiy islohotlar**

**Sohaning xom ashyo xaritasi.** Mineral o'g'itlar ishlab chiqarishda jahonda quyidagi xossalari mavjud:

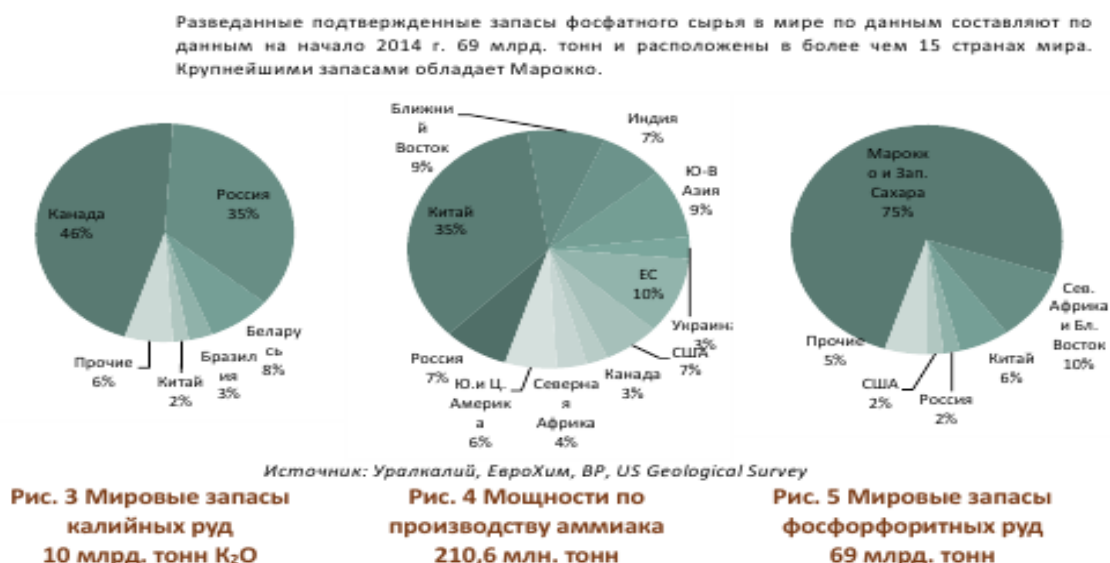
Ishlab chiqarishni xom ashyoni mavjudligiga va yetkazilishini to'g'ridan-to'g'ri bog'likligi: azotli o'g'it ishlab chiqarish uchun tabiiy gazni mavjudligi,

fosforli va kaliyli o'g'itlarni ishlab chiqarish uchun fosfatlarni va kaliyli tuzlarni mavjudligi;

Mineral o'g'itlar ishlab chiqarish korxonalari joylashishi ularni bozorda eksport qilinishini ta'minlaydi: azotli o'g'itlarni turiga qarab 25-40 %, fosforli o'g'itlarning 35-50 %, kaliyli o'g'itlarning 75 % eksportga yuboriladi.

Azotli o'g'itlar ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan ammiak asosan Xitoy va Yaqin Sharqda joylashgan. Ammiakni eksport qiluvchi arzon energiyasi mavjud bo'lgan asosiy davlatlar: Yaqin Sharq, Rossiya, Ukraina AQSh oldin ammiakni chetdan olib kelgan bo'lsa, bugungi kunda ularda ammiak ishlab chiqarish rivojlangan.

2014-yilning ma'lumotlariga ko'ra jahonda fosforli xom ashyoni zahirasi 69 mlrd. tonnani tashkil etadi. Bu konlar jahondagi 15-davlatida joylashgan.



Расм 1. Калийли rudalarni jahondagi zahirasi 10 mlrd.tonna K<sub>2</sub>O

Расм 2. Ammiak ishlab chiqarish korxonalari 210,6 mln. tonna.

Расм 3. Fosforli rudalarning jahondagi zahiralari 69 mlrd.tonna

Ko'p miqdorda mineral o'g'itlar ishlab chiqaruvchi davlatlar: Xitoy, RF, Kanada, AQSh.

Ko'p miqdorda mineral o'g'itlar qo'llayotgan davlatlar: Xitoy, Indiya, Braziliya, AQSh.

Azotli o'g'itlarni eksport qiluvchi davlatlar: Sharqiy Yevropa, sharqiy va g'arbiy Osiyo. Jahon bozorini azotli o'g'itlar bilan ta'minlovchi davlatlar: Xitoy, Qatar, Oman, Saudiya Arabistoni, Misr, Markaziy Amerika (Trinidad, Tobago), RF, Ukraina. Import qiluvchi davlatlar: Janubiy Osiyo, Shimoliy Amerika va Lotin Amerikasi.

## Jahon bozoridagi o'zgarishlar

Mineral o'g'itlarga talab o'sishi va uning qulay tannarxi ishlab chiqarish

| Davlatlar                      | Kaliy xlorid |       |       |
|--------------------------------|--------------|-------|-------|
|                                | 2011         | 2012  | 2013  |
| G'arbiy Yevropa                | 31           | 234   | 109   |
| Markaziy Yevropa               | -671         | -684  | -681  |
| Sharqiy Yevropa va O'rta Osiyo | 10075        | 7920  | 8141  |
| Shimoliy Amerika               | 5485         | 4424  | 5400  |
| Lotin Amerika                  | 4862         | -4814 | -5108 |
| Afrika                         | -385         | -411  | -473  |
| G'arbiy Osiyo                  | 3811         | 3087  | 3310  |
| Janubiy Osiyo                  | -3552        | -2187 | -2470 |
| Sharqiy Osiyo                  | -9579        | -7213 | -7978 |
| Okeaniya                       | -289         | -239  | -266  |

quvvatini oshishiga olib keldilar. Lekin, makroiqtisodiy holat o'zgarishi investision loyihalarni bajarilishiga salbiy ta'sir etdi.

2013-yilda Kanada (PotashCorp -2,3 mln.tonna, Mosaic – 1,15 mln. tonna), Rossiya (Uralkaliy -1,5 mln. tonna), Belarus kaliy – 0,6 mln. tonna, Xitoy -0,45 mln. tonna kaliy xlorid ishlab chiqarishdi. 2014-yilda IFA ma'lumotlariga ko'ra Xitoy 650 ming tonnaga va Shimoliy Amerikada 1,1 mln.tonna, Belorussiyada 1,6 mln tonnaga oshishi evaziga kaliyli o'g'itlar ishlab chiqarish korxonalarining quvvati 5% (87,1 mln.tgacha) oshdi.

2015-yilda RF da quvvati 100 ming tonna kompleks o'g'it bo'lgan yangi "FosAgro" korxonasi ishga tushdi, Tataristonda yangi zavod ishga tushdi.

IFA ma'lumotlariga ko'ra 2013/2014-yillarda jahonda mineral o'g'itga talab 180,9 mln/yilda (ozuqa elementlar bo'yicha) – gacha oshdi. Azotli o'g'itlarning qo'llanilishi - 2,1%ga, kaliyli o'g'itlarning qo'llanilishi – 3,8% ga oshdi, fosforli o'g'itlarning qo'llanilishi esa 3,1% ga kamaydi.

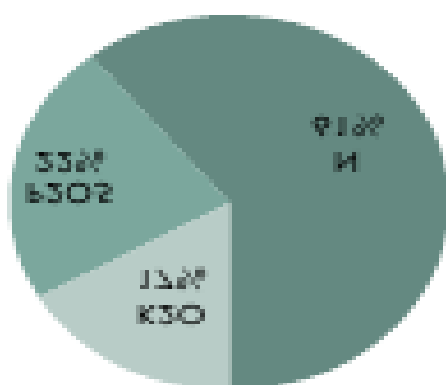
Mineral o'g'itga talab Sharqiy Osiyo, Lotin Amerikada, Afrikada oshdi. Lekin Janubiy Amerikada, Yevropada va G'arbiy Osiyoda mineral o'g'itga talab pasaydi.

IFA ma'lumotlariga ko'ra mineral o'g'itlarga talab yangi quvvatlarga nisbatan orqada qolmoqda. Kelajakda, 2018-yilda azotli o'g'itlar bo'yicha disbalans 9% ga oshadi, fosforli o'g'itlar bo'yicha 8% ga, kaliyli o'g'itlar bo'yicha 26% ga oshadi.

Hozirgi kunda sekin ta'sir etuvchan va mikroelementli (Zn, B, Mg, Mn vax,k,) o'g'itlarga talab oshmoqda.

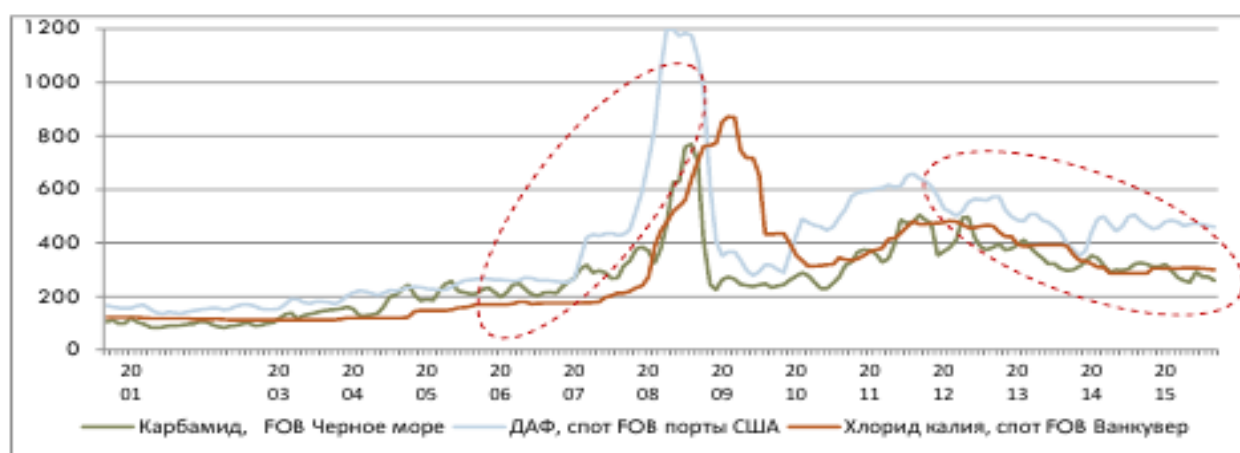
**Jahonda 2012-2015 yillarda mineral o'g'itlarning qo'llanilishi, mln. t.**  
**Ozuqa elementlar bo'yicha**

|                                                     | 2012/2013 | 2013/2014 | 2014/2015 | 2015/2016 |
|-----------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Azotli o'g'itlar (N)                                | 108,1     | 110,4     | 11,8      | 112,9     |
| Fosforli o'g'itlar (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 41,6      | 40,3      | 41,3      | 41,8      |
| Kaliyli o'g'itlar (K <sub>2</sub> O)                | 29,1      | 30,2      | 31,5      | 31,8      |
| Jami                                                | 178,8     | 180,9     | 184,6     | 186,5     |



**4- Rasm. 2014 yilda jahonda o'g'it qo'llanilishi sturkturasi**

IFA ma'lumotlariga ko'ra kaliyli o'g'itlarga talab 4% ga oshdi va 31,5 mln. tonnani tashkil etdi. Bu holat Hindiston, Xitoy, Malayziya va Indoneziyada kuzatilmoqda.



Источник: Index Mundi

**6-Rasm. 2000-2015-yillarda o'g'itlarning narxi dinamikasi**

Azotli va fosforli o'g'itlarga nisbatan kaliyli o'g'itlar bozori bir tekisda rivojlandi. 2008-yilda kaliyli o'g'itlarning narxi keskin oshdi va 2012-yilda pasaydi.

2013-yilda Belarus kaliy ishini to'xtatgani va "Ural kaliy"dagi o'zgarishlar kaliyli o'g'itlar bozoriga salbiy ta'sir etdilar. Yil davomida kaliy xloridning narxi 410-450 AQSh dollardan 300-330 dollargacha pasaydi.

2014-yilda kaliy xloridning narxi 2013-yilga nisbatan 22% ga pasaydi va 297 AQSh dollarni tashkil etdi. Kontrakt bo'yicha kaliyli o'g'itlarni sotilishi 2014-yilda 305 AQSh dollarini tashkil etdi. Hindiston 322 AQSh dollardan sotib oldi.

2015-yilda kaliy xloridning sotilish narxi 2,4% ga oshdi 2014-yilga nisbatan.

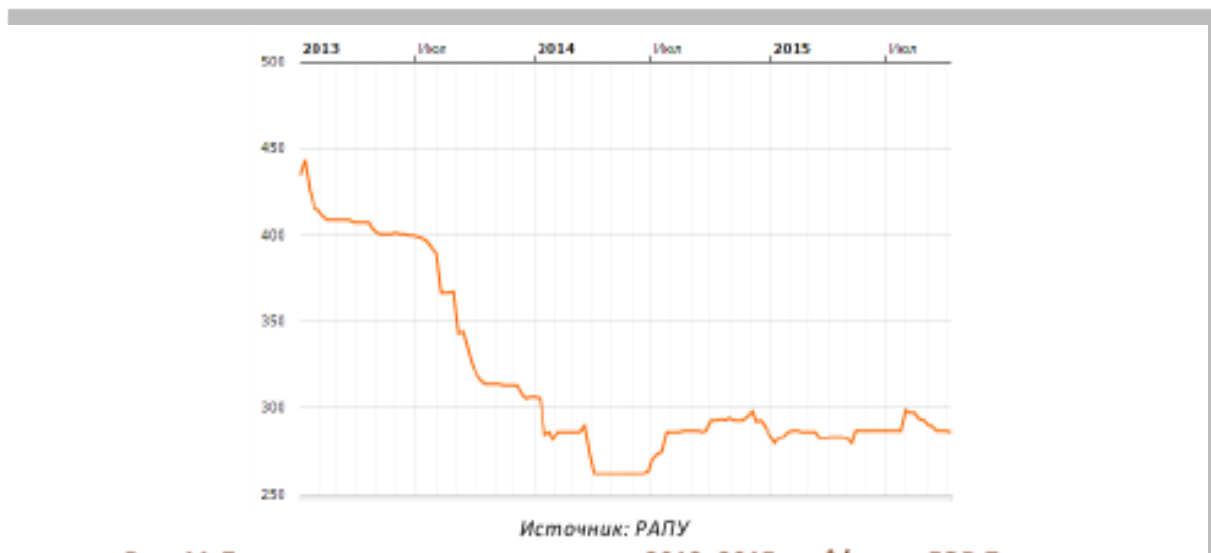


Рис. 11 Динамика цен на хлорид калия в 2012–2015 гг., \$/т спот FOB Балтика

7- **Rasm.** 2012-2015-yillarda kaliy xloridning narxini o'zgarish dinamikasi

### Jahon bozorida litsenziyalar

Rossiya korxonalari TOP ga a'zosi bo'lib mineral o'g'it ishlab chiqaruvchi korxonalar uchun mahsulotni chetga sotish asosiy faktor.

Shuning uchun sohani rivojlanishini baholash uchun mahalliy korxonalarni pozitsiyalarini ko'rib chiqish lozim.

Bugungi kunda bozorning oldingi bozorlardan farqi – ularning ko'p davlatlarda aksiyasi borligi. Jahon bozorida Kanadaning Potash Corp korxonasining ishlab chiqarish quvvati Janubiy va Lotin Amerika, Xitoy va Yaqin Sharq davlatlardagi korxonalarga nisbatan 15% ni tashkil etadi. Bu korxona 8,7 mln tonna kaliy xlorid ishlab chiqaradi. Mineral o'g'itlar ishlab chiqarish bo'yicha ikkinchi yirik korxona – bu "Mosaik" korxonasi. Bu korxona kaliyli va fosforli o'g'itlar ishlab chiqaradi. Bu korxonalar jahon bozorida lider hisoblanadi. Respublika iqtisodiyotining rivojlanishi kimyoviy sanoatiga bog'liq. Kimyoviy sanoatining yutuqlari bilan energetika, qishloq xo'jaligi, mashinosozlik va yengil sanoat va boshqa sohalarning jahondagi o'rni aniqlanadi.

## 2012-2015 yillarda kaliy xloridning o'rtacha narxi

|                 | 2012  | 2013  | 2014  | 2015 | O'zgarishlar<br>2013/2012 | O'zgarishlar<br>2014/2013 | O'zgarish<br>lar<br>2015/2014 |
|-----------------|-------|-------|-------|------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Kaliy<br>xlorid | 459,0 | 379,2 | 297,2 | 306  | -17%                      | -22%                      | +2,4%                         |

Bugungi kunda kimyo sanoati mahsulotlarining 100000 turi ma'lum.

Kimyoviy materiallarni hajmini va qo'llanilishini oshishi ishlab chiqarish korxonalarining moddiy-texnikaviy bazani yangilash uchun asos bo'lib hisoblanadi.

Qishloq xo'jalikni rivojlanishi, qishloq xo'jaligi o'simliklarining hosildorligini oshirish mineral o'g'itsiz, pestisid, gerbisidsiz va yangi o'simliklarsiz mumkin emas.

Yangi farmasevtika sanoati rivojlanishi kimyoviy moddaga va kimyoviy texnologiyalarga asoslangan.

Bir yilda jahon bo'yicha mineral o'g'itlarning qo'llanilishi 150-160 mlrd. tonnani tashkil etadi. Jahon bozorida mineral o'g'itni asosiy istemolchisi bular: Xitoy - 32%, Hindiston - 14%, AQSh – 13% va Braziliya – 6,4%.

O'zbekiston Respublikasi kimyoviy sanoatining asosiy yo'nalishlaridan biri, bu - mineral o'g'it ishlab chiqarish. Jahonda qishloq xo'jaligini rivojlanish tendensiyasi mineral o'g'itlarni ishlab chiqarishni rivojlanishiga ta'sir etadi. Aholini o'sishini va har bir inson uchun o'rtacha kaloriyni 9% gacha oshishini inobatga olib 2030-yilda qishloq xo'jalik mahsulotlarini ist'emo qilish 60% ga oshadi.

Oziq-ovqat muammosini hal etish uchun oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarishini va uning tarkibidagi ozuqa elementlarni miqdorini oshirish uchun mineral o'g'itlar keng qo'llanilishi lozim. Undan tashqari, jahonda iqlim o'zgarishi bilan 2030-yilda haydaladigan yer maydoni 55% ga kamayadi. Shuning uchun mineral o'g'itlar qo'llash – dolzarb muammo.

Bugungi kunda ayrim mineral o'g'itlarni qo'llash kamayib, kompleks o'g'itlar keng qo'llanilmoqda.

Hozirgi kunda Respublika kimyo sanoatida 170 dan ortiq mahsulot ishlab chiqarilmoqda. Respublikaning yirik korxonalari "Uzkiyosanoat" AJ ga birlashdilar. "Uzkiyosanoat" AJ ning ko'p korxonalari 1960-1980-yillarda qurilib bir necha marotaba rekonstruksiyalandi. Oxirgi yillarda "Qo'ng'irot soda zavodi" va "Dehqonobod kaliyli o'g'itlar ishlab chiqarish" korxonalari ishga tushdi. Hozirgi kunda Ohangaronda rezina mahsulotlari ishlab chiqarish korxonasi va ammiak, karbamid, va PVX mahsulotlari ishlab chiqarish korxonalari ishga tushdi.

Kimyoviy sanoatining samaradorligi yangi texnologiyalarga bog'liq. Yangi

texnologiyalar asosida mahalliy xom ashyolardan yuqori sifatli mahsulotlar olish mumkin.

Respublikaning kimyo sanoatini rivojlantirish uchun texnologiyalarni uglevodorodlarga asoslab mineral resurslardan keng foydalanib yangi mahsulot olish zarur.

Bugungi kunda “Uzkiyosanoat” AJ maqsadi kimyo sanoatini yangi texnologiyalarni qo‘llab modernizatsiya va rekonstruksiya qilishdir. Bu esa mahsulotlarni narxini pasayishiga va sifatini yaxshilashga keltiradi.

Yutuq xorijiy kompaniyalarni jalb etib qo‘shma korxonalar tashkil etib eksportga yo‘naltirilgan mahsulotlarni ishlab chiqish mumkin.

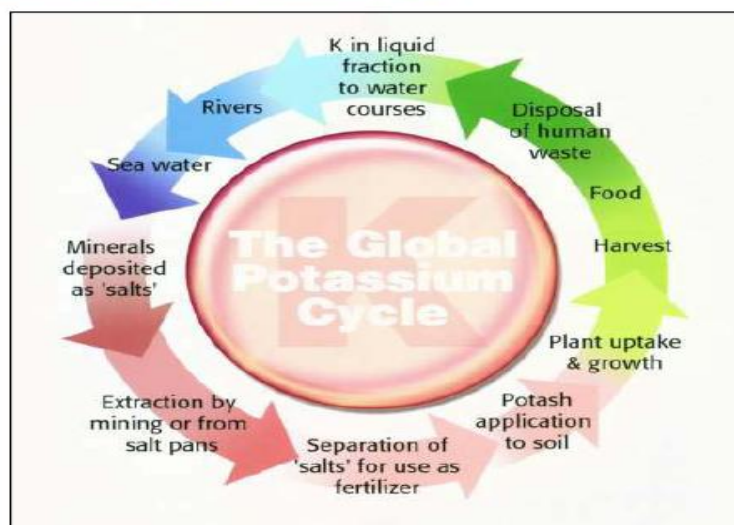
## **2. Kaliyli tuzlar olish uchun asosiy xom ashyolar. O‘zbekistonning kaliyli tuzlar konlari.**

Kaliyli madanlarning asosiy manbai dengiz suvlaridir:

- 1.Qadimgi dengizlar, hozirgi kunda yer tagida qolgan.
- 2.Sho‘rdengiz suvlari.



### **Potassium Cycles through Complicated Ecosystems to Sustain Plant and Animal Life**



Dengiz suvlaridan hosil boʻlgan kaliyli madanlardan olingan kaliy oʻsimlik va hayvonlar rivojlanishida ishtirok etib yana suv orqali madanlarga aylanishdek murakkab siklik ekosistemani hosil qiladi.

Kaliy maʼdanlari – xloridlar, sulfatlar va silikatlardan iborat foydali (kaliyni oʻz ichiga olgan) minerallardan va maʼdanga aralashib qolgan keraksiz jins minerallari aralashmalaridan hosil boʻlgan tuzli togʻ jinslarini oʻz ichiga oladi.

### 5 - jadval

| Nomi                 | Tuz tarkibi kaliy minerallari                                                                                    | K <sub>2</sub> O, %<br>miqdori | Zichligi,<br>kg/m <sup>3</sup> |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Silvinit             | NaCl· KCl                                                                                                        | 22-25                          | -                              |
| Silvin               | KCl                                                                                                              | 63                             | 2000                           |
| Karnallit            | KCl · MgCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                                                      | 17                             | 1600                           |
| Kainit               | KCl · MgSO <sub>4</sub> · 3H <sub>2</sub> O                                                                      | 19                             | 2100                           |
| Shenit               | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · MgSO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                           | 23                             | 2100                           |
| Langbeynit           | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 2MgSO <sub>4</sub>                                                              | 23                             | 2800                           |
| Poligalit            | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · MgSO <sub>4</sub> · 2CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O                      | 16                             | 2700                           |
| Alunit               | (K,Na) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 4Al(OH) <sub>3</sub>     | 23                             | 2700                           |
| Nefelinli konsentrat | (K,Na) <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2SiO <sub>2</sub>                                       |                                |                                |
| Leonit               | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 2MgSO <sub>4</sub> · 4H <sub>2</sub> O                                          | 6 - 7                          | 2600                           |
| Kalunit              | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · CaSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O                                            | 17,4                           | 2250                           |
| Kaliborit            | K <sub>2</sub> O · 4MgO · 11B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 18H <sub>2</sub> O                                   | 28,66                          | 2600                           |
| Glazerit             | 3K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                                | 6,97                           | 2100                           |
| Leysit               | K <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 4SiO <sub>2</sub>                                            | 49,37                          | 2700                           |
| Glaukonit            | (K,Na) <sub>2</sub> O·(Mg,Ca,Fe)O·(Fe,Al) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·<br>·4SiO <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O | 21,56<br>12,27                 | 2500<br>2200-2800              |

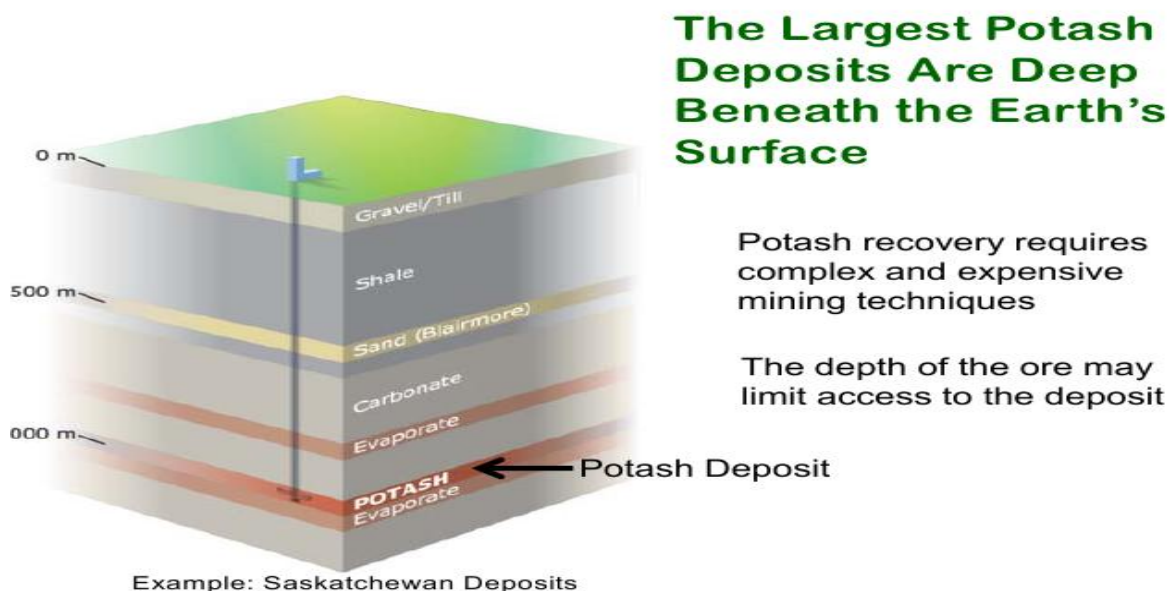
Kaliy maʼdanlari – ularda u yoki bu minerallar miqdorining koʻpligi boʻyicha aniqlanadi.

Kaliy maʼdanlarining qimmatli aralashmalari – brom, yod, rubidiy, mis, rux va boshqalar.

Kaliyning muhim tuzlaridan – xlorid, sulfat va ulardan hosil boʻladigan minerallar hisoblanadi.

Dengiz va okean suvlarida taxminan 0,05% kaliy bor. Dunyo okeanidagi taxminan 1,370\*10<sup>6</sup> km miqdoridagi suvda 7 \* 10<sup>14</sup> tonna K<sub>2</sub>O bor. Shunday qilib dunyo okeani kaliyli birikmalarning tuganmas manbaidir.

Kaliyli maʼdanlarining dunyo boʻyicha uchrashi. Uzoq chet davlatlar orasida kaliy tuzlarini ishlab chiqarish va zahirasi boʻyicha birinchi oʻrinni Kanada egallaydi.



Kanadadagi eng yirik kaliy tuzlari koni Saskachev boʻlib, silvinit va karnallit minerallaridan iborat. Kaliy tuzlari qatlamining chuqurligi 750 dan 2500 m.gacha, silvinit qatlamlari qalinligi 1,5 dan 5,2 metrgacha, maʼdandagi erimaydigan qoldiq miqdori 1-8%.

**AQShdagi kaliy tuzlari** resurslari Nyu-Mexiko, Kaliforniya va Yuta shtatlarida joylashgan. Karls bad atrofidagi kaliy tuzlari qatlamlari asosiy sanoat ahamiyatiga ega. Kaliy tuzlari silvinit, langbeynit va poligalitdan iborat.

Silvinit qatlamlarini qazib olish 300-460 m. chuqurlikda olib boriladi, qatlam qalinligi 1,2-4,2 m. Shuningdek langbeynit qatlamlari ham qazib olinadi.

**Germaniya (Olmoniya) kaliy tuzlarining** katta zahiralari Janubiy va Shimoliy Gannaver rayonlari, Pastki va Yuqori Reyn havzalari, shuningdek Vera-Vulf va Janubiy ars okruglari chegaralarida toʻplangan. Kaliy maʼdanlarining asosiy konlari **Fransiyaning Elzasida** joylashgan. Kaliy tuzlari 400-1000 m. chuqurlikda joylashgan, qatlamlarning qalinligi 2-6 m, maʼdandagi  $K_2O$  miqdori 16-21%.

**Ispaniyada kaliy tuzlari** qatlamlari Barselona provinsiyasida joylashgan (Katalon va Navar konlari) silvinit va karnallitdan tashkil topgan. Karnallit qatlamining qalinligi 15 m.ga yaqin,  $K_2O$  miqdori – 12-16%. Karnallit ostida mahsuldor silvinit qatlami joylashgan, qalinligi 0,9 dan 7,2 m.gacha,  $K_2O$  miqdori 17% yaqin. Katalon konlaridagi kaliy gorizontining joylashish chuqurligi 275-1500 m.ni tashkil etadi, Navarda esa 100-400 m.ni tashkil qiladi.

**Italiyaning kaliy tuzlarini** sifatli qatlamlari  $K_2O$  miqdori 12% yaqin karnallitdan iborat. Ular Sisiliya orolida 300-540 m chuqurligida joylashgan.

**Angliyaning Yorkshir kaliy konlarida** silvinit qatlamlari gorizont holida 975-1200 m. chuqurlikda joylashgan. Ishchi qatlam qalinligi 23 m.gacha.

**Isroilda kaliy tuzlari** manbai Oʻlik (Mertvove more) dengiz rapasi

hisoblanadi. Havzalarda karnallit cho'ktiriladi, so'ngra silvinitga qayta ishlanadi, bunda flotatsiya va issiq eritish usuli qo'llaniladi. Kaliy tuzlari zahiralari, shuningdek **Polsha, Kongo, Marokko** va boshqa mamlakatlarda mavjuddir.

**MDHdagi kaliyli ma'dan konlari.** Yaqin chet ellarda kaliy tuzlarining 22 ta koni hisobga olingan, qidirib topilgan zaxiralar o'tgan asrning 70 yillarida 24 mlrd. t. tashkil etdi va faqat 2,5 mlrd. tonnasi sanoat zahiralarga to'g'ri keladi. Eng yirik kaliy konlari: Verxnekamsk va Verxnepechorsk (Ural); Starobin, Kopatkevichi va Petrikov (Belorussiya); Prikarpatye (Ukraina); Gaurdakva Karlyuk (Turkmaniston); Jilyan (Qozog'iston); Tyubegatan (O'zbekiston);

**Starobin koni** – Belorussiyaning kaliy qazib olinadigan basseyini (havzasi). Pripyat chuqurligida Soligorsk va Starobin shaharlari hududida joylashgan. Starobin kaliy tuzlari koni Verxnekamsk konlari kabi faqat xloridlar – silvinit va karnallit bilan ma'lumdir. Starobin konining kaliy tuzlari tarkibi va tuzilishi bilan Verxnekamsk koni tuzlaridan jiddiy farq qiladi. Loy aralashmalarining ortiqcha miqdori va konning juda murakkab tuzilishi, ularni qayta ishlashga katta ta'sir qiladi. Starobin koni to'rtta silvinit gorizontlariga ega. Gorizontlar tosh tuzi, karnallit va loy qatlamlari bilan almashinib turadi.

**Petrikov koni** 1966-yilda ochilgan va Petrikov shahar (Golyal viloyati) hududida Pripyat chuqurligining markaziy qismida joylashgan. Konning tuz qatlami kesimi tarkibida kaliy bo'lgan 20 ga yaqin gorizontlarni tashkil qiladi. Kaliy qatlamining qalinligi 1300m.ga yetadi. Mahsulot zonasi ko'p marta almashib turadigan galit, silvin va tuzsiz jinslar (dolomit, angidrit, loy, mergel, alevrolit) qatlamlaridan iborat.

**Prikarpatye (Karpatoldi) konlari** Lvovva Ivano-Frankov viloyatlari chegaralarida Karpat bo'ylab eni 20-25 m qatlam ko'rinishida joylashgan. Ulardan eng yiriklari: Stebnikov, Kalush, Tolin, Piyo, Dombrovskiy, Ninev, Trostyanes. Ular asosan langbeynit-kainitli va kainitli jinslar bilan jamlangan. Kaliy tuzlari qatlamda (konlari) shuningdek silvinit, kizerit, poligalit va boshqa minerallar ko'rinishidadir. Xlorid-sulfat turidagi kaliy tuzlarining borligi bu konning, xlorid kaliy o'g'itlarini ishlab chiqarish uchun yagona xom ashyo bazasi ekanligini ko'rsatadi.

**Karlyuk va Gaurdak konlari** Turkmanistonda joylashgan. KCl miqdori 21-35%. Karlyuk konining kaliy tuzlari silvinit va karnallitdan, Gaurdak esa silvinitdan iboratdir. Tuzli qatlam qalinligi 800-900 m ga yetadi.

**Jilyan koni** Aktyubinsk shahri yaqinida joylashgan. Kon ikkita kaliyli gorizontga ega. Pastki gorizont 25-37 m. umumiy qalinlikdagi 3 ta poligalit pachkalaridan tashkil topgan, yuqorisi esa qalinligi 10-20 m. bo'lgan ikkita silvinit pachkalaridan iboratdir. Poligalitda  $K_2O$  10-11%, silvinitda 19-21%  $K_2O$  (30-33% KCl) tashkil etadi. Qatlam chuqurligi 400 m dan 750 m gacha qatlamlarning tuzilishi

murakkab va ularning qalinligi bir xil emas; bir xil joylarda yorilishlar, qatlamning parchalanishlari va boshqa buzilishlar mavjud.

**Tyubegatan kaliyli tuzlari.** 1951-yilda Tyubegatan antiklinalida uchta gorizontdagi kaliy tuzlari bilan tosh tuzi qalinligi ochildi. Yuqori va oʻrtasi nosanoat pastkisi 6 m qalinlikda tarkibida 30% yaqin KCl biriktirgan (18%  $K_2O$ ) boʻlib, sanoat ahamiyatiga ega

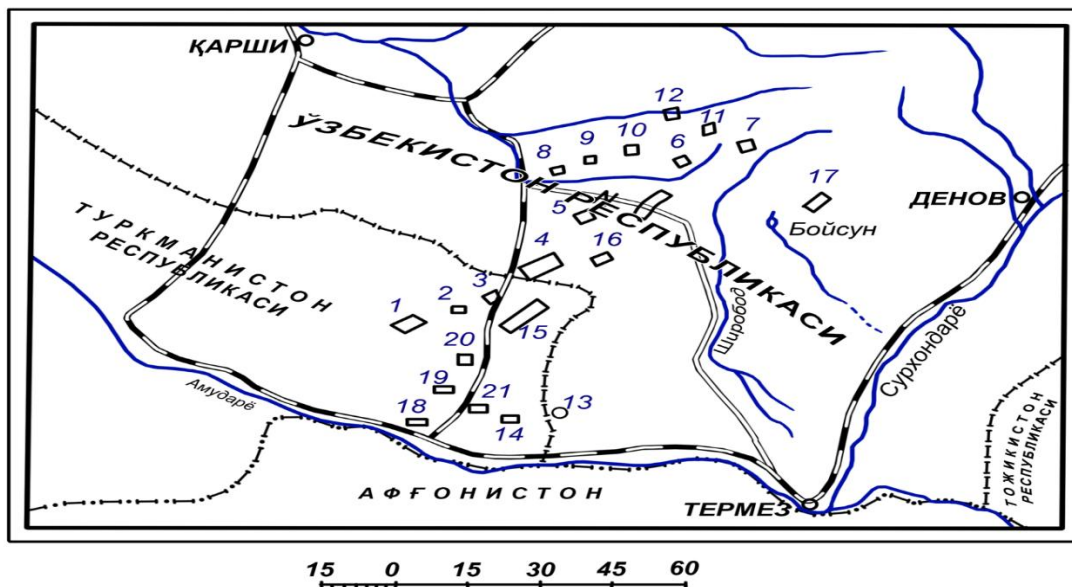
1965-yilgacha Oʻzbekiston hududida tuz konlarining ikki guruhi ochildi.

Gugurttogʻ (Gaurdak) – Tyubegatan – Tyubegatan, Akbash, Cheurkala, Cherak.

Kaypantau–Baybaxurxon, Kantau, Gauxon, Qizilmozor, Baybichekan, Surxon, Kuchitang-Boysun, Hamkan, Shurabsoy.

Gugurttogʻning galogen formatsiyasi uchta asosiy balandlikka boʻlinadi: pastki-angidritli, oʻrta-tuzli, yuqori-gips-angidritli.

Pastki balandlik ohaktosh qatlami va oltingugurt unini biriktirgan gips-angidrit qatlami almashib turadi. Oltingugurtli ohaktoshlarning qalinligi marmar turidagi angidritlar bilan almashadi. 30-35 m qalinlikdagi angidrit balandligining yuqori qismida 3-5 m gacha qalinlikda kulrang tosh tuzining linzasi paydo boʻlgan. Qalinligi 300-350 m li tuzli II balandlik Petrov tomonidan bir necha qalinlikka boʻlinadi. Kaliy tuzlari namoyon boʻladigan tosh tuzining pastki pachkasi pushti tuz qalinligida joylashadi. Silvinitda KCl miqdori 2-4 dan 8% gacha oʻzgaradi. Yuqorida, qatlam qalinligi 1,5dan 8 m gacha va KCl miqdori 25-30% ga boʻlgan silvinit va karnallit-silvinitning ikkita qatlamidan iborat. 24 m ga yaqin qalinlikda asosan pushti va toʻq pushti kaliyli tosh tuzi joylashgan. Tosh tuzi qatlamining ustida 30 dan 100 m-gacha boy va siyrak silvinit va tosh tuzi almashinib turadigan, 1,5-4 m qalinlikdagi kaliy tuzlarining III qatlami joylashgan; baʼzi joylarda karnallit hosil boʻladi. KCl ning qatlamdagi miqdori 14-34%.



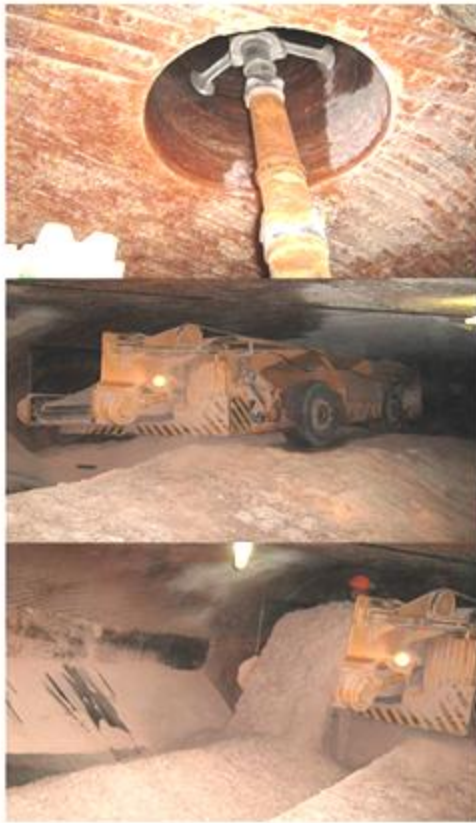
**8-rasm. Janubiy-gʻarbiy Hisor togʻ tizmalari boʻyicha kaliyli tuz konlarining joylashishi.**

1 – Gaurdak, 2 – Qizilmozor, 3 – Lalmikor, 4 – Tyubegatan, 5 – Oqbash, 6 – Cheurqala, 7 – Chekchar, 8 – Baybasurxon, 9 – Kantau, 10 – Gauxon, 11 – Qizilmazar, 12 – Baybichekan, 13 – Xoʻjaikon, 14 – Hoʻkizbuloq, 15 – Kugitang, 16 – Hamkan, 17 – Surxan, 18 – Kattaur va Allamurod, 19 – Karabil, 20 – Aynabuloq, 21 – Kizilxoʻroz

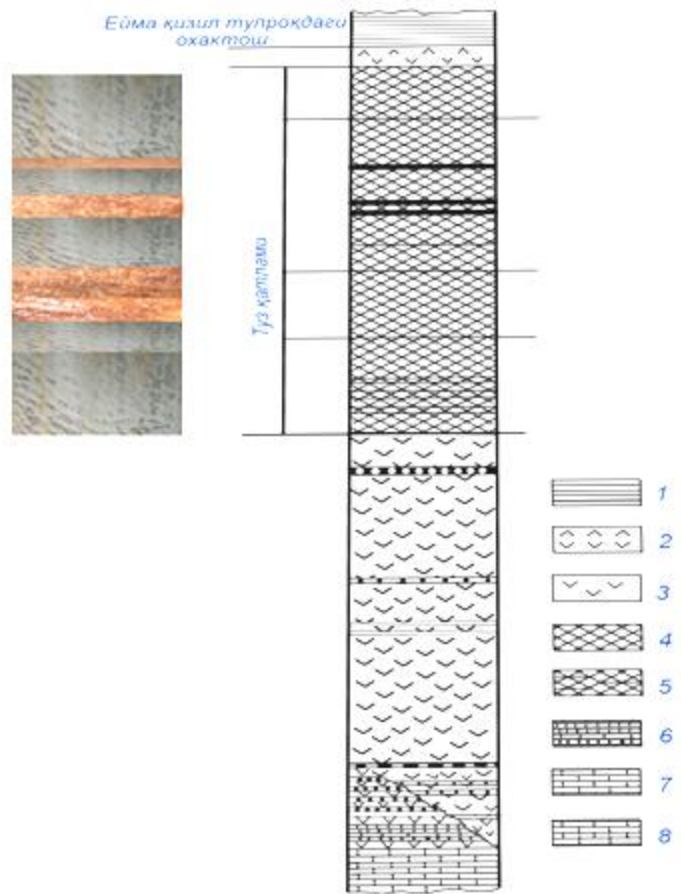
Gaurdak va Tyubegatan konlari orasidagi bir qator hududlarda galogen jinslarning yuzaga chiqishi kuzatiladi: Lyaylimkan, Akbash, Beshbuloq, Baybichekan va boshqalarda. Kaliy qatlami ularda yoʻq boʻlib, bu yerosti eroziyasining natijasidir. Gaurdak va Tyubegatandan sharqiy va janubiy-sharqiy 14 ta hududda galogen jinslarini yuzaga chiqqanligi maʼlum: Qirqqiz, Sayot, Qoraqiz, Qora-ogʻoch, Baymashkalak, Bozortepa, Audjeikan, Hoʻkizbuloq, Oqtov, Xoʻjaikon va boshqalar. Kaliy tuzlari tosh tuzlarining maʼlum ochiq konlari bilan bogʻlangan.

Tyubegatan kaliy konida ish maydoni Gaurdak oltingugurt kombinatidan 35 km shimoliy-sharqda va Qashqadaryo viloyatining Dehqonobod tuman markazidan 50 km janubiy-sharqda Kitob bekatidan 150 km masofada janubiy-sharqda joylashgan.

Tyubegatan tuzilmasi uchta burmadan tashkil topgan: Kursantosh, Qorachagat va aynan assimetrik tuzilishli Tyubegatandan. Konning shimoliy-gʻarbiy qismida yuzaga ohak toshlar chiqadi, ularda gips-angidrit qatlamlari yotadi. Yuqorida kaliy tuzlarining uch qatlamini oʻz ichiga olgan galogen qatlam (300-350 m) yotadi.



2-3-расм. Тўбетатан калийли маданларнинг жойлашсини ва уни казиб олиш жараёнлари.



2-4-расм. Гаурдаки сувузли ва тоқори тора

талоген формациясининг кесими.  
1 - гил туپроқ, 2 - гинс, 3 - ангидрит, 4 - тош туз,  
5 - калийли тузлар намоен бўладиган тош туз,  
6 - калийли тузлар қатлами, 7 - оҳактош,  
8 - олтингугуртли оҳактош.

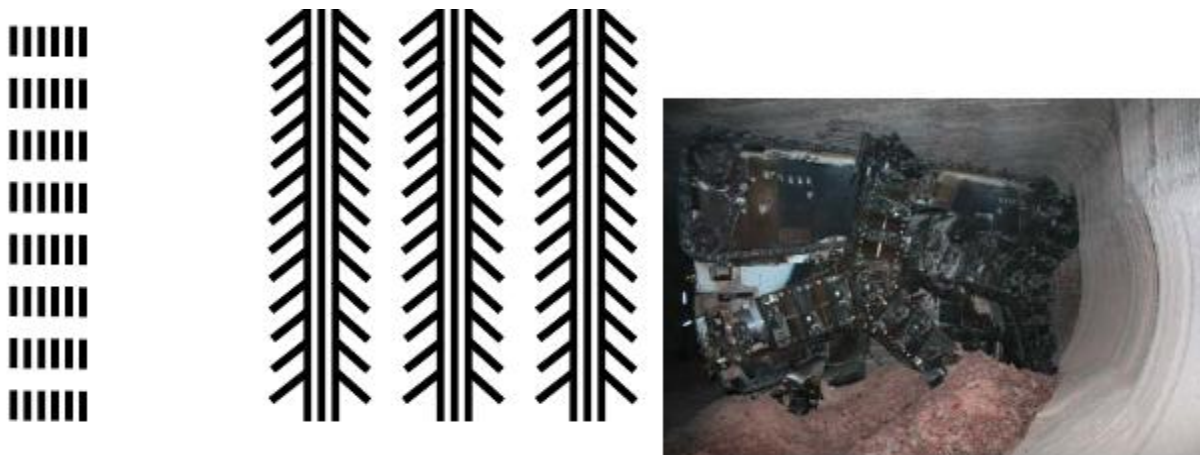
Tuzli qatlamning qalinligi janubiy-g'arb yo'nalishida o'sadi. Ushbu ochiq konning butun qirqimi bo'yicha tosh tuzi qatlamining protsent nisbatiga logen qatlamning tuz bilan to'yinganlik koeffitsiyentidir va u 29 dan 99,5% gacha (o'rtacha 90%) o'zgaradi.

### 3. Kaliyli tuzlarini olish usullari

Kaliy madanlarining holatiga va yerostida joylashishiga qarab quyidagi usullarda qazib olinadi:

1. Shaxta usuli.
2. Yerostida eritish usuli.
3. Tabiiy yoki vakuumostida bug'latish.

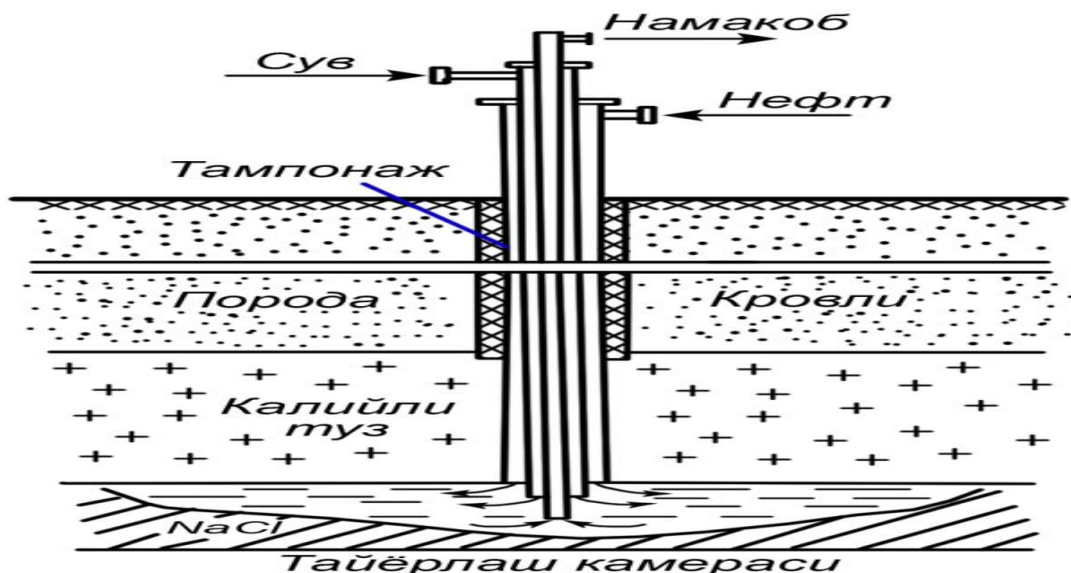
Shaxta usuli. Bu usulda ishchilarni ish maydoni va jihozlariga borishlari uchun vertikal yoki 300 °C gacha burchak ostida shaxta qaziladi. Madanning geologik kelib chiqishiga qarab mashina yoki portlatish bilan qaziladi.



Yerostida eritish shaxtali usulga qaraganda, bir necha ustunlikka ega: shaxtali tirgovchi moslamalar talab etilmaydi; neft sanoatida qo'llaniladigan ma'lum texnologiya va qurilmalaridan foydalanish mumkin; qazib olishni katta chuqurliklarda olib borish mumkin, lekin shaxtali usulda bu anchagina qiyindir. Bu usul tosh tuzli ma'danlarni qayta ishlashda keng qo'llanilmoqda, buni hamma turdagi konlarda va har xil tog'li hududlarda 2000 m chuqurlikkacha bo'lgan geologik sharoitlarda qo'llash mumkin.  $305\text{--}310\text{ kg/m}^3$  li NaCl namokobi bo'yicha quduqlar unumdorligi  $80\text{ m}^3/\text{s}$  ga yetishi mumkin.



Kanadadagi Saskachevan konida yillik ishlab chiqarish quvvati 614 ming/t  $\text{K}_2\text{O}$  bo'lgan zavod mavjud. Unda yer ostida kaliy qatlami 1200-1600 m chuqurlikda suv bilan eritib olinadi. Hosil bo'lgan namokob fraksion kristallash usuli bilan qayta ishlanadi: bug'latish jarayonida natriy xlor kristallanadi; NaCl kristallari ajratilgandan so'ng, eritma tarkibidan KClni ajratib olish uchun vakuum-kristallizatsiyaga yuboriladi.



**9-rasm. Yer ostida eritish kamerasining hosil bo‘lishi va namokob olish qudug‘i jihozlari.**

Yerostida eritish selektiv faqat KCl-ni eritib ajratib olish orqali yoki kongruentn usulda, ya‘ni eritma tarkibidagi NaCl:KCl nisbati ma‘danda qanday nisbatda bo‘lsa o‘sha miqdorda bo‘lishi kerak. Amaliyot shuni ko‘rsatdiki, KCl ni selektiv ishqorlab yuvib (eritib) ajratish samarasiz, chunki galit kamerada yig‘ilib qoladi va erituvchini silvin kristallariga yetib borishini qiyinlashtiradi. Sanoatda kaliy ma‘danlarini to‘liq eritish usuli keng ko‘lamda qo‘llaniladi.

Yerostida eritish 2 ta usulda olib boriladi: zinasimon (qatlam-qatlam ketma-ketligida) va gidro qo‘porish. Ikkala usulda ham eritish kamerasini erituvchi bilan yuvishga tayyorlab olish kerak: qayta ishlanayotgan qatlamni tayyorlash o‘lchamlari – balandligi 1,5-2 m va maydoni 8-10 ming m<sup>2</sup>. Katta eritish maydoni olishdan maqsad - to‘yinganga yaqin konsentrasiyadagi namokob olishdir.

Kaliy tuzli quduq qatlami to‘liq chuqurligigacha qayta ishlanadi. Qudug kolonna bilan mustahkamlanadi. Ma‘dan va kolonna devorlari orasi sement aralashmasi bilan to‘ldiriladi va ichki qismiga 2ta «truba ichida truba» sistemasi bo‘yicha kolonna o‘rnatiladi (4.5-rasm).

Tayyorlash bosqichida ustki qismini himoyalash uchun kameraga tuzlarga nisbatan inert bo‘lgan moddalar (asosan neft), solyarka yoki siqilgan havo beriladi. Xalqasimon tirqish orqali tuzni eritish uchun issiq suv beriladi, eritma esa kolonnaning o‘rta qismidan chiqarib olinadi. Gidrofob suyuqlik kamera yuqori qismini erib ketishidan saqlab turadi va kamera diametri asta-sekin talab etilgan 100-120 m kattalikkacha kengayib boradi. Tayyorlash bosqichi 350 dan 500 sutkagacha davom etadi va natijada 250 ming m<sup>3</sup> past konsentrasiyali (40-170 kg/m<sup>3</sup> NaCl) tuzli namokob hosil bo‘ladi. Bu tuzli eritmalar tashlab yuboriladi yoki osh tuziga qayta ishlash uchun to‘yintiriladi.

Gidro qo‘porish usulida gidrofob suyuqlik qisman so‘rib olinadi va kamera yuqori qismida intensiv erish jarayoni ketadi, chunki erituvchi suv eritmaga

qaraganda zichligi kichik. Quduq tubida to'yinmagan eritma yig'iladi. Qayta ishlash natijasida kamera balandligi kattalashadi va silindrga yaqin bo'lgan shaklga ega bo'ladi.

Yerostida qatlamlarini ketma-ket eritish usulida kamera tubida bir qism gidrofob modda saqlanib qoladi, qatlam esa 3-6 m balandlikda zinasimon qilib qayta ishlanadi. Shu bilan birga, suv beruvchi va namokobni so'ruvchi kolonnalar rostanib turiladi.

Galurgiya ilmiy-tadqiqot instituti ma'lumotlariga ko'ra yerostida eritish usuli quyidagi hollarda maqsadga muvofiq: 1) ma'dan suvda eruvchan moddalardan tashkil topgan bo'lsa, masalan, silvinit, hartzalt va karnallit ( $MgCl_2$  miqdori 5% gacha) bo'lsa; 2) ma'danda KCl miqdori 20% dan kam bo'lmasa; 3) 1000 metrgacha bo'lgan chuqurlikda ma'dan qalinligi 5 m dan kam bo'lmasa, katta chuqurliklarda minimal 10 m ga teng bo'lsa; 4) ma'dan chuqurligi 12 km bo'lganda; 5) konditsion ma'dan zahirasi 500 mln.t dan kam bo'lmagan holda.

Tuzlarni yerostida eritib, namokoblarni yuqorida qayta ishlashning afzalliklari: ma'danlarni 1000-1200 m chuqurlikda qayta ishlash imkoni borligi, ammo shaxtali usul uchun bu rentabel emas; shaxta usuliga noloyiq, erimaydigan aralashmalar miqdori yuqori bo'lganda, ma'danlarni to'liq qayta ishlash imkoniyatlarining borligi; xom-ashyo olish uchun kapital mablag'lar sarfining kamayishi; ma'dan konlarini ekspluatatsiyaga topshirish muddatining 5-6 yildan 2-3 yilgacha qisqarishi; bo'laklash, silvinitni eritish va loyli shlamlarni yuvish jarayonlari bo'lmaganligi uchun qayta ishlashning texnologik bosqichlarining kamayishi; ishlab chiqarishda faqat toza namokoblar ishlatilishi texnologiya va jarayonlarni avtomatlashtirishni soddalashtiradi; juda og'ir bo'lgan yerosti ishlarining qisqarishi; atrof muhitni kam ifloslanishi.

Yerostida ishqorlab yuvish (eritish) usulining kamchiliklari: qatlamdan foydali komponentlarni ajralish ko'rsatkichi kichik (25-30%); ishqorni bug'latish uchun ko'p miqdorda issiqlik sarflanadi, bu esa namokobni qayta ishlash narxini oshirib yuboradi.

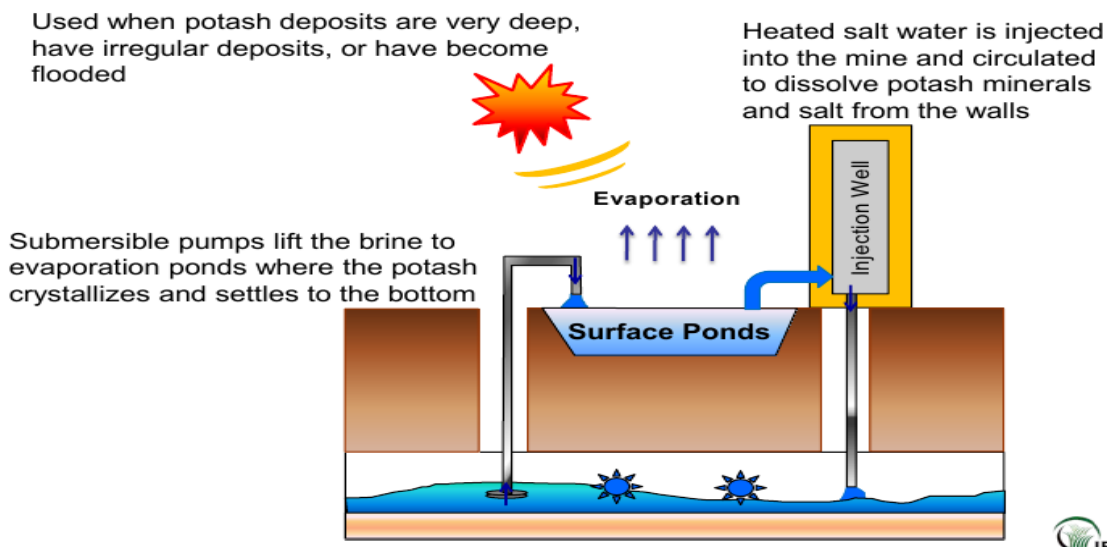
Kaliy ma'danlarini yerostida eritish tog'-geologik sharoitlari mosligiga va namokobni konsentrlash natijasida olingan osh tuzini sotish yoki ishlatish sohalari mumkin bo'lgan hollarda qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Kichik chuqurlikda va qatlam qalinligi kichik bo'lganda yerostida ishqorlab eritish usuli iqtisodiy jihatdan samarasiz. Shuning bilan birga, ma'dan qatlamining joylashishi 1000 m dan chuqurda bo'lsa, ushbu usul eng qulayidir.

Tabiiy tuzli namokoblardan kaliy xlorid olish. Dengiz suvi kaliy tuzlari va boshqa foydali elementlarning tuganmas manbaidir. Shuning uchun, galurgik xom-ashyoni qayta ishlashda kompleks sxemalar qo'llaniladi. Hozirda rapalarni qayta ishlashda soda, sulfat natriy, xlorli kaliy, kaliy sulfati, suyuq brom, bromidlar, tozalangan ma'dan, brom kislota, natriy piroborati, litiy karbonati va fosfatlari olinadi.

## Solution Mining

Used when potash deposits are very deep, have irregular deposits, or have become flooded

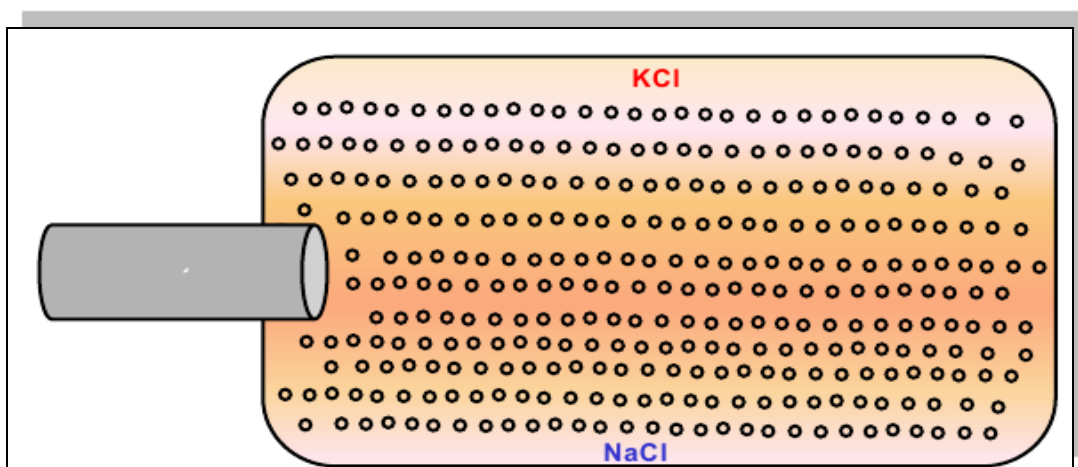


Tuzlarni o'ta to'yingan eritmalaridan bug'latish, vakkum-kristallash va kristallash usullari yordamida ajratishga asoslangan. Bug'latish uch korpusli bug'latish qurilmalarida majburiy sirkulyatsiyali, eritma va isituvchi bug' qarama-qarshi harakatlenganda olib boriladi. Bug'latish jarayonida quyidagi tuzlar kristall holida ajraladi:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{Na}_2\text{SO}_4$  (briket) va kam miqdorda  $\text{Li}_2\text{NaPO}_4$ . Keyingi vakuum-kristallashda  $\text{KCl}$  olinadi. Hosil bo'lgan eritma ma'danga nisbatan o'ta to'yingan, lekin ma'dan o'z-o'zidan ajralib chiqmaydi.

Tabiiy tuzlarni ajratib olish uchun sun'iy hovuzlarda bug'latiladi. Bu jarayonda dinamik hovuz deb atalgan sistemasidan foydalaniladi. Bunda, kichik tezlikda harakatlanayotgan zigzagsimon oqim bilan bir necha hovuzlar qatoridan o'tkazilib bug'lanishi ta'minlanadi.

Qazib olingan silvinitni qayta ishlashni flotatsiya va galurgik usullarni solishtirish

Tarkibida kaliy bo'lgan xom ashyoni kaliy tuziga qayta ishlash turli texnologik sxema bo'yicha amalga oshiriladi. Ushbu sxemalar quyidagi usullarga asoslangan:



1. Qayta ishlov berilayotgan ma'danning erishi va uning tarkibidagi tuzlarni alohida-alohida kristallab ajratish **kimyoviy yoki galurgik usul** deb nomlanadi.
2. Kaliy ma'danini **flotatsion boyitish usuli** g'oyat oddiy. Shuning uchun ma'danni qayta ishlash yuqori temperaturada emas, normal temperaturada amalga oshiriladi.

Silvinitlarni galurgik usul bilan qayta ishlash SKMB (Solikamsk kaliy ma'dani boshqarmasi) va BKMB (Berezniki kaliy ma'dani boshqarmasi) da olib borilmoqda. Boshqa qolgan korxonalar, «Uralkaliy» va «Belarus kaliy» IchB flotatsion usuli bilan qayta ishlaydi. Ma'danni flotatsion usuli bilan boyitish xorijning ko'pgina kaliy korxonalari (AQSh, Kanada, Germaniya va boshqalar) da ham joriy qilingan.

**Kaliy xloridi ishlab chiqarishda asosan termik eritish (galurgik) yoki flotatsiya usulidan foydalaniladi.**

**Termik eritish** KCl va NaCl larning bir xil temperaturada har xil erishiga asoslangan, bunda kaliy va natriy xloridlarga ajratiladi.

**Yutug'i:** mahsulotning toza olinishi, yaxshi fizik xarakteristikaga egaligi, chiqindi hisoblanadigan tuzning reagentlardan holiligi va uning tayyor mahsulot – osh tuzi ekanligi, turli tarkibli xom ashyoni ishlatish mumkinligidir.

**Kamchiligi:** texnologik jarayonning murakkabligi, yuqori energiya sarfi, qurilmalarning tezkor roziyalanishi, mahsulotga bo'lgan yuqori talab, qayta ishlashning qimmatligi hisoblanadi.

**Flotatsiya** kaliy xlorid va natriy xloridlarning turlicha gidrofoblanishiga asoslangan. Bunda reagentning ta'siri orqali KCl va NaCl bir biridan ajratiladi.

**Yutug'i:** texnologik jarayonni ekspluatatsiya qilishning osonligi, ishlab chiqarishning doimiy haroratda olib borilishi, energiya sarfining kamligi, termik usulga qaraganda qurilmalar korroziyasining kamligi, mahsulot sifatiga talab yuqori emasligi, ishlab chiqarishning arzonligidir.

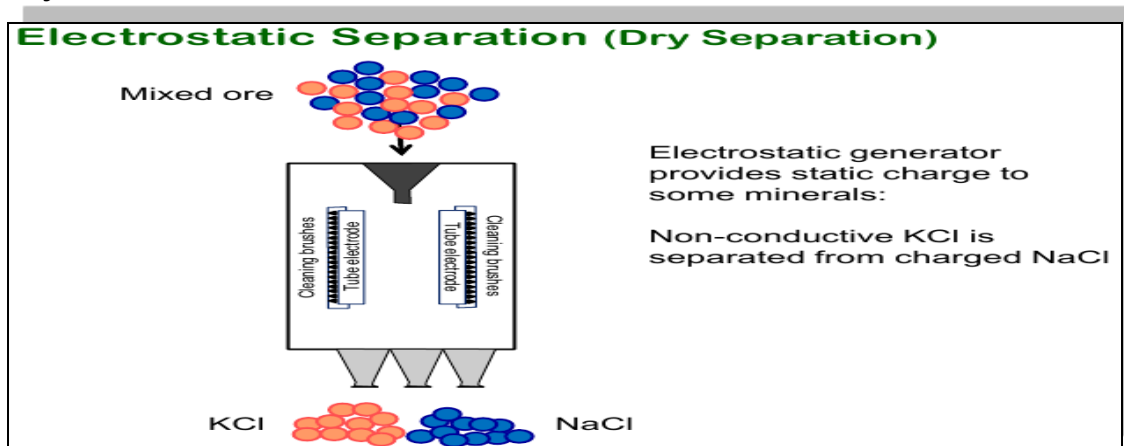
**Kamchiligi:** mahsulotning sifati yuqori emasligi, reagentlarning qo'llanilishi, katta miqdorda chiqindi hosil bo'lishi, uni to'g'ridan to'g'ri ishlatib bo'lmazligi va mahsulot faqat qishloq xo'jaligi uchun yaroqliligidir.

**3. Boyitishning boshqa usullari.** Buning uchun silvinit maydalaniladi va shlamsizlantiriladi, so'ng qattiq modda va eritmada iborat suspenziya tayyorlaniladi, unga mazut, kerosin yoki boshqa sovunsiz suvda erimaydigan neft mahsulotlari, shuning dekreagentlar ham (alifatikaminlar) qo'shiladi. Undan keyin suspenziya tebranuvchi qurilmaga beriladi va 79% KCl saqlagan mahsulot olinadi.

**Kuydirish yordamida boyitish.** Yirik donali silvinit qizdirilganda, galit kristallarining darz ketishi kuzatiladi. Silvin kristallari qizdirishga chidamaydi. Boyitish 400° C da mexanik ta'sirsiz va 450° C da aylanuvchi pechda olib boriladi. Odatda, silvinitni mexanik ta'sir etmasdan qizdirishga qaraganda, aylanuvchi

pechdagi ko'rsatkichlar pastroq bo'ladi. Kuydirish uchun shaxtali pechlarni qo'llash qulaydir. Qizdirish jarayonida silvinitning ustki qatlamidagi chiqindilar, loy aralashmalari kuydirib yuboriladi, chunki ular flotatsion boyitishda bo'kib qolishi mumkin. Shuning uchun silvinitlarni kuydirish – boyitishning eng yaxshi usulidir.

**Elektrostatik boyitish.** Ikkita jism bir-biriga ishqalanganda, ular elektrlanadi. Bunda kichik o'lchamdagi zarrachalar zaryad hosil qiladi, katta kuchlanishda ular elektrostatik maydonga to'g'ri yo'ldan chetga chiqishi mumkin. Silvinitni elektrostatik boyitish usuli shunga asoslangan. Silvinitning alitdan ajratish vaqtida silvinitni dastlabki termik qayta ishlash zaryadni kuchaytiradi va shlam ta'sirini kamaytiradi.



Silvin va galit zarrachalarining zaryadlari ishorasi har hil, qiymati bir hil bo'lgan zaryad hosil qilish uchun reagentlar bilan ishlov berish kerak. Ular ustki qatlamda yupqa qatlam hosil qiladi. Buning uchun, ammiak yog' liaminlar, ftalangidrid, ftal va benzoy kislotalarini qo'llash tavsiya etiladi. Bunday qayta ishlash natijasida silvin musbat zaryadlanadi, galit esa xuddi shu kuchlanishda manfiy zaryadlanadi.

Keltirilgan moddalar elektrostatik boyitishdan oldin silvinitni qayta ishlash uchun tavsiya etiladi.

- organik sulfat kislota anhidridlari va ularning aralash anhidridlari;
- anion moddalar va silikon moyi;
- ammoniy gidrooksidi va so'ndirilgan oxak;
- uglerod atomlarining 6 va undan ko'p molekulali organik moddalari, hamda bir yoki bir nechta  $\text{CO}_4\text{Me}$  yoki  $\text{CO}_3\text{Me}$  guruh aralashmalari;
- yuqori molekulali organik kislotalar, alifatik va sikloalifatik va aromatik murakkab efirlar va ularning tuzlari, boshqa karboksil sulfokislotalar.

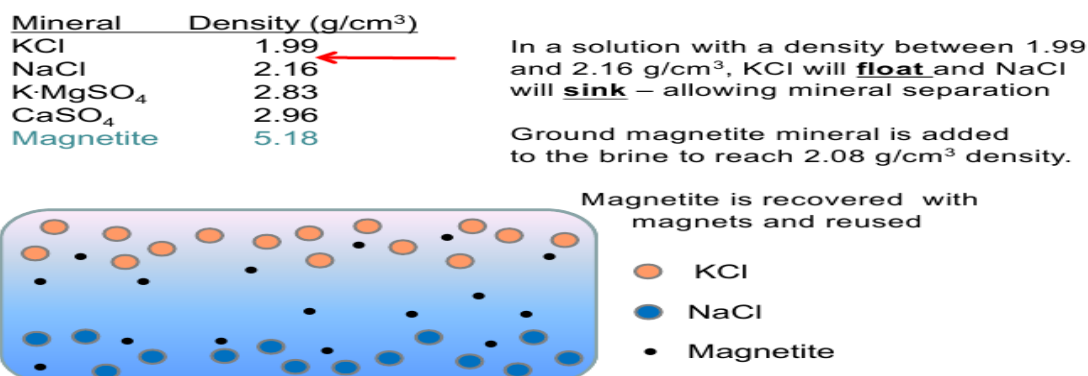
Elektrostatik boyitish usulini silvinit miqdori yuqori bo'lganda qo'llash mumkin. Ko'p bosqichli kombinasiyalangan barabanli seperatorlardan foydalanib, bu jarayon 2 bosqichda olib boriladi.

**Og'ir suspenziyada boyitish.** Agar harakat tezligi juda yuqori bo'lsa va muallaq zarrachalar cho'kmasa, suspenziya yaxlit suyuqlik xususiyatiga ega bo'lib

qoladi. Bunda, suspenziya zichligidan kamzichlikka ega bo'lgan zarrachalar yuqoriga chiqadi, zichligi yuqori bo'lgan zarrachalar esa, pastki qatlamga tushadi. Galitning (**NaCl**) zichligi - 2,17 g/sm<sup>3</sup>, silvinniki (**KCl**) – 1,98 g/sm<sup>3</sup>

Shuning uchun maydalangan silvinitni og'ir suyuqlikka yoki 2,05-2,1 g/sm<sup>3</sup> zichlikdagi suspenziyaga solinsa, silvin yuqori qatlamga chiqadi, galit esa cho'kadi. Og'ir suyuqlik bilan ishlash qulay, lekin bunday arzon suyuqlikni olish juda qiyin. Shu sababli, amaliyotda magnit yoki ferrosilisiyli eritmasidagi **NaCl** va **KCl** to'yingan suspenziyalardan foydalaniladi.

### Heavy-Media Separation of KCl from NaCl



Magnitit va ferrosilisiya suspenziyasi tinch holda turmaydi. Ajratish jarayonini faqat suspenziya harakatdagi qurilmalarda olib borish mumkin. Bunday qurilma gidrosiklon bo'lishi mumkin, chunki unda markazdan qochma kuch ta'sirida katta zichlikka ega bo'lgan zarrachalar qurilma devorlariga borib urilgan zarrachalar spiral yo'nalishida pastga tushadi va ostki shtuser orqali chiqarib olinadi. Ayni shu vaqtda kichik zichlikdagi zarrachalar yuqoriga qarab harakat qiladi va tepada joylashgan shtuserdan chiqariladi. «Yuqori» va «past» tushunchalari bu yerda nisbiydir, chunki gidrosiklon gorizontaal ham bo'lishi mumkin.

Boyitish mahsulotlari tebratkichga tushadi va ikkiga ajraladi: tuz va suspenziyaga, keyin esa yuviladi. Yuvilgan konsentrat quritkichga uzatiladi. Oxirgi holatda mahsulotda 95% KCl va 0,4% H<sub>2</sub>O bo'ladi. Yuvilgandan keyingi suspenziya chiqindiga chiqariladi.

Ammiakli usul. Konsentrlangan (80% va undan ortiq) suv-ammiakli eritmada va suyuq suvsiz ammiakda KCl amalda erimaydi, NaCl ning eruvchanligi esa ancha yuqori bo'ladi.

Nabiyev M.N silvinitni konsentrlangan (80-90% NH<sub>3</sub>) suv-ammiak eritmasida eritishni taklif qildi. Galitni eritgandan so'ng, fazalarga ajralgandan keyin KCl suvda erimaydigan moddalar, angidridlaridan iborat cho'kma hosil bo'ladi. Ammiak haydalib quritilgandan keyin 86-89% texnik KCl olinadi. Kaliy ma'danining o'zlashtirilish darajasi 97-98% bo'lganda, eritmadan ammiak bug'latilib ajratilgandan so'ng 99,8% NaCl olinadi.

### **Nazorat savollari:**

- 1.Kaliyning xalq xo'jaligidagi roli.
- 2.Kaliy ma'danilarining tarqalishi.
- 3.Kaliy ma'danilarini qazib olishning qanday usullari bor?
- 4.Kaliy ma'danini qazib olishni shaxtali usuli.
- 5.Kaliy ma'danini qazib olishni yerostida eritishni shaxtali usul bilan solishtiring?
- 6.Kaliy ma'danlarini dunyo bo'yicha tarqalishi qanday.
- 7.Kaliy ma'danini qazib olishda ishlatiladigan asosiy uskuna va jihozlari to'g'risida aytib bering.
- 8.Kaliyni dunyo bo'yicha ishlab chiqish va ishlatish holati qanday.
- 9.Flotatsiya usuli nimaga asoslangan.
- 10.Galurgiya va flotatsiya usullarini solishtiring.
- 11.Flotatsiya usulining afzallik va kamchiliklari nimada?
- 12.Kaliy ma'danini flotatsiya usulida boyitish jarayonining ketma-ketligi qanday?
- 13.Reogent bo'limining sxemasi
- 14.Flotatsiya usulida boyitishning asosiy uskuna va jihozlari to'g'risida aytib bering.
- 15.Reogentlarning qanday turlari bor.
- 16.DKUZ texnologik tizimini ayting.

### **Foydalaniladigan adabiyotlar:**

- 1.Horst Marschner Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press, USA, 2012, pp. 3-14
- 2.IFA Strategic Forum, Paris, November 2015. "Short-Term Fertilizer Outlook" P. Heffer and M. Prud'homme, IFA. p.2
- 3.IbragimovG.I., ErkayevA.U., YakubovR.Ya., TurobjonovS.M. Kaliyxlortexnologiyasi. – Toshkent, "Muharrir", 2010. – 200 b.
- 4.Department of Primary Industries and Mines. (2014). Data of potash mineral: Report of investigation, Bangkok, Thailand: Author.
5. Rattanakawin, C. (2015). Experiment 10: Soluble salts flotation. Lecture note in laboratory of mineral processing II (pp.54-56). Chiang Mai, Thailand: Chiang Mai University.
6. Chairaj Rattanakawin\*, Woraruethai Lakantha, and Ittirit Kajai . Flotation of sylvinite from Thakhek, Lao, P.D.R. / Songklanakarin J. Sci. Technol. 41 (3), 545-550, May – Jun. 2019.

## **5-mavzu: Yuqori texnologiyaga asoslangan keramika, shisha va bog‘lovchi buyumlar ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalari**

### **Reja:**

**3.1.** Mahalliy resurslar haqida tushuncha. Ularni aniqlash, tanlash va boyitish. Silikat materiallar ta‘rifi va tasniflanishi. .

**3.2.** Chet el davlatlarida (AQSh, Angliya, Germaniya, Yaponiya) keramik (silikat) materiallari qo‘llanilish sohasi bo‘yicha tasniflanishi va nomlanishi.

**3.3.** Yuqori texnologiya asosida tayyorlangan silikat materiallarining asosiy fizik-kimyoviy va fizik-mexanik hossalari. Yuqori texnologiyaga asoslangan keramika, shisha va bog‘lovchi buyumlar ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalari.

**3.4.** Kamyob, nodir va tarqoq metallarni sinflanishi. Yer qobig‘ida kamyob yer va nodir, tarqoq metallarni tarqalishi.

**3.5.** Kamyob, nodir va tarqoq metallarning asosiy fizik-kimyoviy va fizik-mexanik hossalari.

**Tayanch iboralar:** *texnologiya, kimyoviy texnologiya, texnologik operatsiya, xom ashyo, silikat, keramika, bog‘lovchi, shisha, shisha kristall, maishiy-xo‘jalik, texnika, qurilish, portland sement, g‘isht, chinni, sopol, olovbardosh, havoda qotadiga bog‘lovchi, suvda qotadigan bog‘lovchi, mineral, kamyob element, tarqoq elementlar, energetika, asosiy metallar, “by-products”, ekstraksiya, ion almashinish, aralashmalardan tozalash, ekstraktiv metallurgiya, innovatsion riojlanish, rudalar, metallarning sinflanishi, boyitish jaraynlari, gidro metallurgiya, pirometallurgiya, mineralogiya, atrof muhit, nodir metallar*

### **1. Mahalliy resurslar haqida tushuncha. Ularni aniqlash, tanlash va boyitish. Silikat materiallar ta‘rifi va tasniflanishi.**

Strategik resurslar deb, mamlakatning stabil iqtisodiy rivojlanishini va xavfsizligini ta‘minlaydigan xom ashyolarga aytiladi. Bunday resurslar geosiyosiy va tashqi xalqaro aloqalar va boshqa holatlardan kelib chiqib belgilanadi. Hozirgi kunda quyidagi resurslar, yoqilg‘i-energiya resurslar, rangli va kamyob metall rudalari, qimmatbahotoshlar, suv resurslari va mineral rudalarni strategik resurslarga kiritish mumkin.

Strategiya resurs bazasini, aniq bir hududning holatini va kompleks rivojlantirishning istiqbolli rejalari mavjudligini hisobga olgan holda yangi ishlab chiqarish quvvatlarini, infratuzilmaviy va ijtimoiy obyektlarni rivojlantirish va joylashtirishni asoslaydi, ekologik toza texnologiyalardan foydalanishni, tabiiy boyliklardan samarali foydalanishni, kadrlar tayyorlashni hisobga olgan holda ustuvor investitsiya takliflarini shakllantirishga qo‘yiladigan talablarni belgilaydi;

nohush ijtimoiy-iqtisodiy vaziyatga tushib qolgan alohida hududlar uchun alohida imtiyozlar va preferensiyalar berish chora-tadbirlarini ishlab chiqadi.

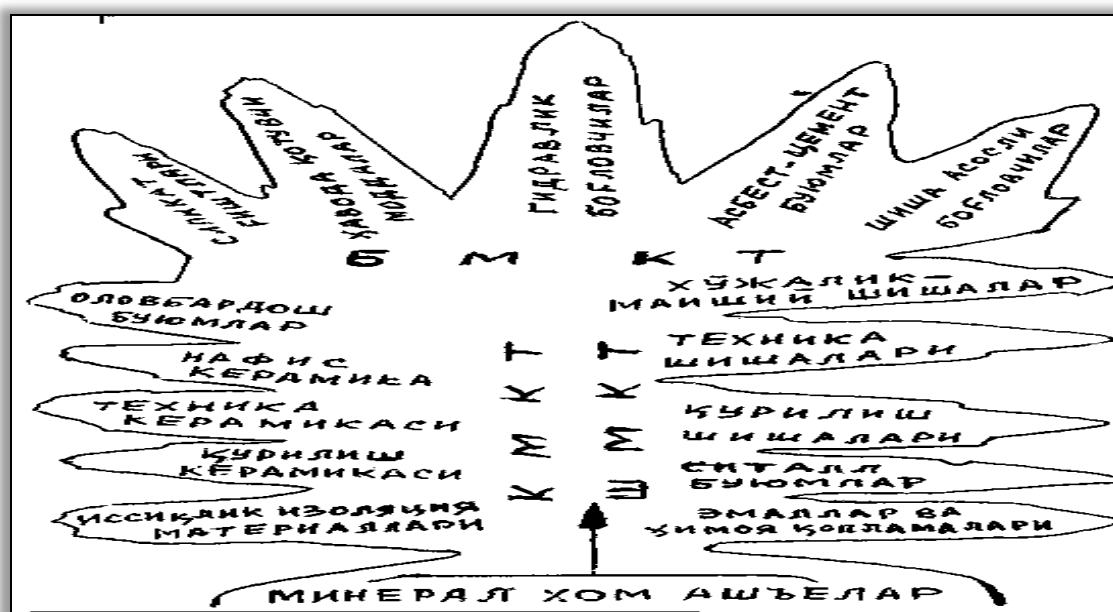
Silikat materiallar kimyoviy texnologiyasi uch katta sohadan iborat:

1. Keramika va olovbardosh materiallar kimyoviy texnologiyasi;
2. Shisha va sitallar kimyoviy texnologiyasi;
3. Bog'lovchi moddalar kimyoviy texnologiyasi;

Keramika, shisha va bog'lovchi modda asosida olingan material va buyumlar nihoyatda xilma-xildir. Ular tashqi yuza ko'rinishi bo'yicha monolit (yig'ma konstruksiya, g'isht, chinni-sopol, shisha va sitall buyumlari) holda olinishi, turli soha-texnika, qurilish va xo'jalikda ishlatilishi, turli uslubda ishlov olgan bo'lishi va qolaversa turli-tuman kimyoviy tarkibiga ega bo'lishi mumkin.

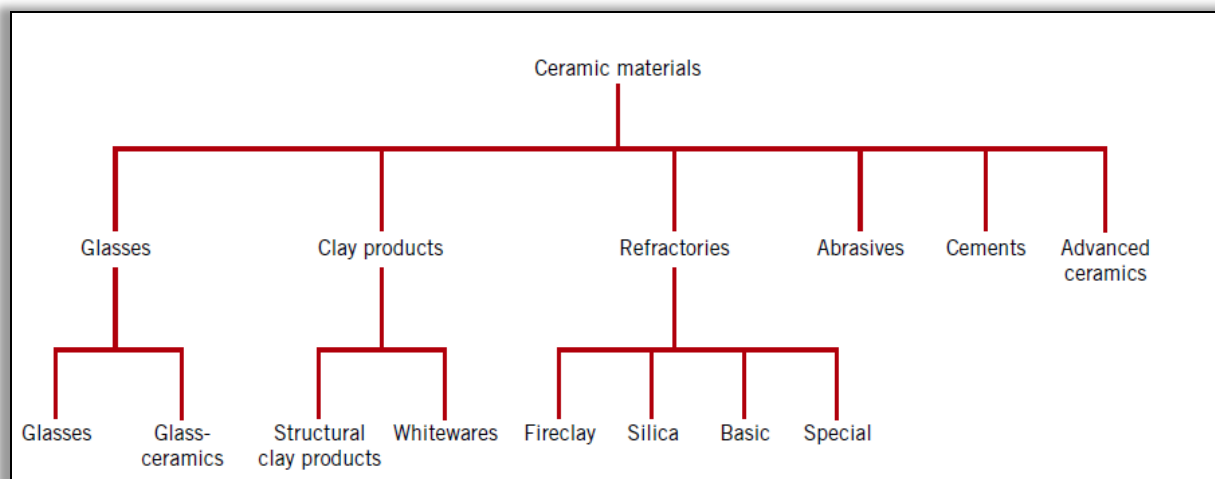
Keramika, shisha va bog'lovchi modda asosidagi mahsulotlar birinchi navbatda silikatlar asosida olingan. Yer po'stining 75 pro senti silikatlardan tashkil topgan, yana 12 pro senti esa ozod kremnezemdan iboratligini inobatga olsak, ularning hayotimizdagi katta roli oydinlashadi. Keramika va shisha, bog'lovchi modda tarkibi turli-tuman bo'lgan xom ashyolardan pishirish va eritish orqali olinadi. Shuning uchun ularning xususiyatlari o'zgaruvchan bo'ladi va turlicha klassifikasiyalanadi.

Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar klassifikatsiyasi asosida moddalarning xossalari, tadbiq etish sohasi, kimyoviy-mineralogik tarkib va boshqalar yotadi:



5.1-rasm. "Daraxt" ko'rinishda silikat materiallar klassifikatsiyasi.

Chet el davlatlarida (AQSh, Angliya, Germaniya, Yaponiya) keramik (silikat) materiallari qo'llanilish sohasi bo'yicha tasniflanishi va nomlanishi.



## 5.2-rasm. Chet el davlatlarida (AQSh, Angliya, Germaniya, Yaponiya) keramik (silikat) materiallari tasnifi va nomlanishi

Xossa-xususiyatlariga ko‘ra silikat materiallar uchta katta qismga – bog‘lovchi moddalar, keramika va shisha moddalar asosidagi mahsulotlariga bo‘linadi.

Birinci qism mahsulotlari “Bog‘lovchi moddalar texnologiyasi” asosida olinadigan mahsulotlar bo‘lib, ularga gips, ohak va magnezial bog‘lovchilari hamda sement (roman sement, portland sement, pussolan sement, giltuproq sement, shlak sement va hokazo) kiradi. Bog‘lovchi moddalar o‘z navbatida ikki katta guruhga – havoga qotadigan (ohak, gips va magnezial bog‘lovchilari, suyuq shisha va suvda qotadigan gidravlik ohak, sement) materiallarga bo‘linadi. Bog‘lovchi moddalarni yana kislotaga chidamlilik nuqtai nazaridan ham ikki guruhga bo‘lish mumkin.

Ikkinchi qismga “Keramika va olov bardosh materiallar texnologiyasi” asosan ishlab chiqariladigan buyumlar kiradi. Bular uch katta gruppaga - an‘anaviy keramika (qurilish va nafis keramikasi), texnika keramikasi (yuqori o‘tga chidamli oksidli keramika, silikat va alyumosilikatli keramika, titanatliferritli, karbidlinitridli, boridli va silisidli keramika) va o‘tga chidamli materiallar (alyumosilikatli-, dinasli-, magnezitli-, shpinelli-, forsteritli modda va hokazo) dan tashkil topgan.

Uchinchi qism mahsulotlari “Shisha va sitallar texnologiyasi” asosida birlashgan. Shisha qurilish (deraza oyna, toblangan oyna, profilli oyna, parchalanmaydigan oyna, bezakbop rangli oyna, shisha blok, ko‘pik shisha, shisha gazlama), texnika (optika, nurli texnika, elektronika, elektr izolyatsiyasi, kimyoviy laboratoriya, ampulali tibbiyot, kvars shisha va hokazo) hamda maishiy-xo‘jalik (billur, rangli va rangsiz shisha, oynak, ko‘zgu, archa va bezak) shishalari guruhlaridan tashkil topgan. Sitallar esa xom ashyo turiga qarab texnika sitalli (fotositall, sitalsement, spodumenli, kordiyeritli, qo‘rg‘oshinli sitall) hamda sanoatchilik indeksi va tog‘ jinsi sitalli (shlak sitall, kul sitall, petro sitall) ga bo‘linadi.

William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 503 p



5.3-rasm. Portland sement turlari.

1 -Jadval. Sement va betonlar kimyoviy tarkibi va qo‘llanilish sohalari

Generic cements and concretes

| Cement          | Typical composition                                 | Uses                                                                             |
|-----------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Portland cement | $\text{CaO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ | Cast facings, walkways, etc. and as component of concrete. General construction. |

### TADBIQ ETISH SOHASIGA KO‘RA BO‘LINISHI.

Materiallarni iste‘mol (tatbiq) etish sohasiga ko‘ra ham keramika, shisha va bog‘lovchi moddalar uchta katta qismga bo‘linadi (3.2-3.4 jadvallar):

Qurilish va sanoat qurilishi materiallari guruhiga qurilish keramikasi mahsulotlari, o‘tga chidamli materiallar, qurilish shishasi va bog‘lovchi moddalar kiradi.

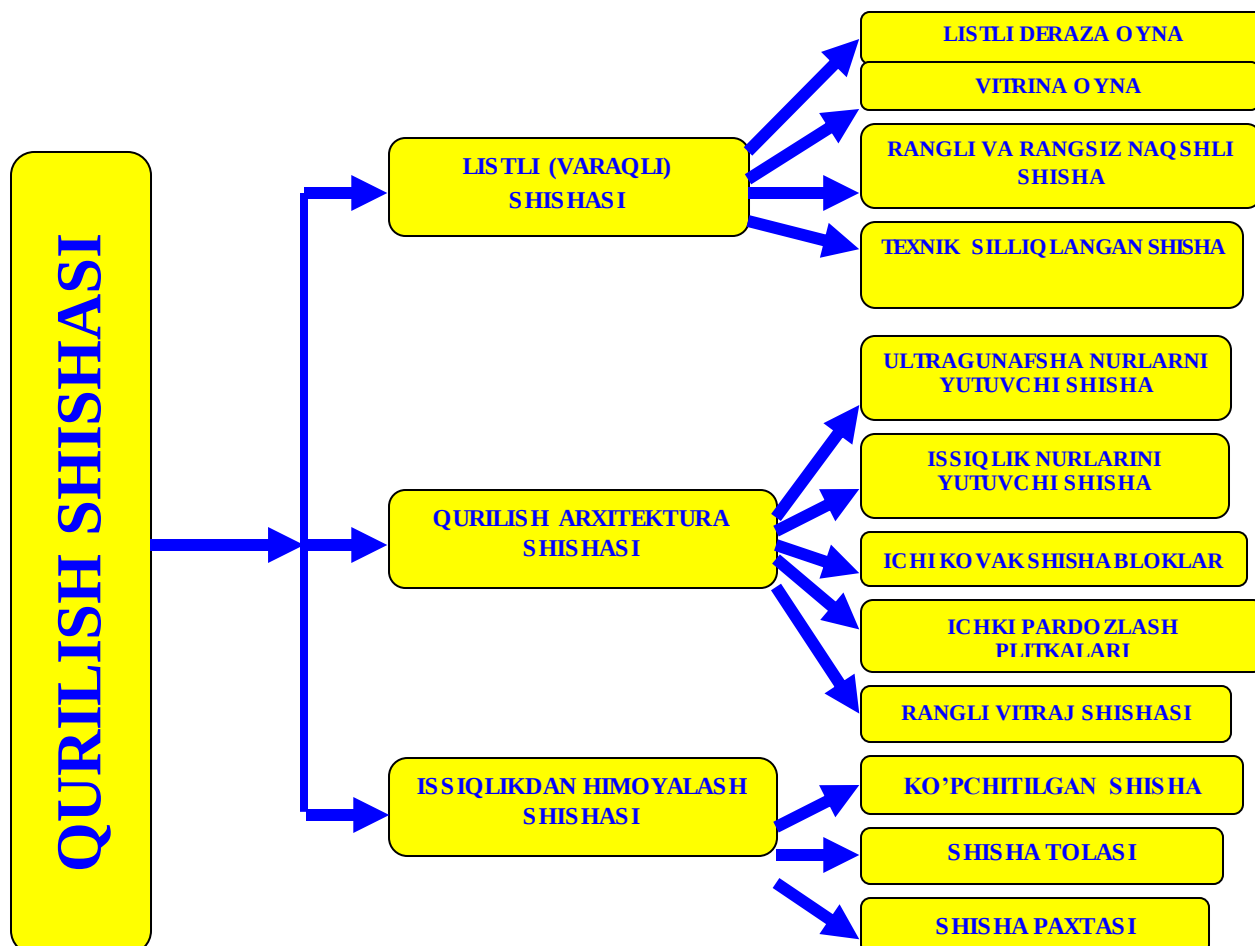
- 1) qurilish va sanoat qurilishi materiallari;
- 2) texnika materiallari;
- 3) maishiy-xo‘jalik materiallari.

Qurilish keramikasi devorbop, tomga va fasadga oid keramika, polplitkasi, kanalizatsiya uchun ishlatiladigan sopol quvurlar, kimyoviy chidamli keramika, filtrlovchi kovak keramika, keramzit, agloporit va sanitariya-qurilish sopol buyumlaridan tashkil topgan.

D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2006. -148 p

Keng ko‘lamda sanoat qurilishida ishlatiladigan o‘tga chidamli materiallar kimyoviy-mineralogik tarkibiga hamda ishlab chiqarish texnologiyasiga qarab sakkiz turga (qum tuproqli, alyumosilikatli, magnezialli, xromli, sirkonili, uglerodli, oksidli va kislorodsiz modda) ajraladi.

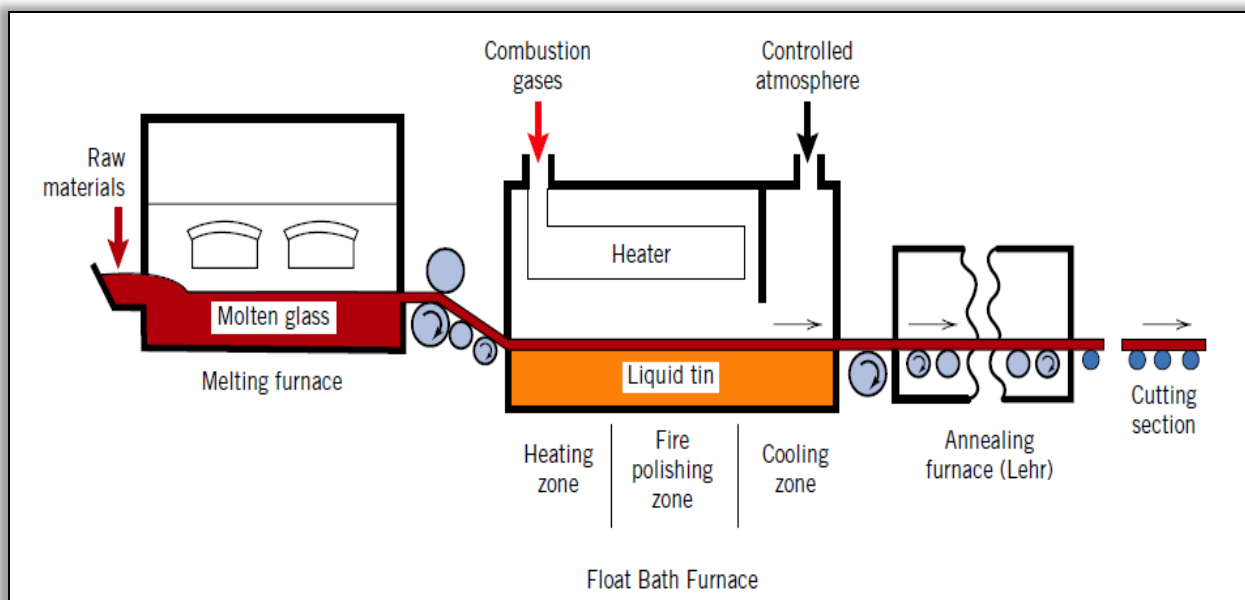
Texnikada qo‘llanuvchi materiallar asosan texnika keramikasi, texnika shishasi va texnikaviy sitalli guruhlarga mansub. Elektron texnika materiallari va buyumlari ham tadbqiq etish sohasiga ko‘ra tegishli guruhlarga ajraladi.



5.4- rasm. Qurilish shisha materiallar turlari.

2-Jadval. Shisha materiallar kimyoviy tarkibi

| Generic glasses    |                                                                              |                                                                                                                                |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Glass              | Typical composition (wt%)                                                    | Typical uses                                                                                                                   |
| Soda-lime glass    | 70 SiO <sub>2</sub> , 10 CaO, 15 Na <sub>2</sub> O                           | Windows, bottles, etc.; easily formed and shaped.                                                                              |
| Borosilicate glass | 80 SiO <sub>2</sub> , 15 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 5 Na <sub>2</sub> O | Pyrex; cooking and chemical glassware; high-temperature strength, low coefficient of expansion, good thermal shock resistance. |



### 5.5 -Rasm. Listli shisha ishlab chiqarish texnologik tizimi.

Texnika keramikasi 6 tur mahsulotlarni o‘z ichiga oladi: yuqori o‘tga chidamli oksidlar keramikasi; silikat va alyumosilikatlar asosidagi keramika; titan ikki oksidi, titan, sirkonat va boshqa birikmalar asosida yuqori dielektrik o‘tkazuvchanligiga ega bo‘lgan keramika; ferrosipinel va boshqa birikmalar asosida magnit xossali keramika; baland haroratda eriydigan kislorodsiz birikmalar asosidagi keramika va kernetlar. Kimyo sanoatida keng qo‘llanuvchi va alyumosilikatli keramika asosida tayyorlangan buyumlarning umumiy ko‘rinishi 3.6-rasmda keltirilgan. Bunday buyumlar issiqlik va sovuqlikka chidamliligi, bosim va vakuum sharoitlarida yaxshi ishlashi bilan ajralib turadi.



5.6-rasm. Alyumosilikatdan tayyorlangan olovbardosh buyumlar (tigel, lodochka trubkalar).

### 3-Jadval. Olovbardosh keramik materiallar kimyoviy tarkibi va g'ovakligi ko'rsatkichlari.

**Table 13.2 Compositions of Five Common Ceramic Refractory Materials**

| Refractory Type       | Composition (wt%) |         |       |           |           |       | Apparent Porosity (%) |
|-----------------------|-------------------|---------|-------|-----------|-----------|-------|-----------------------|
|                       | $Al_2O_3$         | $SiO_2$ | $MgO$ | $Cr_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | $CaO$ |                       |
| Fireclay              | 25–45             | 70–50   | 0–1   |           | 0–1       | 0–1   | 10–25                 |
| High-alumina fireclay | 90–50             | 10–45   | 0–1   |           | 0–1       | 0–1   | 18–25                 |
| Silica                | 0.2               | 96.3    | 0.6   |           |           | 2.2   | 25                    |
| Periclase             | 1.0               | 3.0     | 90.0  | 0.3       | 3.0       | 2.5   | 22                    |
| Periclase–chrome ore  | 9.0               | 5.0     | 73.0  | 8.2       | 2.0       | 2.2   | 21                    |

**Source:** From W. D. Kingery, H. K. Bowen, and D. R. Uhlmann, *Introduction to Ceramics*, 2nd edition. Copyright © 1976 by John Wiley & Sons, New York. Reprinted by permission of John Wiley & Sons, Inc.

Keramika va olovbardosh materiallar ishlab chiqarishning paydo bo'lish davriga ko'ra an'anaviy va noan'anaviy qismlariga ajraladi. An'anaviy keramika esa 3 turga bo'linadi:

1. Qurilish keramikasi (qurilish g'ishti va boshqalar);
2. Maishiy-xo'jalik va dekorativ keramikasi (sopol, chinni va boshqalar);
3. Olovbardosh buyumlar keramikasi (shamot g'ishti va boshqalar).

Noan'anaviy keramikaga texnika keramikasi (elektr izolyator va boshqalar) kiradi.

Keramika materiallari iste'mol (tatbiq) etish sohasiga ko'ra uch katta qismga bo'linadi: 1) qurilish va sanoat qurilishi materiallari; 2) texnika materiallari; 3) maishiy-xo'jalik materiallari.

Qurilish va sanoat qurilish materiallari guruhiga qurilish keramikasi mahsulotlari va o'tga chidamli materiallar kiradi. Qurilish keramikasi devorbop, tomga va fasadga oid keramika, polplitkasi, kanalizatsiya uchun ishlatiladigan sopol quvurlar, kimyoviy chidamli keramika, filtrlovchi kovak keramika, keramzit, agloporit va sanitariya qurilish sopol buyumlaridan tashkil topgan. Keng ko'lamda sanoat qurilishida ishlatiladigan o'tga chidamli materiallar kimyoviy mineralogik tarkibi hamda ishlab chiqarish texnologiyasiga qarab o'n turga (qum tuproqli, alyumosilikatli, magnezialli, magnezial shpinelli, xromli, sirkonli, uglerodli, karbid kremniyli, oksidli va kislorodsiz modda) ajratiladi. Ular ham o'z navbatida kompozitsiya tashkil etuvchi asosiy xom ashyo minerallari miqdorining o'zaro nisbati asosida 18 turga bo'linadi.



5.7- rasm. Qurilish g'isht turlari: rangli va g'ovakli g'ishtlar.

#### Generic vitreous ceramics

| Ceramic   | Typical composition                    | Typical uses                   |
|-----------|----------------------------------------|--------------------------------|
| Porcelain | Made from clays: hydrous               | Electrical insulators.         |
| China     | alumino-silicate such as               | Artware and tableware tiles.   |
| Pottery   | $Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$ mixed with other | Construction; refractory uses. |
| Brick     | inert minerals.                        |                                |

#### 4- Jadval. Asosiy keramik materiallar tarkibi va qo'llanilish sohalari

Texnikada qo'llanuvchi materiallar asosan texnika keramikasi guruhiga mansub. Texnika keramikasi 6 tur mahsulotlarni o'z ichiga oladi: yuqori o'tga chidamli oksidlar keramikasi, elektroizolyatsiyaga moyil silikatli va alyumosilikatli keramika, yuqori dielektrik o'tkazuvchanligiga ega bo'lgan keramika, magnit xossalariga ega bo'lgan keramika, baland haroratda eriydigan kislorodsiz birikmalar asosidagi keramika va kermetlar.

## Generic high-performance ceramics

| Ceramic                  | Typical composition                      | Typical uses                          |
|--------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| Dense alumina            | $\text{Al}_2\text{O}_3$                  | Cutting tools, dies; wear-resistant   |
| Silicon carbide, nitride | $\text{SiC}$ , $\text{Si}_3\text{N}_4$   | surfaces, bearings; medical implants; |
| Sialons                  | e.g. $\text{Si}_2\text{AlON}_3$          | engine and turbine parts; armour.     |
| Cubic zirconia           | $\text{ZrO}_2 + 5\text{wt}\% \text{MgO}$ |                                       |

### 5-Jadval. Asosiy texnika keramik materiallar kimyoviy tarkibi va qo'llanilish sohalari

Maishiy xo'jalik materiallari va buyumlari asosan nafis keramika guruhidan tashkil topgan. Nafis keramika buyumlari 2 turga – chinni va sopol buyumlariga bo'linadi. Maishiy xo'jalik buyumlarini yana o'tga chidamli materiallar asosida ham olish mumkin.



#### 5.8- rasm. Maishiy xo'jalik chinni buyumlari

**3. Yuqori texnologiya asosida tayyorlangan silikat materiallarining asosiy fizik-kimyoviy va fizik-mexanik hossalari. Yuqori texnologiyaga asoslangan keramika, shisha va bog'lovchi buyumlar ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalari.**

Keramika buyumlari o'tga chidamlilik nuqtai nazaridan ikki katta guruhga ajraladi:

1. Oddiy keramika buyumi va materiallari - qurilish g'ishti, sopol, chinni, koshin, quvur va boshqalar. Ularning shakli  $1580^\circ \text{C}$  li haroratda o'zgaradi. Odatda qurilish g'ishti  $1250^\circ \text{C}$  dan yuqori haroratda, sopol va chinni esa  $1400\text{-}1500^\circ \text{C}$  dan yuqori haroratda eriydi.

2. Olovbardosh keramika buyumi va materiallari – shamol, dinas g'ishti va boshqalar. Ular  $1580^\circ \text{C}$  li haroratda ham o'z shaklini o'zgartirmaydi.

Texnika shishalarini shartli ravishda quyidagi 14 turga bo'lish mumkin: kvars shishasi, optika shishasi, nur texnika shishasi, toblangan taxta shisha, tripleks taxta shishasi, qayrilgan shisha, kimyoviy laboratoriya shishasi, termometr shishasi, tibbiyot shishasi, elektrod shisha, shishali elektr payvandlovchi flyuslar, elektrotexnika shishalari, shisha tolasi, atom texnikasi shishalari.

Texnika sitalli guruhiga ega quyidagi II tur materiallari kiradi: spodumen tarkibli sitallar, kordiyerit tarkibli sitallar, yuqori kremenezemli sitallar, qo'rg'oshinli sitallar, sitallsement, shaffof sitall, neytron yurituvchi sitallar, rangli sitallar, sitall emal, fotositallar va boshqalar.

Texnika shishalari keyingi vaqtda atom va raketa texnikasi hamda kvant elektronikasida ko'plab qo'llanilmoqda. U atom texnikasida nur sochilishdan saqlanish, nur tarqalishini dozirovka qilish, radioaktiv nurdan saqlanish kabi muhim vazifalarni bajarmoqda. Bunday shishalar oldiga yuqori haroratga chidamlilik, korroziyaga uchramaslik, nur ta'sirida xossalarini o'zgartirmaslik kabi talablar qo'yilgan. Kristallangan shishadan tayyorlangan boshqaruvchi snaryadlarning konussimon qismi ham qayd etilgan ijobiy sifatlarga egaligi bilan ajralib turadi.

Maishiy-xo'jalik materiallari va buyumlari asosan nafis keramika va maishiy shisha guruhlaridan tashkil topgan. Nafis keramika buyumlari ikki turga -chinni va sopol buyumlariga, maishiy shisha buyumlari esa uch turga -shisha tarasi, sortli shisha va badiiy dekorativ buyumlar shishasiga bo'linadi (3.9-3.10-rasm). Maishiy-xo'jalik buyumlarini yana o'tga chidamli materiallar va sitallar asosida ham olish mumkin.



**5.9-rasm.** Shisha asosida olingan uy-ro'zgor va badiiy dekorativ buyumlari



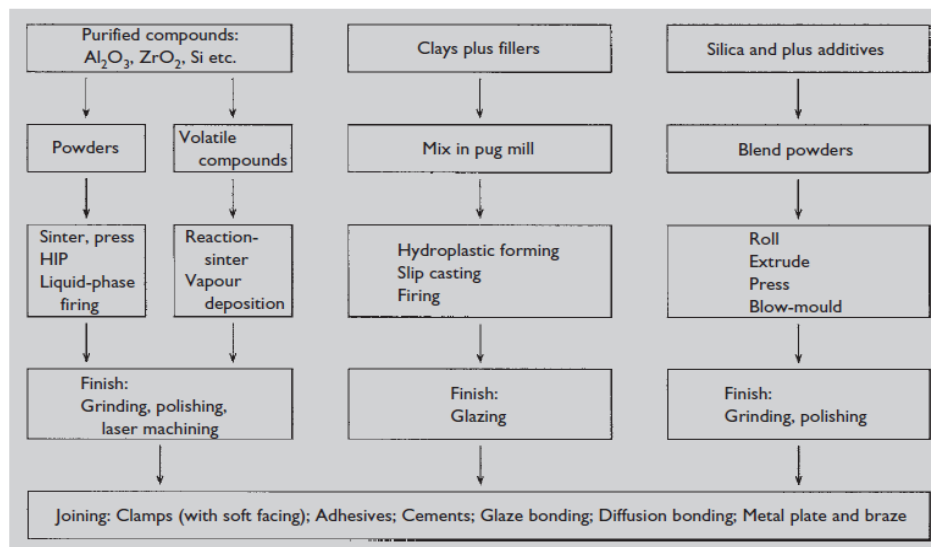
**5.10- rasm.** Shisha buyumlar turlari: shisha trubkalar, shisha lampalar va rangli listli shisha materiallar

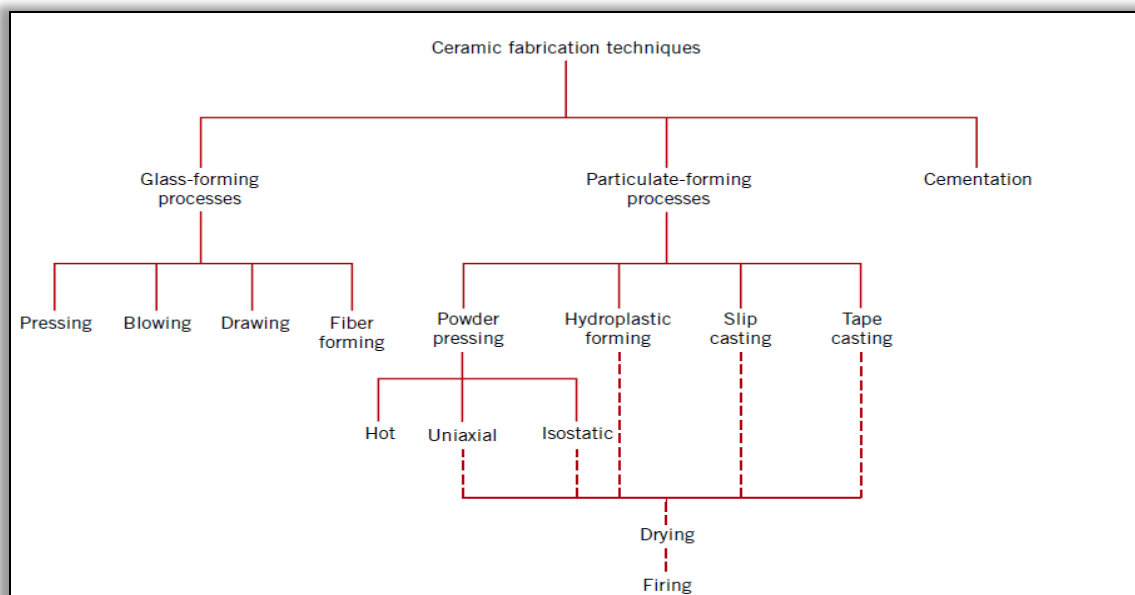
**6-Jadval.** Chet el davlatlarida (AQSh, Angliya, Germaniya, Yaponiya) keramik (silikat) materiallarining solishtirma narxi va asosiy fizik-kimyoviy xossalari.

| Ceramic                                         | Cost<br>(UK£ (US\$<br>tonne <sup>-1</sup> )) | Density<br>(Mg m <sup>-3</sup> ) | Young's<br>modulus<br>(GPa) | Compressive<br>strength<br>(MPa) | Modulus<br>of rupture<br>(MPa) | Weibull<br>exponent<br><i>m</i> | Time<br>exponent<br><i>n</i> | Fracture<br>toughness<br>(MPa m <sup>1/2</sup> ) | Melting<br>(softening)<br>temperature<br>(K) | Specific<br>heat<br>(J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ) | Thermal<br>conductivity<br>(W m <sup>-1</sup> /K <sup>-1</sup> ) | Thermal<br>expansion<br>coefficient<br>(MK <sup>-1</sup> ) | Thermal<br>shock<br>resistance<br>(K) |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Glasses                                         |                                              |                                  |                             |                                  |                                |                                 |                              |                                                  |                                              |                                                           |                                                                  |                                                            |                                       |
| Soda glass                                      | 700 (1000)                                   | 2.48                             | 74                          | 1000                             | 50                             | Assume<br>10 in<br>design       | 10                           | 0.7                                              | (1000)                                       | 990                                                       | 1                                                                | 8.5                                                        | 84                                    |
| Borosilicate<br>glass                           | 1000 (1400)                                  | 2.23                             | 65                          | 1200                             | 55                             |                                 | 10                           | 0.8                                              | (1100)                                       | 800                                                       | 1                                                                | 4.0                                                        | 280                                   |
| Pottery, etc.                                   | 260–1000<br>(360–1400)                       | 2.3–2.5                          | 70                          | 350                              | 45                             |                                 | –                            | 1.0                                              | (1400)                                       | 800                                                       | 1                                                                | 3                                                          | 220                                   |
| Porcelain                                       |                                              |                                  |                             |                                  |                                |                                 |                              |                                                  |                                              |                                                           |                                                                  |                                                            |                                       |
| High-<br>performance<br>engineering<br>ceramics |                                              |                                  |                             |                                  |                                |                                 |                              |                                                  |                                              |                                                           |                                                                  |                                                            |                                       |
| Diamond                                         | 4 × 10 <sup>8</sup> (6 × 10 <sup>8</sup> )   | 3.52                             | 1050                        | 5000                             | –                              | –                               | –                            | –                                                | –                                            | 510                                                       | 70                                                               | 1.2                                                        | 1000                                  |
| Dense alumina                                   | Expensive at<br>present.                     | 3.9                              | 380                         | 3000                             | 300–400                        | 10                              | 10                           | 3–5                                              | 2323 (1470)                                  | 795                                                       | 25.6                                                             | 8.5                                                        | 150                                   |
| Silicon carbide                                 | Potentially                                  | 3.2                              | 410                         | 2000                             | 200–500                        | 10                              | 40                           | –                                                | 3110                                         | –                                                         | 1422                                                             | 84                                                         | 300                                   |
| Silicon nitride                                 | Potentially                                  | 3.2                              | 310                         | 1200                             | 300–850                        | –                               | 40                           | 4                                                | 2173                                         | –                                                         | 627                                                              | 17                                                         | 500                                   |
| Zirconia                                        | 350–1000                                     | 5.6                              | 200                         | 2000                             | 200–500                        | 10–21                           | 10                           | 4–12                                             | 2843                                         | –                                                         | 670                                                              | 1.5                                                        | 8                                     |
| Sialons                                         | (490–1400)                                   | 3.2                              | 300                         | 2000                             | 500–830                        | 15                              | 10                           | 5                                                | –                                            | –                                                         | 710                                                              | 20–25                                                      | 3.2                                   |
| Cement, etc.                                    |                                              |                                  |                             |                                  |                                |                                 |                              |                                                  |                                              |                                                           |                                                                  |                                                            |                                       |
| Cement                                          | 52 (73)                                      | 2.4–2.5                          | 20–30                       | 50                               | 7                              | 12                              | 40                           | 0.2                                              | –                                            | –                                                         | 1.8                                                              | 10–14                                                      | <50                                   |
| Concrete                                        | 26 (36)                                      | 2.4                              | 30–50                       | 50                               | 7                              | 12                              | 40                           | 0.2                                              | –                                            | –                                                         | 2                                                                | 10–14                                                      |                                       |
| Rocks and ice                                   |                                              |                                  |                             |                                  |                                |                                 |                              |                                                  |                                              |                                                           |                                                                  |                                                            |                                       |
| Limestone                                       | Cost of mining                               | 2.7                              | 63                          | 30–80                            | 20                             | –                               | –                            | 0.9                                              | –                                            | –                                                         | –                                                                | 8                                                          | ≈100                                  |
| Granite                                         | and transport                                | 2.6                              | 60–80                       | 65–150                           | 23                             | –                               | –                            | –                                                | –                                            | –                                                         | –                                                                | 8                                                          |                                       |
| Ice                                             |                                              | 0.92                             | 9.1                         | 6                                | 1.7                            | –                               | –                            | 0.12                                             | 273 (250)                                    | –                                                         | –                                                                | –                                                          |                                       |

**7-Jadval.** Keramik buyumlarning shakllanish usullari

Table 19.2 Forming and joining of ceramics





**5.11- rasm.** Keramik material va buyumlar ishlab chiqarishdagi asosiy jarayonlar

### **Bog‘lovchi moddalar ta‘rifi va bo‘linishi**

Mayda qilib tuyilgan va suv yohud biror suyuqlik bilan qorishtirilganda yopishqoq holatga keluvchi, vaqt o‘tishi bilan asta-sekin quyuqlanib toshsimon jinsga aylanuvchi materiallarni mineral bog‘lovchi moddalar deb ataladi. Mineral bog‘lovchi moddalar qurilishda suv yoki suv va qum (shag‘al, chaqiqtosh) kabi to‘ldirgichlar qo‘shilgan qorishma shaklida ishlatiladi. Bog‘lovchi moddalarning ba‘zi turlari – magnezial bog‘lovchi modda magnezial tuzlarning suvdagi eritmasida, kislotaga chidamli bog‘lovchi esa eritilgan shishada qoriladi.

Anorganik bog‘lovchi moddalar xossalari (qotish alomatlari) va ekspluatatsiya sharoitlariga ko‘ra uch guruhga bo‘linadi:

1. Havoda qotadigan bog‘lovchi materiallar. Bunday materiallar faqat havo sharoitida qotadi va nam bo‘lmagan sharoitlarda ishlatiladi. Ularga ohak, gips, kaustik magnezit va boshqalar kiradi;

2. Gidravlik bog‘lovchi materiallar. Ular faqat havodagina emas, balki namlik va suvda ham yaxshi qotadi. Bunday moddalar qatoriga barcha turdagi sementlar, gidravlik ohak kiradi;

3. Kislotaga chidamli bog‘lovchilar. Ular kislotaga ta‘sir sharoitlarida ishlatiladi. Eruvchan suyuq shisha, ishqor va fosfat kislotasi, ularning tuzlari asosidagi sementlar bunday bog‘lovchilar qatoriga kiradi.

Bog‘lovchi moddalar asosida tayyorlanadigan qurilish qorishmalari tarkibiga qarab quyidagi turlarga ajratiladi:

-sement, gips yoki ohak xamiri - bog‘lovchi modda bilan suv yohud biror suyuqlik aralashmasi. Qotgan xamirtosh deb ataladi;

-qorishma aralashmasi - bog‘lovchi modda, suv va mayda to‘ldirgichning

qotmagan aralashmasi. Qotgan aralashmaga esa qurilish qorishmasi deyiladi;



- beton qorishmasi - bog'lovchi moddaning suv hamda to'ldiruvchi inert moddalar (mayda va yirik to'ldirgichlar - qum, shag'al yoki chaqiq tosh) bilan hosil qilgan sun'iy aralashmasi. Qotib qolgan shunday qorishma beton, po'lat armaturali beton esa temir - beton deb ataladi.

**Qotish jarayoni harakteriga asoslangan bog'lovchi materiallar klassifikatsiyasi .**

**Birinchi guruh materiallar:**

**Gidratatsiya jarayoni natijasida qotadigan**

1. Havoda qotadigan - Gipsli bog'lovchi, havoda qotadigan ohak, magnezial bog'lovchi

2. Suvda qotadigan - Gidravlik ohak, roman sement, Portland sement, pussolan, shlak, kengayuvchan, avtoklavli sementlar, gil tuproq

**Ikkinchi guruh materiallar:**

**Koagulyatsiya jarayoni natijasida qotadigan**

Anorganik-Gil

Organik- Bitum, degot.

**Uchinchi guruh materiallar:**

**Polimerizatsiya (polikondensatsiya) jarayoni natijasida qotadigan**

Elementoorganik

Eruvchan shisha va u asosidagi bog'lovchilar, oltingugurtli, fosfatli sementlar  
Fenol-formaldegidli, furanli, poliefirli, epoksidli.

Kremniy-organik smola, etil silikat gidrolizati, gletgliserinli sement.

Suvda qotadigan bog'lovchi moddalar

Portland sement suvda qotadigan bog'lovchi moddalar sinfiga kiradi. Pastdagi sxemada suvda qotadigan bog'lovchi moddalar klassifikatsiyasi keltirilgan. Unda sakkiz turli bog'lovchilarning turlanishlari va guruhlariga ajralishlari ko'rsatilgan.

Sxema asosan anorganik bog'lovchi moddalarga taaluqli.

Keyingi davrlarda bog'lovchi moddalar safiga epoksid, poliefir, fenol formaldegid kabi moddalar asosida olingan ko'p sonli organik birikmalar kelib qo'shildi. Shu tufayli ularni anorganik va organik bog'lovchilar turkumiga ham ajratish adabiyotda paydo bo'lmoqda. Anorganik moddalar qatoriga yuqoridagi sxemalarda keltirilgan gipstosh va ohaktosh kabi xom-ashyo asosida olingan bog'lovchilar, hamda portland sement, giltuproq sementi, pussolan sementi, shlak sementi kabi mineral mahsulotlar kiradi. Organik birikmalar safida esa gletgliserinli sement, furanli bog'lovchi kabilarni uchratish mumkin.

Portland sement ishlab chiqarish zamonaviy texnologiyalari

Hozirgi kunda portland sement poroshogini tayyorlash uchun bir qism tuproq va uch qism ohaktoshdan iborat sun'iy aralashma ishlatiladi. Bunday aralashma tabiatda tayyor holda ham uchraydi va u ohakli mergel nomi bilan ataladi.

Hozirgi kunda portland sement tayyorlashning ikki usuli ma'lum:

1-xo'l usul;

2-quruq usul.

Ikkala usulning ham afzalliklari, ham kamchiliklari mavjud. Hozirgi kunda dunyoda xo'l usul ko'proq qo'llaniladi va 70% mahsulot shu usulda ishlab chiqariladi. Rossiyada mavjud bo'lgan 59 korxonadan 39 tasi xo'l usulda va 2 tasi xo'l - quruq usulida mahsulot yetkazib beradi.

O'zbekistonda ham sement turlari, jumladan portland sement tayyorlashda ikki usul - suyuq va quruq usullardan foydalaniladi. «Oxangaronsement», «Bekobodsement» va «Quvasoysement» korxonalarida portland sement xo'l usulida va «Qizilqumsement» korxonasida esa quruq usulda olinadi.

Lekin 2-chi quruq usuli progressiv usul hisoblanadi. Bu usul bilan portland sement ishlab chiqarilganda anchagina yoqilg'i tejaladi. Jumladan, quruq usul qo'llanilganida klinker olishga bo'lgan issiqlik sarfi - 3,4 - 4,2 kDj/kg bo'lsa, xo'l usulida bu raqam - 5.8 - 6,7 kDj/kg ga teng. Pech gazlarining hajmi quruq usul qo'llanilganida xo'l usuliga nisbatan 35 - 40% kam bo'ladi. Quruq usulida pechdan sutkasiga 6000 - 10000 t klinker olish imkoniyati bor.

**8 -Jadval.** Portland sementning kimyoviy tarkibi va qo'llanilish sohasi.

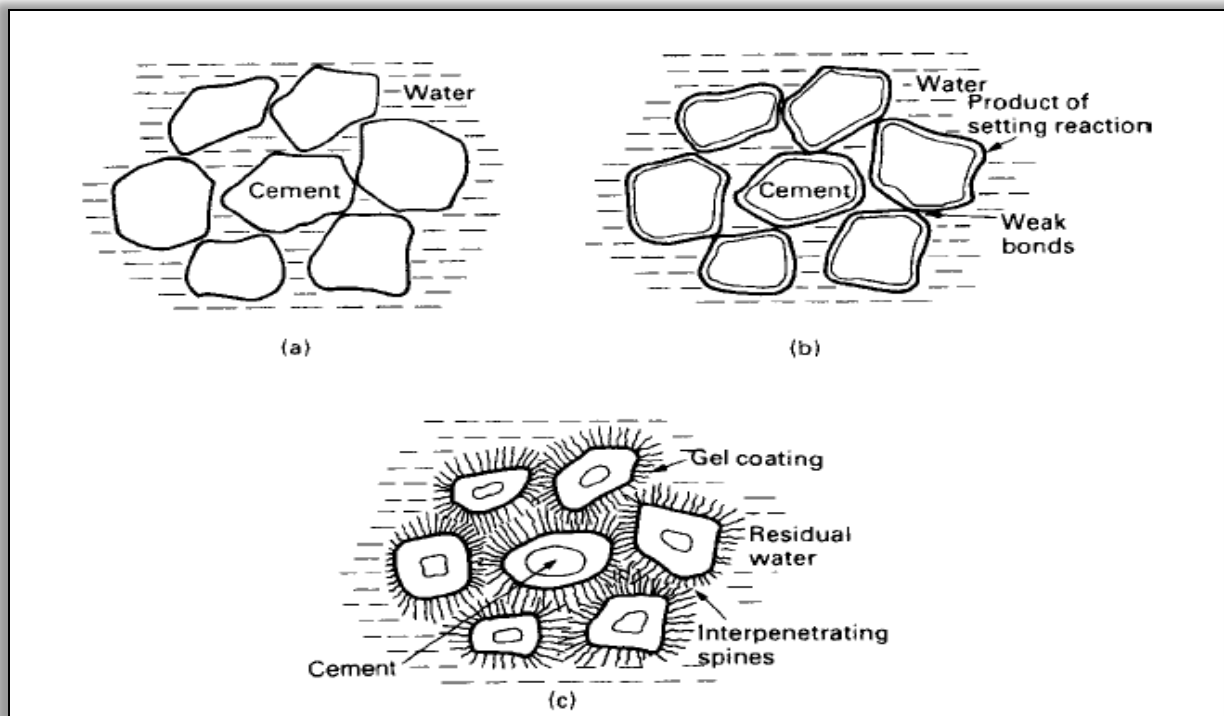
| Generic cements and concretes |                                                     |                                                                                  |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Cement                        | Typical composition                                 | Uses                                                                             |
| Portland cement               | $\text{CaO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ | Cast facings, walkways, etc. and as component of concrete. General construction. |

Suyuq usulda massa tayyorlanganda u shlam nomini oladi, quruq usulda esa - xom-ashyo uni nomini oladi.

Xom-ashyo sifatida mahalliy ohaktosh va mahalliy gil ishlatiladi.

Asosiy texnologik jarayonlar quyidagicha:

- 1.Xom-ashyolar - ohaktosh va gillarga ishlov berish;
- 2.Shlam yoki xom-ashyo unini tayyorlash;
- 3.Shlam yoki xom-ashyo unini kuydirish va klinker olish;
- 4.Kuydirilgan mahsulotni sovitish;
- 5.Klinkerga qo'shimalar qo'shib tuyish;
- 6.Saralash va siloslarga uzatish



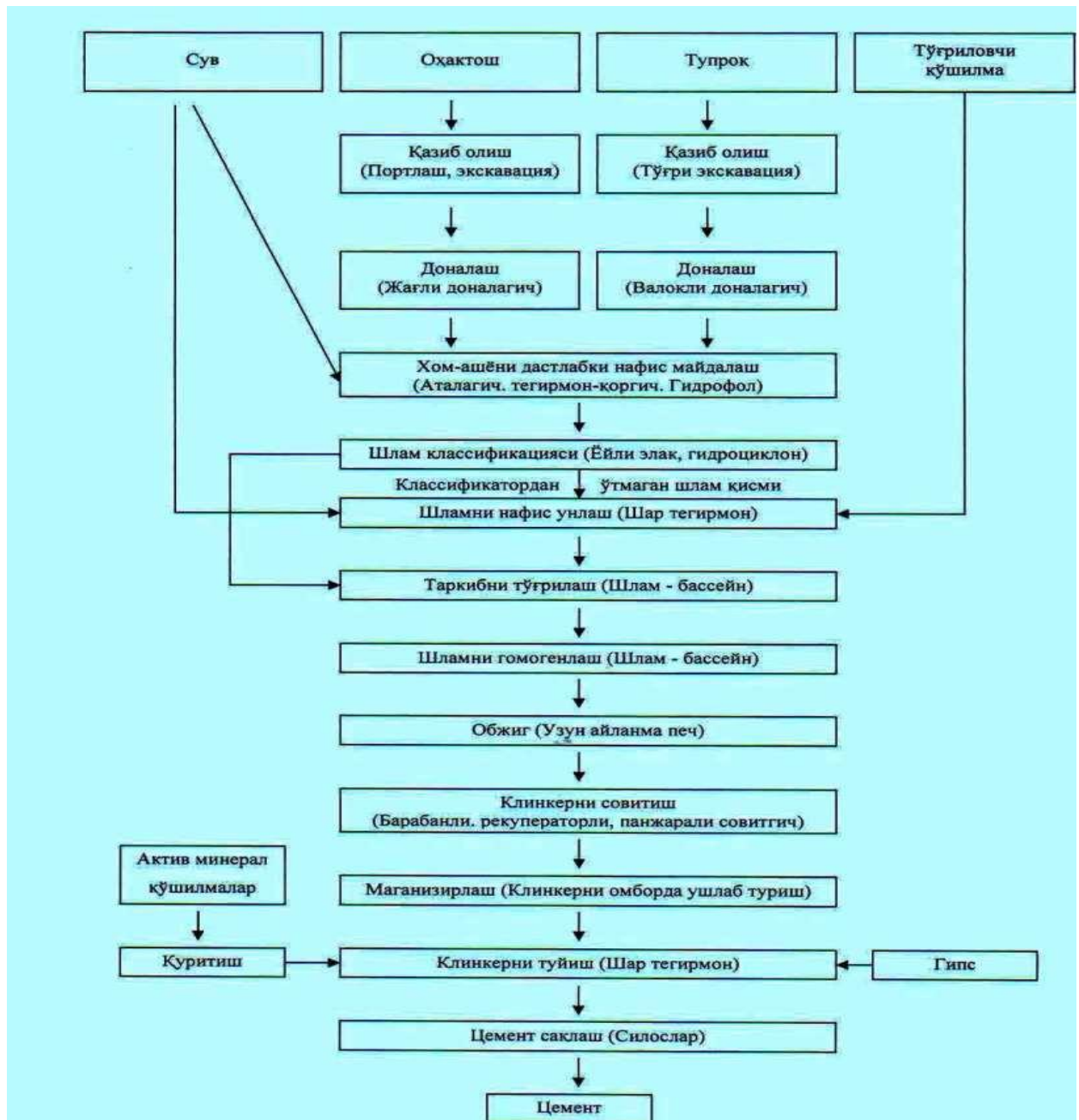
**5.12-Rasm. Sement qorish va qotish jarayonlarining sxematik ko‘rinishi:** *a – portland sement suv bilan qoriladi; b – 15 min so‘ng qotish jarayoni boshlanadi va birlamchi bog‘lar hosil bo‘ladi; s – to‘liq qotish jarayoni 28 kun davom etadi*

Portland sement aralashmasi xo‘l usulda tayyorlanganda qo‘llanadigan ohaktosh va tuproq oldindan maxsus mashinalarda suv yordamida maydalanadi va yaxshilab aralashtiriladi. Hosil bo‘lgan qaymoqsimon suyuqlikning namligi taxminan 32-45% bo‘ladi. Agar sementni quruq usulda ishlab chiqarish mo‘ljallanayotgan bo‘lsa, u holda "xom-ashyo uni" avval komponentlarni quritish, so‘ngra maydalash va aralashtirish orqali amalga oshiriladi. So‘ngra aralashma sement korxonalarining yuragi hisoblanmish pechlarga yuboriladi.

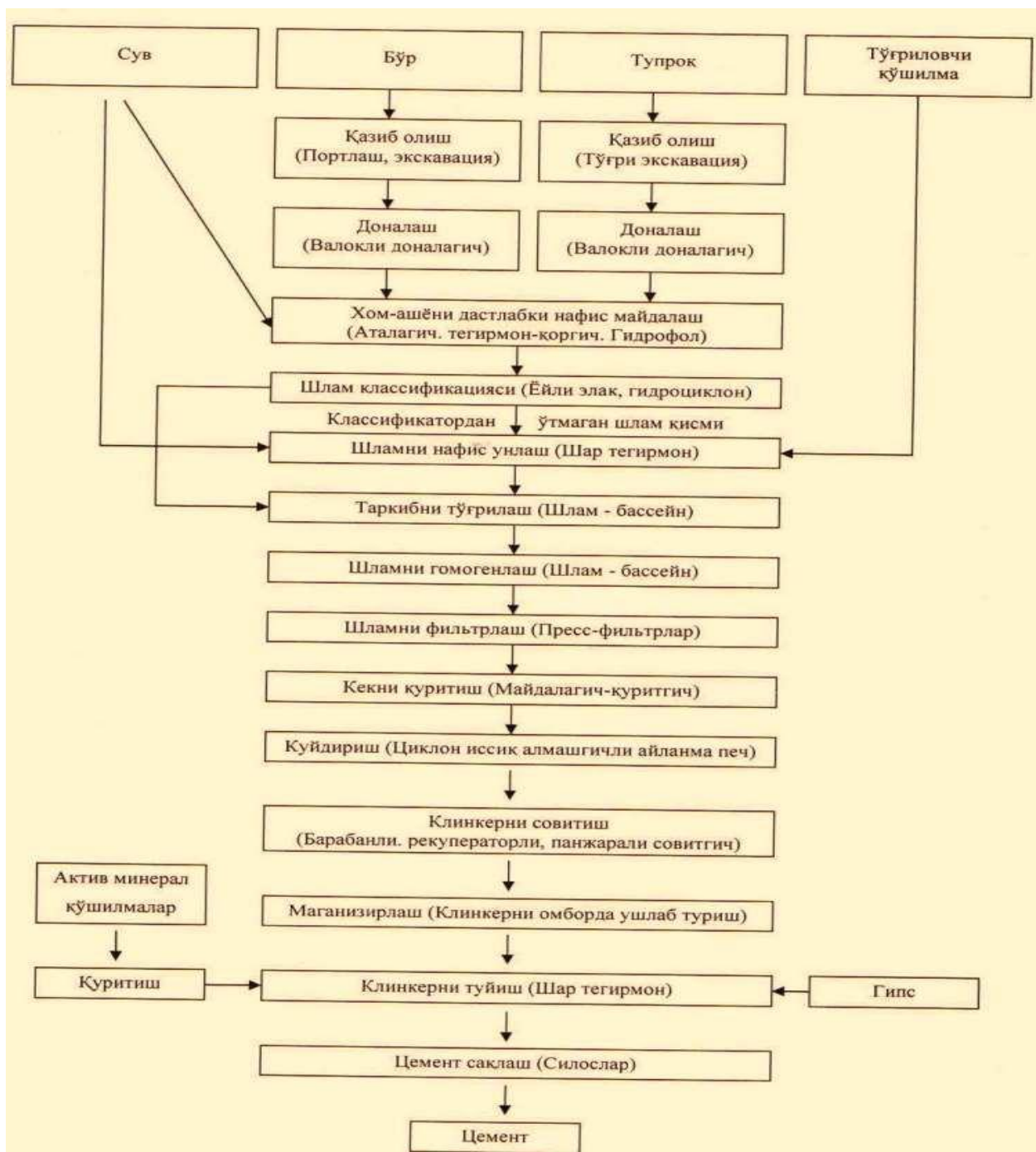
Sement ko‘pincha gorizontaal aylanuvchan pechlarda kuydiriladi. Yuqori haroratga mo‘ljallangan pechning diametri 5 m, uzunligi 185-190 m ni tashkil qiluvchi, ichi o‘tga chidamli materiallar bilan qoplanga I silindrdan tashkil topgan bo‘lib, og‘irligi 3,5 mingtatrofida. U gorizontga 2-3 gradus qiya qilib qo‘yilgan, shu

sababli qorishma o'z og'irligi ta'sirida olov tomon harakat qiladi, harorati oshib, tanasida quyidagi kimyoviy jarayonlar sodir bo'ladi:

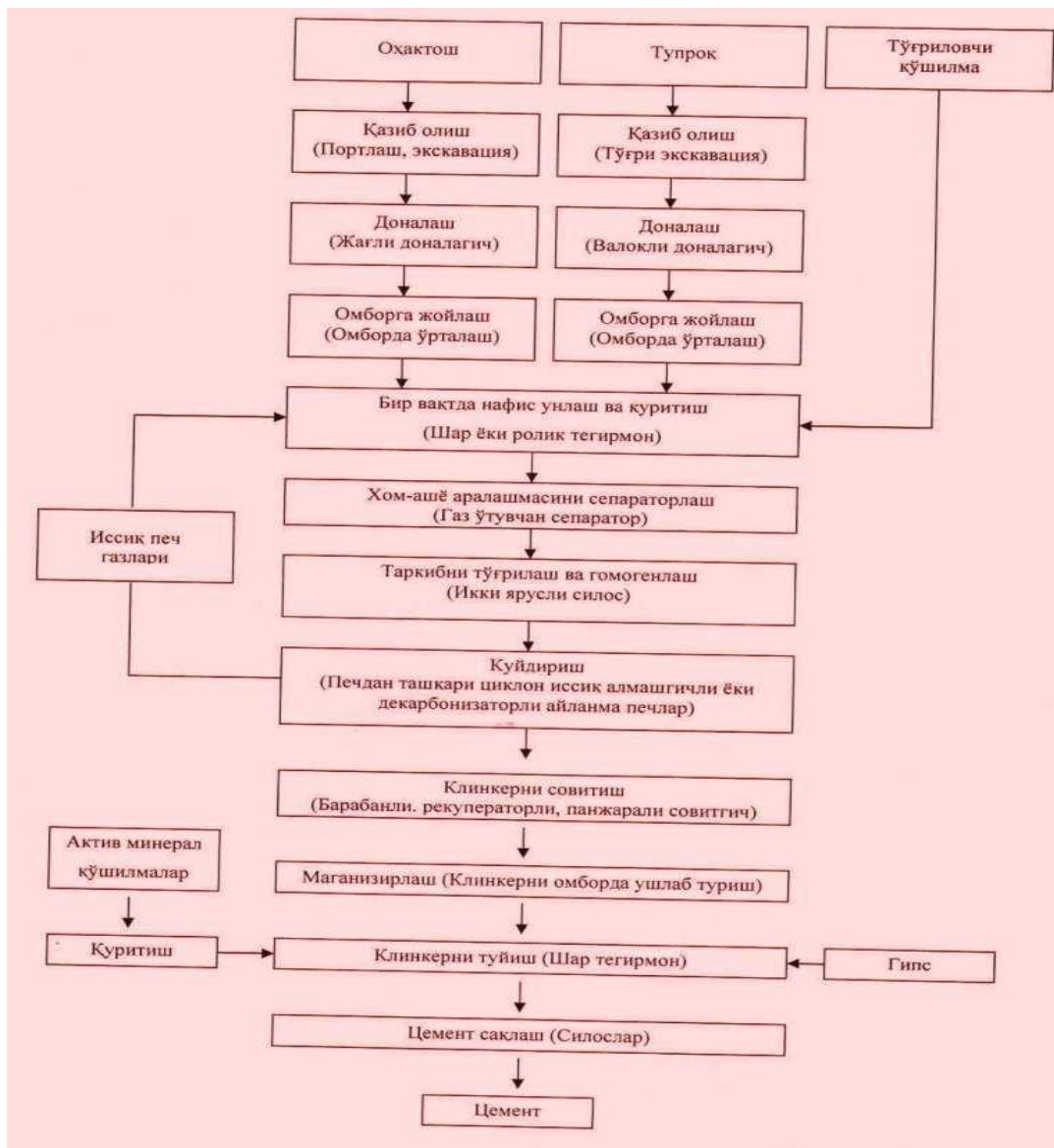
1.  $100^{\circ}\text{C}$  da massadagi mexanik va gidroskopik suv bug'lanadi;
2.  $400-600^{\circ}\text{C}$  chamasida organik chiqindilar yonadi va tuproq parchalanadi, natijada uning tarkibidan kimyoviy bog'langan suv uchib ketadi;
3.  $900^{\circ}\text{C}$  atrofida karbonat angidrid gazi ohaktosh tarkibidan chiqa boshlaydi;
4.  $1200-1450^{\circ}\text{C}$  da kalsiy oksidi kremnezyom, korund, temir (III) oksidi bilan reaksiyaga kirishib, klinkerning yangi minerallari - alit (uch kalsiyli silikat), belit (ikki kalsiyli silikat), selit (to'rt kalsiyli alyumoferrit) va uch kalsiyli alyuminatni hosil qiladi.



5.13- rasm. Portland sementni «xo'l» usulida ishlab chiqarish texnologik tizimi.



5.14-rasm. Portland sementni kombinirovka usulida ishlab chiqarish tizimi.



**5.15-rasm.** Portland sementni innovatsion «quruq» usulida ishlab chiqarish texnologik tizimi.

Klinker olishda gorizontall pechlar o'rniga shaxta tipidagi pechlardan, eritish usuli bilan ishlovchi agregat-konvertor va yoyli elektr pechlardan, qaynayotgan qatlam usulining vertikal trubkalaridan, bir vaqtda kuydirish va maydalash usulining tez oqimli tegirmonlaridan ham foydalanish mumkin.

Portlandsement ishlab chiqarish usullaridagi asosiy farqlar xom-ashyo tayyorlash tizimiga taaluqli (3.9-jadval). Xom-ashyoni to'g'ri tanlash, unga tegishli ishlov berish va ishlov berishlar navbatini aniqlash texnologiyaning eng muhim omillari hisoblanadi.

Ma'lumki, har bir ishlab chiqarish korxonasida ishlab chiqarish jarayonini to'xtovsiz amalga oshirish uchun xom-ashyo zapasi mavjud bo'lishi kerak. Tashqaridan keltiriladigan komponent (to'g'rilovchi qo'shilma) lar 20-30 kunga, o'z xom ashyolari 2-3 sutkaga yetadigan qilib saqlanadi.

Ishlab chiqarishning xo'l usuli quyidagi hollarda ishlatiladi:

1. Xom ashyo sifatida ishlatilayotgan gillar yumshoq, yopishqoqlik va 20-30% li suv ta'sirida mayda-mayda zarrachalarga bo'linib ketishga moyil. Bunday gillar atalagich va tegirmon-qorg'ichlarda suvli muhitda yengil va tez dispergasiyaga uchraydi. Natijada maydalashga sarf bo'luvchi elektr energiyasi tejaladi ;

2. Tuproqning tabiiy namligi 12-15% va undan ham yuqori. Agar quruq usul qo'llanilsa, u holda gilni dastlabki quritishga ketgan harajatlar ko'p bo'lur edi.

**9-Jadval.** Xom ashyo aralashmasi tayyorlash stadiyalaridagi farqlar haqida

| Xo'l usul                                                                                        | Kombinirovka usuli                                                                              | Quruq usul                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1. Yumshoq komponentlarni 1-chi stadiyada suvda bo'ktirish;<br>2. Ikki stadiyali nafis maydalash | 1.Yumshoq komponentlarni 1-chi stadiyada suvda bo'ktirish;<br>2. Ikki stadiyali nafis maydalash | 1. Xosh ashyo tarkibini dastlabki birxillashtirish         |
|                                                                                                  | 3.Shlamni filtrlash                                                                             | 1.Xom-ashyoni quritish va maydalanishini birga olib borish |

Quruq usulni quyidagi hollarda ishlatish ma'qul:

1.Qattiq komponentlar - ohaktosh, gilli mergel namligi kam va ularni maydalash faqat tegirmonlarda amalga oshirilganida;

2.Yoqilg'i kamchil va tannarxi yuqori.

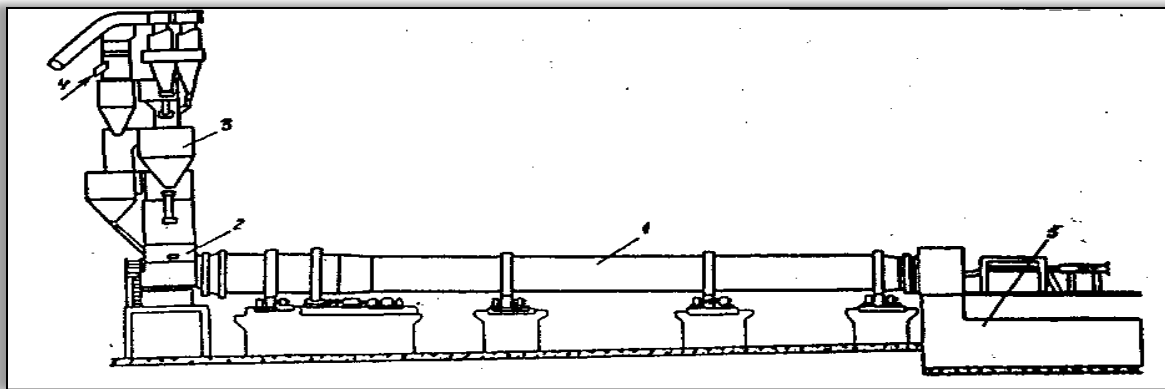
Portland sement ishlab chiqarishning oxirgi etaplari - klinkerni sovitish, sement tuyish va saqlash barcha tizimlar uchun bir xil bo'ladi.

Portland sementni xo'l usulda olishda xom-ashyo tarkibiga ko'mir qo'shish sement sifatini oshirishga olib keladi. Ko'mir ombordan ta'minlagichli bunkerga uzatiladi, undan jag'li maydalagichga, ta'minlovchi bunkerga, sharli tegirmonga, ta'minlagichga va nihoyat aylanma pechga uzatiladi va kuydiriladi (9- jadval).

**Xom ashyo aralashmasini kuydirish va tuyish**

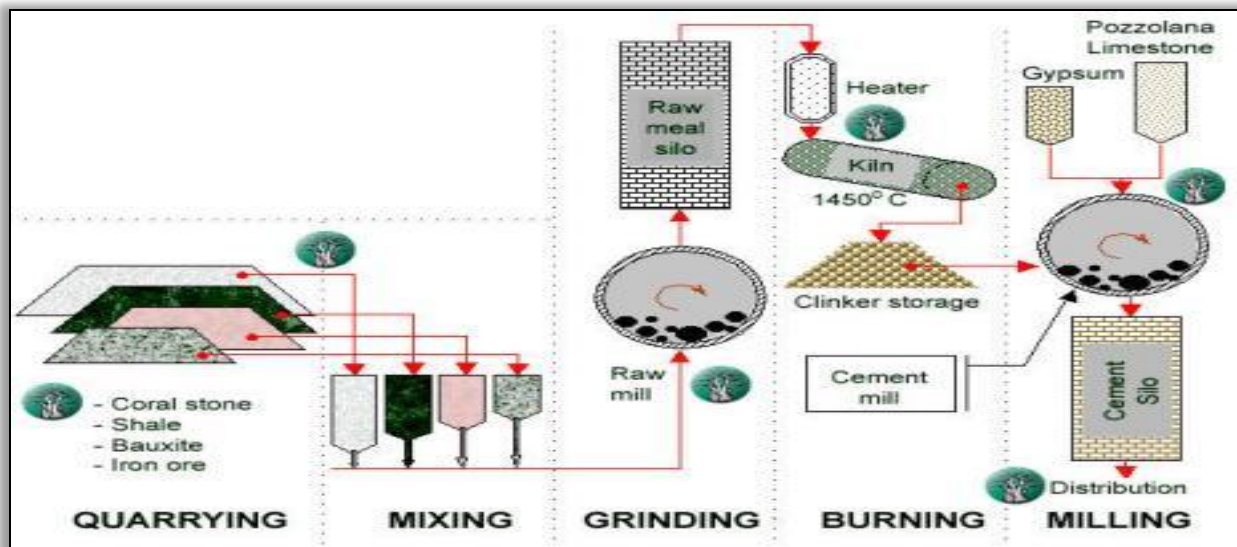
Portland sement olish uchun xom ashyo aralashmasi aylanma yoki shaxtali pechlarda 1400-1450° C kuydiriladi. Aylanma pech uzunligi 50-200 m, diametri 2-6 m. Sutkasiga 1300 va 1800 t klinker beradigan pechlarning o'lchamlari 4,5x170 m va 5x185 m. Pechlar tokka qarama-qarshi tamoyilida ishlaydi. Pechni material bilan to'ldirish 7-15 % tashkil etadi. Pechni yuritishga 20-90 ot kuchilik quvvat talab qilinadi. Pech gorizontga nisbatan 2-5° C og'gan bo'ladi. Pech barabani minutiga 0,5-1,3 marta aylanadi. Pechning klinker kamerasi sovitgach bilan ulangan bo'ladi.

Sovitgich klinker haroratini  $900^{\circ}\text{C}$  dan  $100\text{-}200^{\circ}\text{C}$  gacha kamaytirib beradi. 1kg klinker olish uchun ketgan harorat 1600-1700 kkal.



**5.16-rasm.** Quruq usulda sutkasiga 3000 t portland sement beradigan SMS-73 aylanma pechning ko'rinishi: 1-o'lchami 6,4/7x95 m li aylanma pech; 2-xom ashyoni qabul qilib oluvchi pech moslamasi; Z-SMS-75 siklonli issiqlik almashuvchi qurilma; 4-xom ashyoni uzatish qurilmasi; 5-SMS-83 "Volga-150 S" kolosnikli sovitgich.

Ammo klinker hali sement emas. Shuning uchun klinker maxsus tegirmonlarda cho'yan sharlar yordamida mayda (razmeri 0,08 mm dan kichik) poroshokka aylantiriladi (4.16-4.17-rasm). Maydalash vaqtida klinker tarkibiga 3 % gips va 15 % gacha gidravlik qo'shimchalar (diatomit, trepel, opok) qo'shiladi. Ular sement miqdorini oshiradi va sifatini yaxshilaydi. Natijada juda mayda va yumshoq, kul rangli sement poroshogi olinadi. Tayyor mahsulot temir-beton yoki metallardan yasalgan silindr formalı sement siloslarda saqlanadi. Siloslarning bo'yi 30 m, diametri 12 m atrofida bo'lib, hajmi 1000 t ga boradi. Sement pnevмотransport va maxsus qoplash mashinalari yordamida 50 kg li qog'oz qoplarga joylanib, iste'molchilarga jo'natiladi.



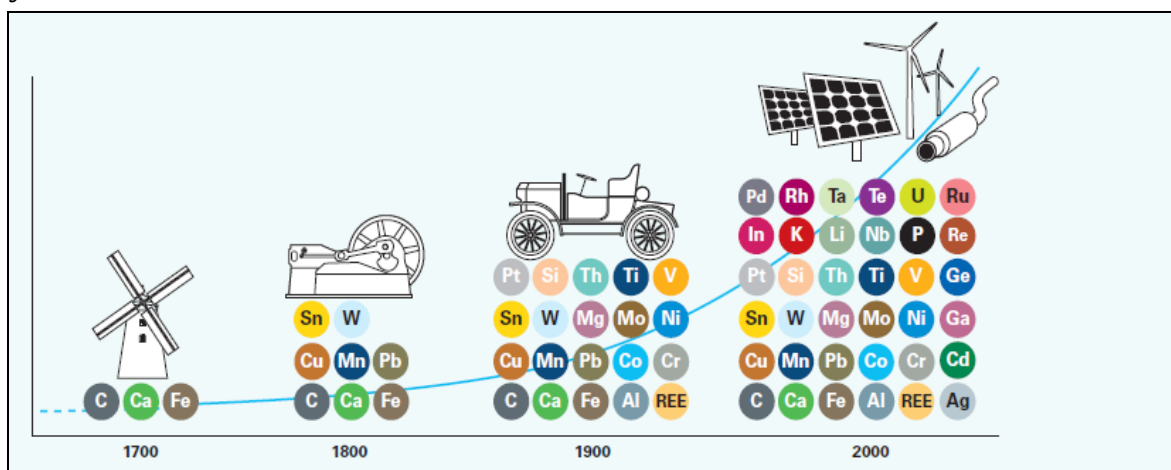
**17-rasm.** Porland sement ishlab chiqarish tizimi

#### 4. Kamyob, nodir va tarqoq metallarni sinflanishi. Yer qobig'ida kamyob yer va nodir, tarqoq metallarni tarqalishi. Kamyob, nodir va tarqoq metallarning asosiy fizik-kimyoviy va fizik-mexanik hossalari.

Konchilikishi, metallurgiya to'g'risidagi fan-yerdagi qadimiy fanlardan biri hisoblanadi. Hozirgi kunda bu fan yillar davomida qay tarzda rivojlanganligi muhim ahamiyatga ega. Metallurgiyaning rivojlanishini XVI asrning ilg'or olimi Georgiy Agrikolaning "De re metallica" (Konchilik ishi va metallurgiya haqida o'n ikki kitobda) foydali qazilmalarni qayta ishlash to'g'risidagi keng tan olingan va hozirgi kungacha tengsiz kitobidan boshlab, minerallar to'g'risidagi, minerallarni boyitish to'g'risidagi ma'lumotnomalar (spravochniklar) hamda hozirgi kundagi sohaga oid sifatli ko'plab jurnal va kitoblarni o'rganish natijasida ko'rish mumkin. Ko'rinadiki innovatsiyalar ishlab chiqarish sohalarini kengaytirib, ilg'orlatib boradi.

Innovatsiya kashfiyot yoki takomillashtirishdan farq qiladi. Innovatsiya ijodiy fikr bo'lib taraqqiyot sari o'sish yo'llarini, yangi yo'llarni ochadi va shu bilan potensial va qiymatini belgilaydi.

Avvaliga ishlatilmay kelgan kimyoviy elementlar XX asr boshlariga kelib sanoat miqyosida, ularning ishlatilishi katta ahamiyat kasb eta boshladi. Bu elementlarni birlashtirib «kamyob elementlar», keyinchalik esa «kamyob metallar» deb yuritila boshlandi.



#### *Elementlarning yillar davomida qo'llanilishining kengayishi*

D.I.Mendeleyev tomonidan tuzilgan davriy sistemaning barcha guruhlarida «kamyob» guruh metallari joylashganini ko'rish mumkin. Ular o'zlarini fizik-kimyoviy xossalari bilan boshqa elemenlardan katta farq qiladilar.

O'zining bir qator sanoat miqyosidagi qo'llanilish sabablariga ko'ra kamyob metallar guruhiga kiritilgan. Chunki kamyob metallarni ishlatilishi ularni topilishiga ham bog'liq bo'lib, ular asosan XVIII asr oxirlari va XIX asr boshlariga to'g'ri keladi. Shu bilan birga ularni qo'llash uchun ma'lum vaqt kerak bo'lgan. Kamyob metallar yer qobig'ida kam uchrashi va tarqoq holda bo'lishi, hamda ularni sanoat miqyosida ajratib olish murakkab bo'lganligini ko'rsatadi. Shunday qilib kamyob

metallarni asosan amalda ishlatish va ularni texnologiyasini ishlab chiqish XIX va XX asrlarga to‘g‘ri keladi. Buni quyidagi jadvalda ham ko‘rish mumkin. Demak, «kamyob metallar» tushunchasi kam yoki butunlay texnikada ishlatilmagan metallar bilan bog‘liqdir. Hozirgi vaqtda esa kamyob metallar zamonaviy texnikani asosiy qismidan iborat ekanligini ko‘rish mumkin. Ayrim sanoat ishlab chiqarish turlarini kamyob metallarsiz tasavvur qilib bo‘lmaydi.

«Kamyob metallar» tushunchasidagi xatoliklardan yana biri shundaki, ularni tabiatdagi kam tarqalganligini ko‘rsatadi. Bu qarashlarni aniqlash uchun hozirgi vaqtdagi yer qobig‘ida joylashgan elementlarni miqdoriy analiz qilish natijasida ularni miqdoriy foizi Klark tomonidan aniqlangan.

### Yer qobig‘ida kamyob yer metallarni tarqalishi

Akademik A.Ye.Fersmannning taklifiga binoan elementlarni o‘rtacha miqdorini aniqlashni «KLARK» bilan yuritishni taklif qilgan. Quyidagi jadvalda elementlarni miqdoriy foizlarini klarki keltirilgan.

| Group             | Metals                                                    | Remarks                                                                                                                                                      |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Primary           | Cu, Pb, Zn, Sn, Ni                                        | Extensively used; second in importance to iron.                                                                                                              |
| Secondary         | As, Sb, Bi, Cd, Hg, Co                                    | Mainly by-products of primary metals but also form their own deposits. Used in almost equal amounts (10–20 thousand tons annually).                          |
| Light             | Be, Mg, Al, Ti                                            | Low specific gravity (below 4.5), used mainly as material of construction.                                                                                   |
| Precious          | Au, Ag, Pt, Os, Ir, Ru, Rh, Pd                            | Do not rust; highly priced.                                                                                                                                  |
| Refractory        | W, Mo, Nb, Ta, Ti, Zr, Hf, V, Re, Cr                      | Melting points above 1650 °C. Mainly used as alloying elements in steel but also used in the elemental form. Some resist high temperature without oxidation. |
| Scattered         | Sc, Ge, Ga, In, Tl, Hf, Ra, Se, Te                        | Do not form minerals of their own. Distributed in extremely minute amounts in the earth's crust.                                                             |
| Radioactive       | Po, Ra, Ac, Th, Pa, U, Pu                                 | Undergo radioactive decay. Some of them (U, Pu, and Th) undergo fission. Plutonium prepared artificially in nuclear reactors.                                |
| Rare earths       | Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu | Always occur together, similar chemical properties. Not rare as the name implies.                                                                            |
| Ferroalloy metals | Cr, Mn, Si, B                                             | Were once mainly used as alloying elements to steel, but now also used in elemental form.                                                                    |
| Alkali            | Li, Na, K, Rb, Cs                                         | Soft and highly reactive.                                                                                                                                    |
| Alkaline earths   | Be, Mg, Ca, Sr, Ba                                        | Higher melting point and less reactive than the alkali metals                                                                                                |

### Rangli metallar va metalmaslarning sinflanishi



| Metal    | Use               | %   |
|----------|-------------------|-----|
| Gold     | Jewelry and arts  | 70  |
|          | Dental            | 9   |
|          | Space and defence | 8   |
|          | Other             | 13  |
|          |                   | 100 |
| Silver   | Silverware        | 29  |
|          | Photography       | 28  |
|          | Electrical        | 22  |
|          | Brasses, solder   | 10  |
|          | Silver batteries  | 3   |
|          | Other             | 8   |
|          |                   | 100 |
| Platinum | Catalysts         | 60  |
|          | Electrical        | 17  |
|          | Glass forming     | 9   |
|          | Dental, medical   | 3   |
|          | Jewelry, etc.     | 4   |
|          | Other             | 5   |
|          |                   | 100 |

| Metal      | Use                                                    | %   |
|------------|--------------------------------------------------------|-----|
| Vanadium   | Ferrous alloys                                         | 80  |
|            | Nonferrous alloys                                      | 10  |
|            | Catalyst ( $V_2O_5$ )                                  | 10  |
|            |                                                        | 100 |
| Chromium   | Metallurgical (stainless steel)                        | 58  |
|            | Refractories (oxide)                                   | 30  |
|            | Chemical industry (tanning of leather, electroplating) | 12  |
|            |                                                        | 100 |
| Molybdenum | Steel industry                                         | 80  |
|            | Chemicals                                              | 20  |
|            |                                                        | 100 |
| Tungsten   | Tungsten carbides                                      | 53  |
|            | Alloy steels                                           | 23  |
|            | Electrical lamps                                       | 13  |
|            | Chemicals                                              | 4   |
|            | Other                                                  | 7   |
|            |                                                        | 100 |

### Nodir va kamyob metallarning qoʻllanilish sohalari

| Metal     | Parent ore                                         | Concentration in ore, % | Major use                      |
|-----------|----------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Gallium   | Bauxite                                            | 0.01                    | Semiconductor                  |
| Germanium | Zinc sulfide                                       | Trace                   | Semiconductor                  |
| Hafnium   | Zircon sand                                        | 1                       | Nuclear reactors, control rods |
| Indium    | Zinc sulfide                                       | Trace                   | Semiconductor                  |
| Rhenium   | Molybdenite concentrates from porphyry copper ores | 0.07                    | Refractory metal               |
| Scandium  | Uranium and thorium                                | Trace                   |                                |
| Selenium  | Copper sulfides                                    | Trace                   | Photoelectric cells            |
| Tellurium | Copper sulfides                                    | Trace                   |                                |
| Thallium  | Zinc sulfide                                       | Trace                   |                                |

### Tarqoq elementlar uchraydigan maʼdanlar

Jadvaldan shuni ham aniqlash mumkinki, hamma kamyob metallar ham yer qobigʻida juda kam ekanligini koʻrsatadi. Kamyob metallarni ayrimlari esa yer qobigʻida tozaroq holda joylashgani uchun, ular juda kam boʻlib, asosan boshqa metallarni minerallari bilan birga uchraydi. Masalan, galliy, qalay, margimush va simobga nisbatan koʻp boʻlgani bilan galliyni ayrim minerali uchramaydi, u faqat boshqa minerallar bilan birgalikda uchraydi.

Shunday qilib, yer qobigʻida elementlarni joylashishi kamyob metallarni guruhlanishini asosiy belgilaridan biri boʻlsa, ularni ishlab chiqarish va sanoatdagi qoʻllanilishi asosiy maʼnoni tashkil qiladi.

Volfram minerallari va ularni boyitish

Volfram elementi yer qobigʻida kam tarqalgan element boʻlib uning klark boʻyicha ogʻirligi  $1 \cdot 10^{-4}\%$  tashkil qiladi. U tabiatda erkin holda uchramaydi.

Tabiatda volframni 15 ga yaqin minerallari topilgan bo‘lib, ulardan asosan volframit va sheyelit minerallari amaliy ahamiyatga ega.

Table 26.1: Physical and chemical properties of ferberite, wolframite, hübnerite, and scheelite.

|                            | Ferberite                              | Wolframite                                           | Hübnerite                             | Scheelite                     |
|----------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Formula                    | $\text{FeWO}_4$                        | $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$                  | $\text{MnWO}_4$                       | $\text{CaWO}_4$               |
| $\text{WO}_3$ content, %   | 76.3                                   | 76.5                                                 | 76.6                                  | 80.6                          |
| Crystal structure          | monoclinic                             | monoclinic                                           | monoclinic                            | tetragonal                    |
| Lattice parameters         |                                        |                                                      |                                       | 0.5237                        |
| a, nm                      | 0.471                                  | 0.479                                                | a=0.485                               | 1.1373                        |
| b, nm                      | 0.570                                  | 0.574                                                | a=0.577                               | a/c 1:2.163                   |
| c, nm                      | 0.374                                  | 0.499                                                | a/c 0.498                             |                               |
| $\beta$                    | 90°                                    | 90°26'                                               | 90°53'                                |                               |
| Density, g/cm <sup>3</sup> | 7.5                                    | 7.1–7.5                                              | 7.2–7.3                               | 5.4–6.1                       |
| Color                      | black                                  | dark gray–black                                      | red–brown–black                       | brown, yellowish, white       |
| Hardness (Mohs)            | 5                                      | 5–5.5                                                | 5                                     | 4.5–5                         |
| Common form                | well-formed crystals or crystal masses | irregular crystal masses or radiating crystal groups | radiating groups or lamellar crystals | crystals, mainly fine grained |

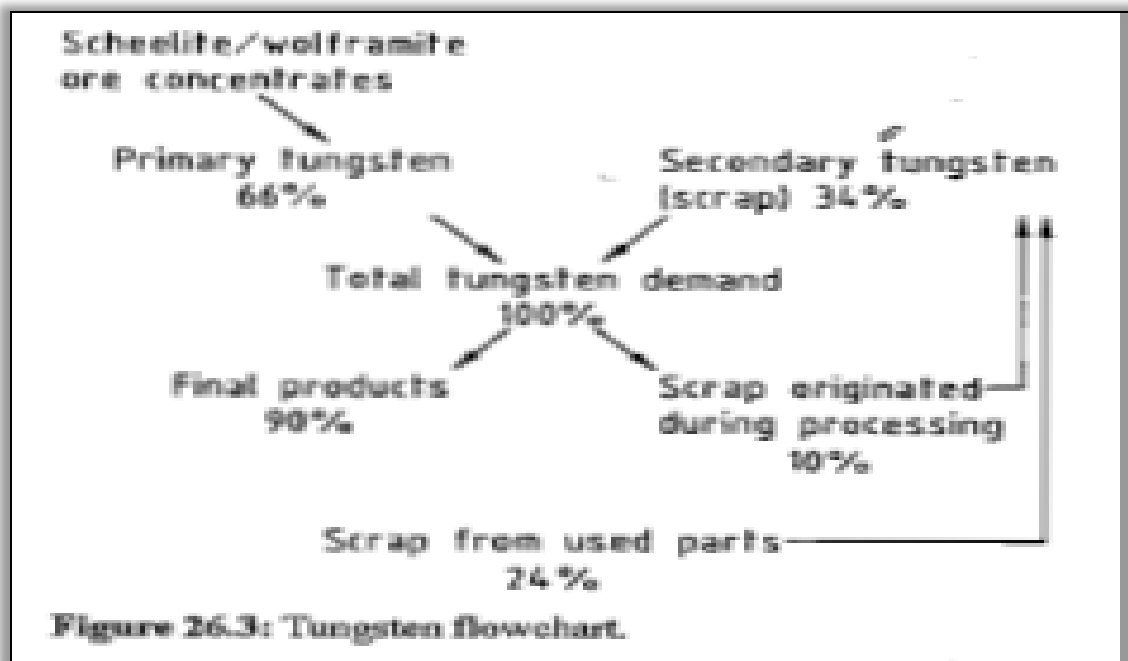
Temir volframati ( $\text{FeWO}_4$ ) va marganes volframati ( $\text{MnWO}_4$ ) larning qattiq eritma holdagi izomorf aralashmalariga volframatlar deyiladi. Har ikkala tuzning kristallik panjaralari bir xil tuzilishga ega bo‘lganligi uchun va marganes atomlari kristall panjara tugunlarida bir-biriga almasha oladi. Agarda volframat minerali marganes volframati 20% dan kam bo‘lsa, mineral ferberit, 80% dan kam bo‘lsa gyubnerit deb ataladi. Ko‘rsatilgan tarkib aralashmasidagi minerallarni volframatlar deyiladi. Ular rangi qora, jigar yoki qizil-jigar rangli bo‘lishi mumkin. Bu minerallarning zichligi 7,1 – 7,9 gr/sm<sup>3</sup>, qattiqligi 5-5,5 ni tashkil qiladi. Volframat minerallarida  $\text{WO}_3$  ni miqdori 76,3 – 76,6 % ni tashkil qiladi. Mineral magnit xususiyatiga ega.

Sheyelit toza holdagi kalsiy volframatini ( $\text{CaWO}_4$ ) tashkil qiladi. Mineral oq-sariq rangli bo‘lib, zichligi 5,9-6,1, qattiqligi 4,5-5ga teng. Sheyelit minerali tarkibida qisman povelit ( $\text{CaMoO}_4$ ), bo‘lib unga ultrabinafsha nur ta‘sir qilinsa havo rangda nurlanishi mumkin. Mineraldagi molibdeni miqdori 1% dan ko‘p bo‘lsa, sariq rangli nurlanish hosil bo‘ladi. Sheyelitda magnit xususiyati yo‘q.

Volfram minerallariga quyidagilar ham kiradi. Ular quyidagilardan iborat: volfram oxrasi yoki tungstit –  $\text{WO}_3\text{H}_2$ ; kuprotungstit –  $\text{CuWO}_4\text{H}_2\text{O}$ ; shtolsit –  $\text{PbWO}_4$ ; gillagit –  $3\text{PbWO}_4 \cdot \text{PbMnO}_4$ ; ferritungstit –  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{WSO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ; tungstenit –  $\text{WS}_2$ .

Volfram rudalarini boyitishdan maqsad, ularni konsentratlarini olish bo‘lib, uning tarkibida 55-60%  $\text{WO}_3$  bo‘ladi.

Volfram rudalaridan konsentratlar olishda quyidagi boyitish usullari ishlatiladi, ya‘ni gravitatsion, flotatsion, magnitli va elektrostatik separatsiyalash hamda kimyoviy boyitish usullari qo‘llaniladi.



Gravitatsion boyitish usuli volframit rudalaridan volfram olishning asosiy uslubiyati bo‘lib hisoblanadi. Sheyelit rudalarini bu usul bilan boyitish natijasida volframni ajralishi 70% dan oshmaydi, chunki sheyelit rudalari maydalanish hisobiga jarayon davomida chiqindidagi shlak (axlat)ga o‘tib ketadi va uning ancha qismi yo‘qotiladi. Shuning uchun sheyelit rudalarini flotatsiya usuli bilan boyitish yo‘lga qo‘yilgan bo‘lib, flotatsiya jarayoning boshqaruvchi reagent sifatida – soda, suyuq shisha, tanin; kollektor sifatida – olein kislotasi, natriy oleati, suyuq sovun; ko‘pik hosil qiluvchi sifatida – sosna yog‘i, terpinol, texnik krezol va boshqa reagentlar qo‘shiladi.

Flotatsiya jarayoni ishqorli muhitda r N9-10da olib boriladi.

Ayrim hollarda sheyelit rudalarini boyitishda gravitatsiya va flotatsiya usullarini qo‘shib amalga oshiriladi.

Boyitish yo‘li bilan sheyelit rudasi tarkibidagi molibdendan qutilib bo‘lmaydi. Shuning uchun sheyelit konsentratlari gidrometallurgik usul bilan qayta ishlov berilgandan keyin ajratib olinadi. Xuddi shunday sheyelit konsentratlari tarkibidagi boshqa chiqindilar yoki aralashmalar ma‘lum miqdorga keltiriladi so‘ng ular gidrometallurgik qayta ishlash yordamida ulardan tozalanadi.

Volfram konsentratlarini qayta ishlash

Volfram konsentratlarini qayta ishlashdagi asosiy mahsulot volfram 3-oksidi bo‘lib, volfram karbidi va volfram metali holida olish uchun xizmat qiladi.

Sanoatda volfram konsentratlari qayta ishlashning bir qancha texnologik usullari ma‘lum.

Qaysi texnologik usulni qo‘llash xom ashyoni turiga, ishlab chiqarish miqyosiga, volfram 3-oksadini texnologik talablariga va uni fizikaviy sifatiga, hamda xom ashyoni qanday usul bilan keltirilishiga, ya‘ni uni tannarxiga bog‘lik

bo‘ladi.

Konsentratlarni qayta ishlash quyidagi uch bosqichda amalga oshiriladi:

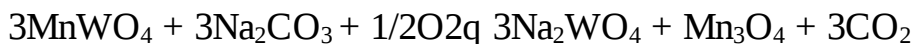
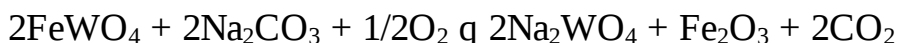
- 1) Konsentratlarni parchalash;
- 2) Texnik volfram kislotasini olish;
- 3) Texnik kislotani aralashmalardan tozalash.

Bunda quyidagi texnologik parchalash usullari ishlatiladi. Volframit va sheyelit konsentratlari kuydiriladi yoki soda bilan suyultirilib, uni suvda ishqorlanadi yoki avtoklavda sodaning suvli eritmasi bilan qayta ishlanadi. Ayrim hollarda volframit konsentratlari natriy gidroksidini suvli eritmasi bilan qayta ishlov beriladi. Sheyelit konsentratlari esa kislotalar bilan parchalanadi.

Bu usullarni hammasida ishqorli reagentlar (soda, o‘yuvchi natriy) qo‘llanganda natriy volframatining suvli eritmasi hosil bo‘ladi va undan texnik volfram kislotasi yoki volfram birikmalari hosil qilinadi.

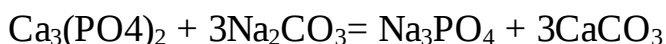
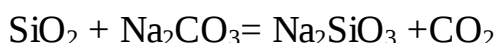
Volfram konsentratlarini kislotalar bilan parchalashda volfram kislotasi cho‘kmada hosil bo‘ladi va so‘ngra aralashmalardan tozalanadi.

Volframit konsentrati kislorod ishtirokida soda bilan quyidagicha reaksiyaga kirishadi:



Reaksiya qaytmas bo‘lib,  $\text{CO}_2$  uchib chiqadi va Mn va Fe to‘liq oksidlanadi. Bu jarayon  $800-900^\circ\text{C}$  harorat boradi. Reaksiya to‘liq borishi uchun shixtalash uchun ishlatiladigan sodani miqdori 10-15% nazariy jiqatdan ko‘p solinishi temir va manganesni oksidlash jarayonini tezlatish uchun 1-4% miqdorida o‘g‘it solinadi.

Konsentrat tarkibidagi kremniy, fosfor, mishyak, molibden va boshqa moddalar ham soda ta‘sirida eruvchan tuzlar hosil qiladi, ya‘ni:



Natriy volframat eritmasida aralashmalardan tozalash

Natriy volframat eritmasi tarkibida kremniy, fosfor, mishyak, molibden va oltingugurtni natriyli tuzlaridan iborat aralashmalar bo‘lib, ular volfram kislotasini tozaliliga ta‘sir qiladi. Shuning uchun natriy volframat eritmasini bu ionlardan tozalanilishi shart.

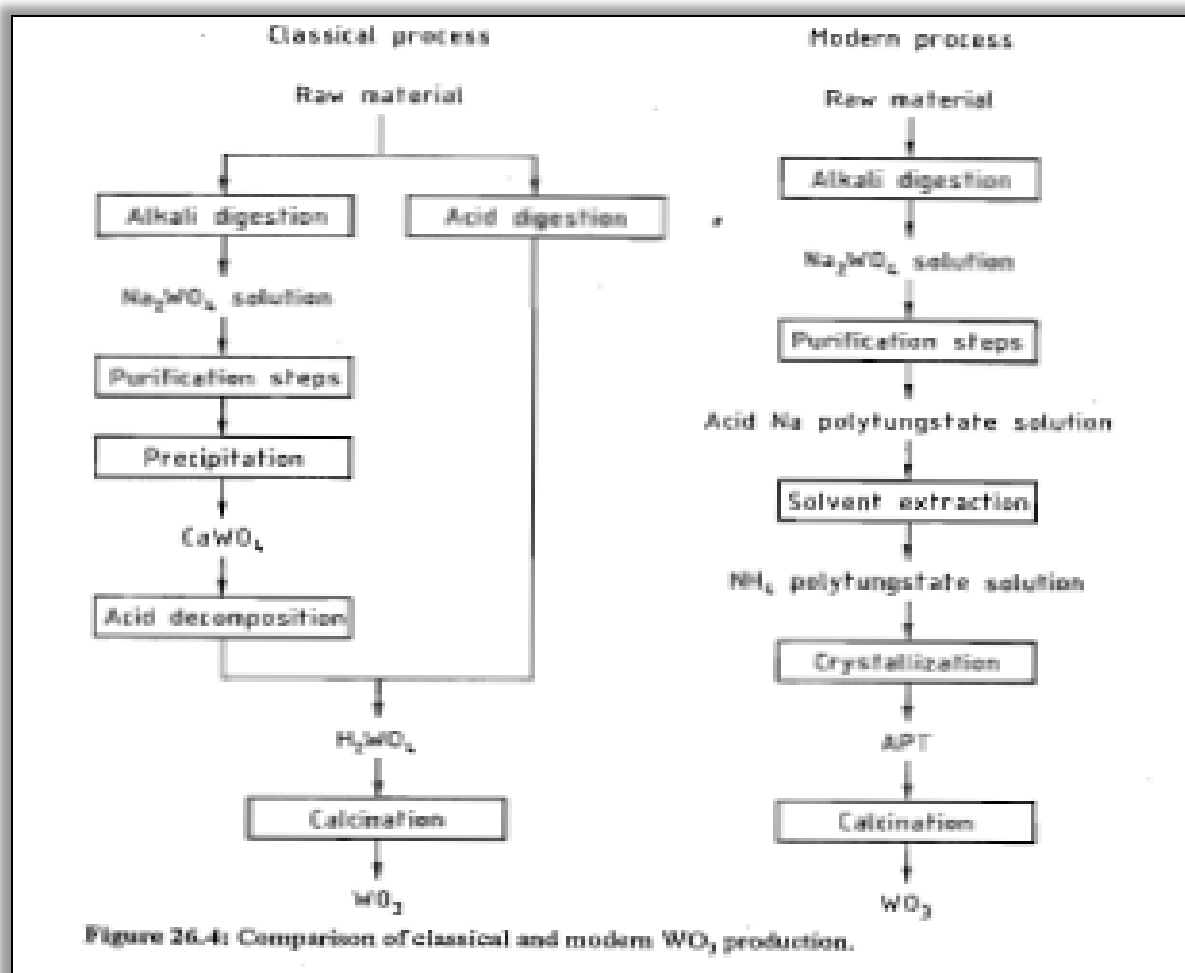


Table 26.2: Typical parameters for pressure leaching of tungsten raw materials.

|                                    | Schönite concentrate               | Wolframite concentrate | Oxidized scrap       |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------|----------------------|
| Particle size, $\mu\text{m}$       | <44 to <90                         | <44                    | <100                 |
| Temperature, $^{\circ}\text{C}$    | 190–225                            | 175–190                | 190–200              |
| Pressure, MPa                      | 1.2–2.6                            | 0.8–1.2                | 0.5–1.2              |
| Time, h                            | 1.5–4                              | 4                      | 2–4                  |
| Reagent concentration, %           | 10–18 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) | 7–10 ( $\text{NaOH}$ ) | 20 ( $\text{NaOH}$ ) |
| Molar ratio $\text{WO}_3$ :reagent | 1:2.5–4.5                          | 1:1.05                 | 1:1.4                |

Bosim ostida eritmaga o‘tkazish jarayonlarining tipik parametrlari

#### a) Kremniydan tozalash.

Buning uchun volfram eritmasi kremniydan tozalashda avval eritma  $\text{HCl}$  qo‘shib neytrallanadi. Neytrallash jarayonida qizdirilgan volfram eritmasiga tomchi-tomchilab xlorid kislotasi qo‘shiladi va bu jarayon eritmadan olinganlik votanifenoft olininni qator yordamida tekshirib boriladi. Eritmaning  $\text{pH} = 8-9$

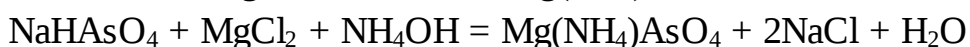
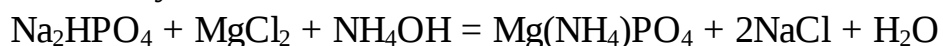


Bu eritmani qizdirilsa  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  cho'kmaga tushadi va uni suzish orqali ajratib olinadi.

### **B) Mishyak va fosfordan tozalash**

Mishyak va fosfor eritmalaridan magniy va arsenatlar holida cho'ktirilishi mumkin. Shuning uchun ham asosan kam eruvchan ammoniy- magnezidli fosfat va arsenat tuzlarini hosil qilish orqali tozalash eng yaxshi usul bo'lib xizmat qiladi:  $\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  va  $\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{AsO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  tuzlarini 20° C da suvda eruvchanligi 0,053 va 0,038% ni tashkil qiladi va agar eritmada  $\text{Mg}^{++}$  va  $\text{NH}_4^+$  ionlari ko'proq bulsa, bu tuzlarni eruvchanligi yanada kamayadi.

Cho'ktirish reaksiyasi:

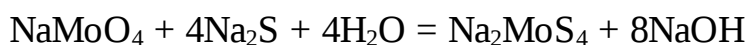


Reaksiyada ko'rinib turibdiki, cho'ktirish jarayonini to'liq amalga oshirish uchun uni ko'proq miqdordagi  $\text{NH}_4\text{OH}$  qo'shish bilan olib borish kerak ekan. Shu bilan birga cho'ktirish jarayoni ancha past haroratda olib borilishini taqozo etadi, hamda  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  va  $\text{NH}_3$  nazariy jihatdan ancha ko'p miqdorda ishlatishni talab qiladi.

### **V) Molibdendan tozalash**

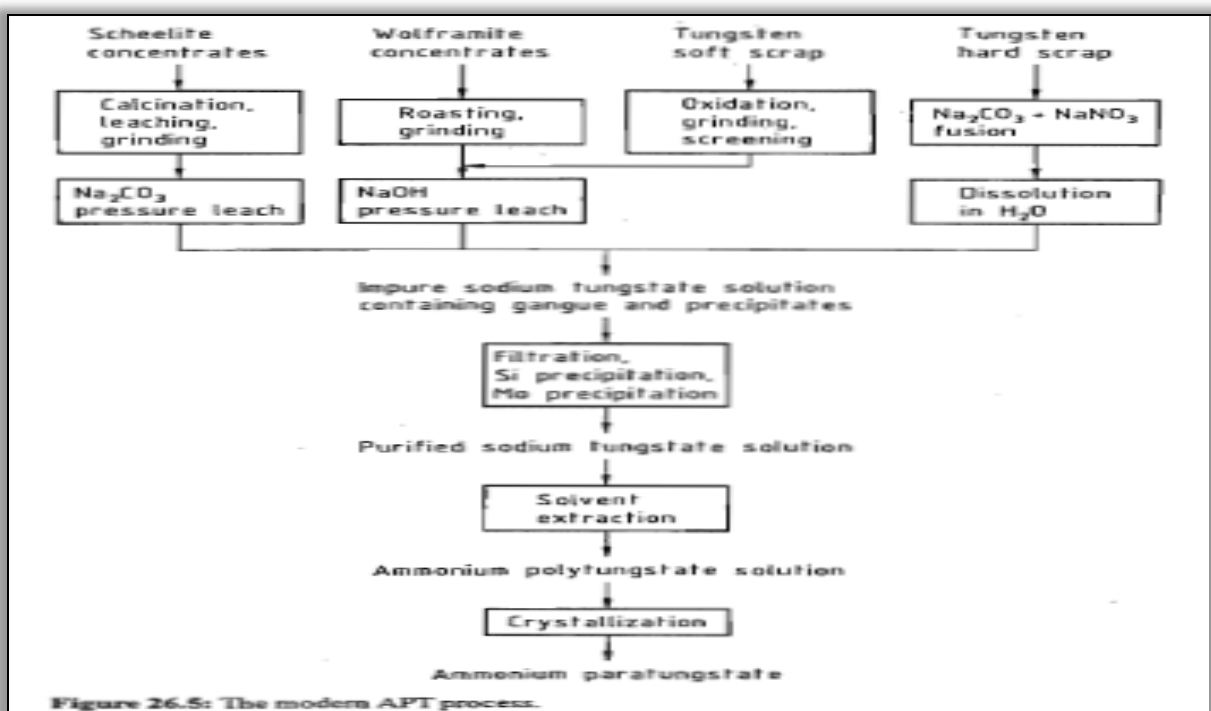
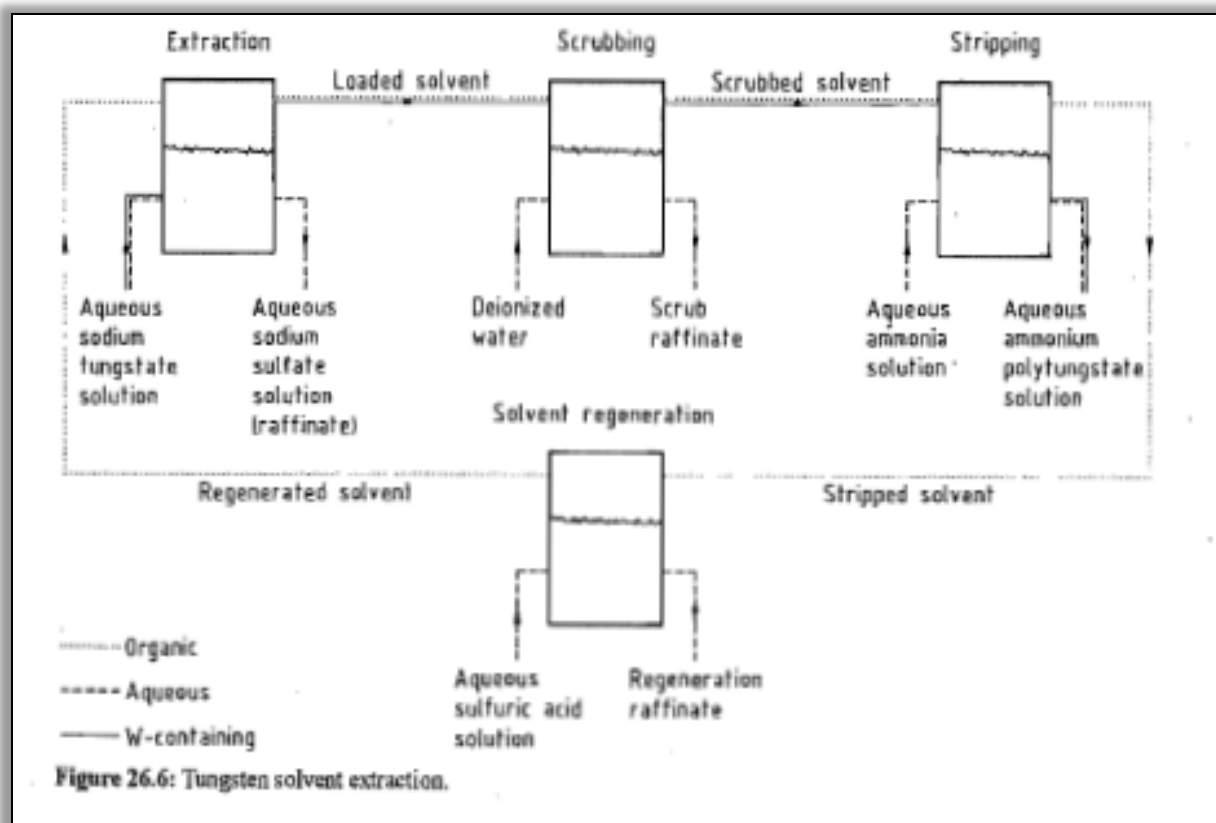
Agarda natriy volframat eritmasida molibdenni miqdori 0,3 g/ldan ko'p bo'lsa, unda tozalash jarayoni, kam bo'lsa tozalash volfram kislotasi hosil qilish jarayonida amalga oshiriladi.

Sanoatda molibdendan tozalash jarayoni asosan molibden uch sulfidini hosil qilishga asoslangan bo'lib, buning uchun eritmaga  $\text{MoS}_2$  qo'shilsa molibdenni sulfo tuzlari hosil bo'ladi va eritmaga xlorid kislotasi qo'shib, uni muhitini N – 2,5-3 gacha olib borilsa eritmadagi hamma molibden  $\text{MoS}_2$  holida cho'kmaga tushadi, ya'ni



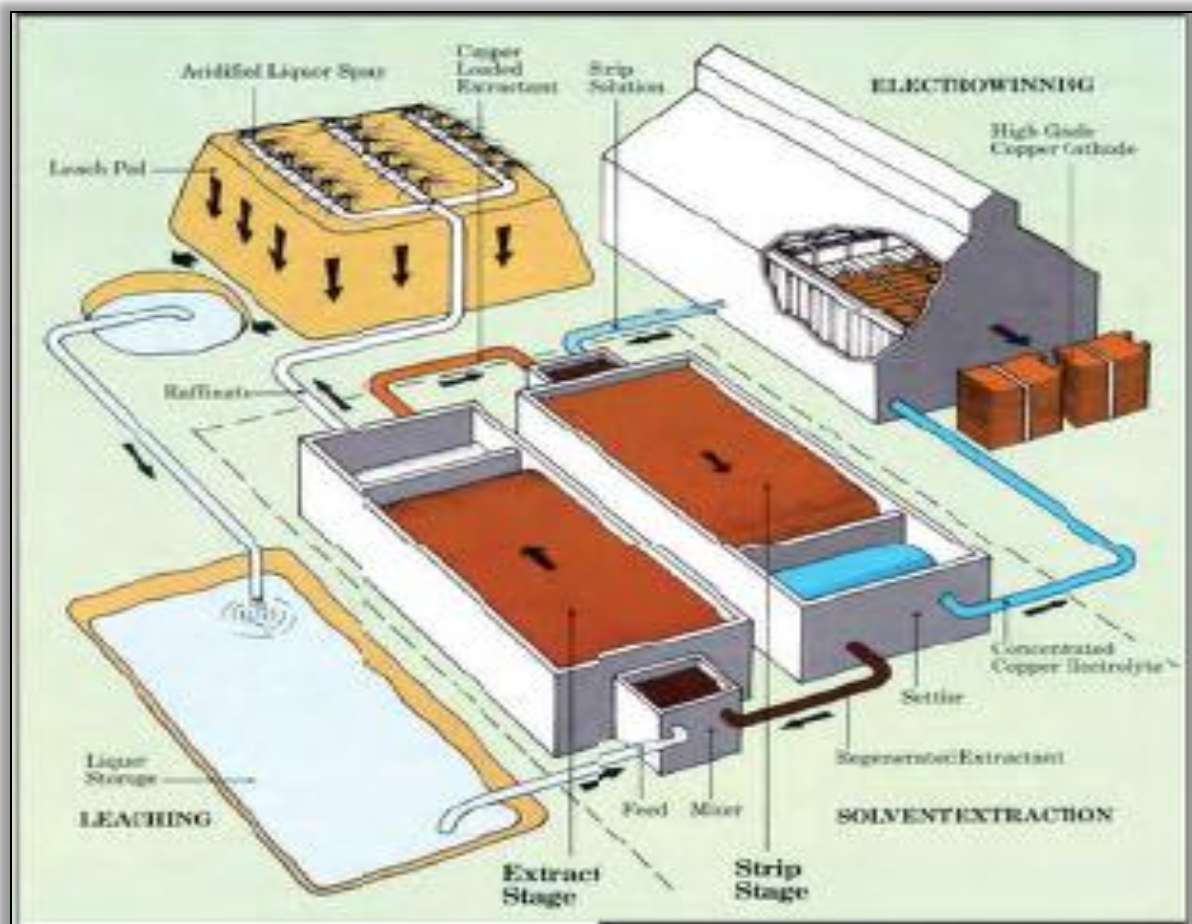
Bu jarayon quyidagicha amalga oshiriladi.  $\text{Na}_2\text{S}$  eritmaga qo'shilgandan so'ng, eritma rN=3 gacha neytrallanadi (kongo kizil indikator qog'ozida nazorat qilib turiladi). Eritmaning 1-2 soat qizdirilgandan so'ng jigar rangli molibdenni sulfo tuzlari cho'kmaga tushadi va bu bilan 1% ga yaqin volfram ham cho'kmaga tushadi.

Molibden ionlaridan tozalash texnologiyasi mishyak va fosfordan tozalangandan so'ng bajariladi.



### ***Ammoniy paravol framatni olishning zamonaviy usuli***

Zamonaviy korxonalarda natriy volframatni ammoniy volframatga o'tkazish – konversiyalashda jarayon almashinish yoki suyuqlik ekstraksiyasi yordamida amalga oshiriladi. Biroq bu jarayonni amalga oshirish uchun tegishli shart-sharoitlarni ushlab turish zarur.



### Nazoratsavollari:

1. Mahsulotlar ishlab chiqarish uchun xom ashyo materiallari qanday tanlanadi?
2. Bog'lovchi moddalar ishlab chiqarishda xom ashyo nimalarga asosanib tanlanadi?
3. Keramika sanoati xom ashyolari haqida qanday tushunchaga egasiz? Ular qanday qilib tanlanadi?
4. Zamonaviy shisha texnologiyasi rivojlantirishning xom ashyolarga oid asosiy omillarini sanab bering.
5. Xom ashyoni qazib olish uchun qaysi turdagi mexanizmlar ishlatiladi?
6. Xom ashyoni tashuvchi mashinalar markasini keltiring. Ular qanday afzallik va kamchiliklarga ega?
7. Xom ashyoni tashishda lentali transportyorlardan foydalanishning qulayliklarini sanab bering.
8. Silikat materiallar klassifikatsiyasini keltiring.
9. Bog'lovchi moddalar tushunchasini keltiring va keramik materiallar bilan solishtiring.
10. Shisha materiallar klassifikatsiyasi bo'yicha "Klaster" tuzing.
11. Nima uchun kamyob element, tarqoq element deb nomlanadi.
12. Nodir metallarning bir guruhga kiritib o'rganilishi va qo'llanilish sabablarini

keltiring.

**13.** Radioaktiv elementlar ishlab chiqarish zaruriyati va qo'llanilish sohalari.

**14.** Ma'dan texnologiyasi va metallurgiya rivojining inson faoliyatiga ta'siri

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

- 1.** D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -173-227 b.
- 2.** William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010.- 501-531 b.
- 3.** C. Barry Carter, M. Grant Norton. Ceramic Materials: Science and Engineering. 2nd Edition. Wiley, CShA, 2013. 379-396 b.
- 4.** Ismatov A.A. Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar texnologiyasi. Darslik.–Toshkent: Fan va texnologiya, 2006. -584 b.
- 5.** Yusupova M.N., Ismatov A.A. Keramika va olovbardosh materiallar texnologiyasi. Darslik.- T.: “Fan va texnologiya”, 2011, 396 b.
- 6.** Sulimenko L.M., Tixomirova I.N. Основы технологии итугоплавких неметаллических силикатных материалов. Учебное пособие.-М.: RXTU, 2000. -248 с.
- 7.** Anderson Corby G., Dunne Robert C., Uhrie John L. Mineral Processing and Extractive Metallurgy: 100 Years of Innovation. Englewood: Published by the Society for Mining, Metallurgy □ Exploration, 2014. 684 p.
- 8.** Vignes Alain Extractive Metallurgy 1: Basic Thermodynamics and Kinetics. London: ISTE and Hoboken: Wiley, 2011. 350 p.
- 9.** Vignes Alain Extractive Metallurgy 2: Metallurgical Reaction Processes. London: ISTE and Hoboken: Wiley, 2011. 355 p.
- 10.** Vignes Alain Extractive Metallurgy 3: Processing Operations and Routes. London: ISTE and Hoboken: Wiley, 2011. 359 p.
- 11.** Nagaiyar Krishnamurthy and Chiranjib Kumar Gupta Extractive Metallurgy of Rare Earths/Second edition. Boca Raton; London; New York: CRC Press and Taylor and Francis Group, 2016. – 839 p.

### III.AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

**1–amaliy mashg‘ulot: Materiallarni tadqiq qilishda fizik-kimyoviy tahlilni ilmiy ahamiyati. Rentgenografik tahlil, fizikaviy asosi. Rentgen nurlari, zamonaviy tekshirish usullari va asosiy uskunalar. Nanotexnologiyalarning rivojlanish tendensiyasi. Nanotexnologiyalar to‘g‘risida umumiy ma’lumot.**

Materiallar strukturasi o‘rganishda zamonaviy mikroskopik, kompleks elektron mikroskopik, rentgen mikroskopiya va rentgen-spektral mikrozonada tahlili. Ishning maqsadi: Noorganik materiallar va tabiiy minerallardagi kristallarning o‘lchamlari va gabitusini o‘rganish. Kimyo mahsulotlari va tabiiy minerallar strukturasi va kimyoviy tarkibini zamonaviy kompleks rentgen-spektral mikrozonada tahlili usuli yordamida o‘rganish.

Minerallar gabitusini o‘rganish. Minerallarning kristallooptikaviy xossalarini polarizatsion mikroskopda o‘rganish mumkin. Hozirgi vaqtda MIN-4, MIN-8, MPO-1, MPS-1 kabi mikroskoplar mavjud bo‘lib, ularga o‘rnatiladigan moslamalar bilan tekshirayotgan minerallarning kristallooptikaviy xususiyatlarini tekshirishga imkon beradi

Polarizatsion mikroskoplarda anorganik moddalar bir va ikki nikol yordamida tekshiriladi. Bitta nikol bilan ishlaganda analizator optikaviy sistemadan chiqarilgan, yorug‘lik nurlari bir-biriga parallel bo‘ladi. Polarizatsion mikroskoplarda qo‘yidagi xossalarni aniqlash mumkin:

1) tekshirilayotgan moddaning fazaviy tarkibi aniqlanadi Buning uchun minerallarning rangi va yorug‘lik nurini turlicha sindirishidan foydalaniladi;

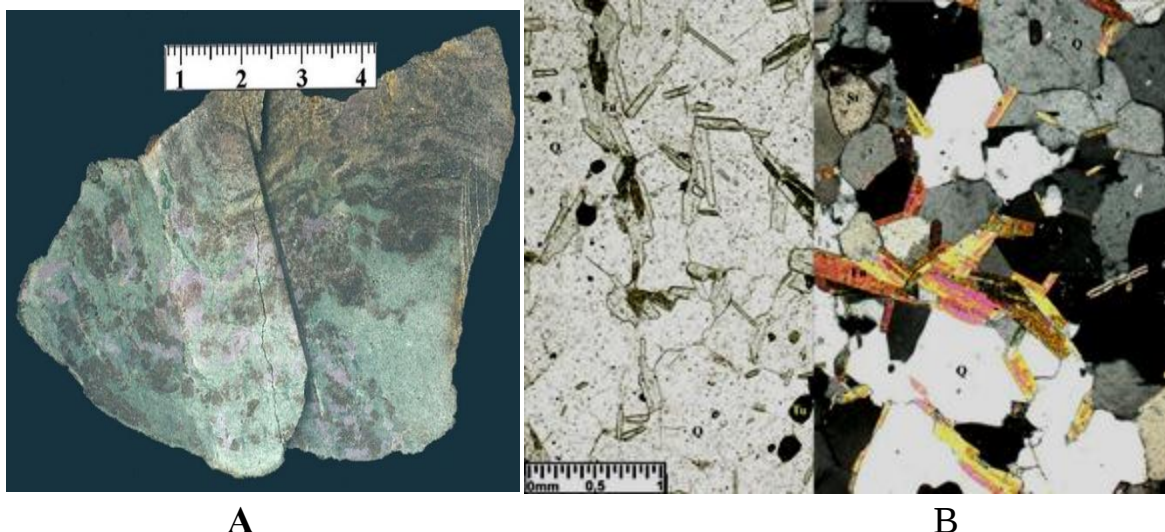
2) kristallarning shakli va o‘lchami aniqlanadi;

3) ularning rangi va pleoxraizmi kuzatiladi;

4) minerallar tarkibidagi turli aralashmalar (shisha, suyuqlik, gaz) aniqlanadi.



Masalan, fuksit slanes mineralining polarizatsion mikroskopda olingan tasvirini 6-rasmda ko‘rishimiz mumkin. Bu yerda tasvirda o‘ng tarafi mikroskopda kesishadigan yorug‘lik nurlari va chap tarafi oddiy yorug‘lik ostida olingan. Rasmda kvars (Q), turmalin (Tu), stavrolit (St), fuksit (Fu) minerallarini ko‘rishimiz mumkin. Bu yerda kvars mineralining gabitusi – oltiburchaklar, turmalin (Tu) – shakli aniq bo‘lmagan, stavrolit (St) – to‘g‘ri bo‘lmagan to‘rt burchaklar, fuksit (Fu) – rangli uzun brusoklar.



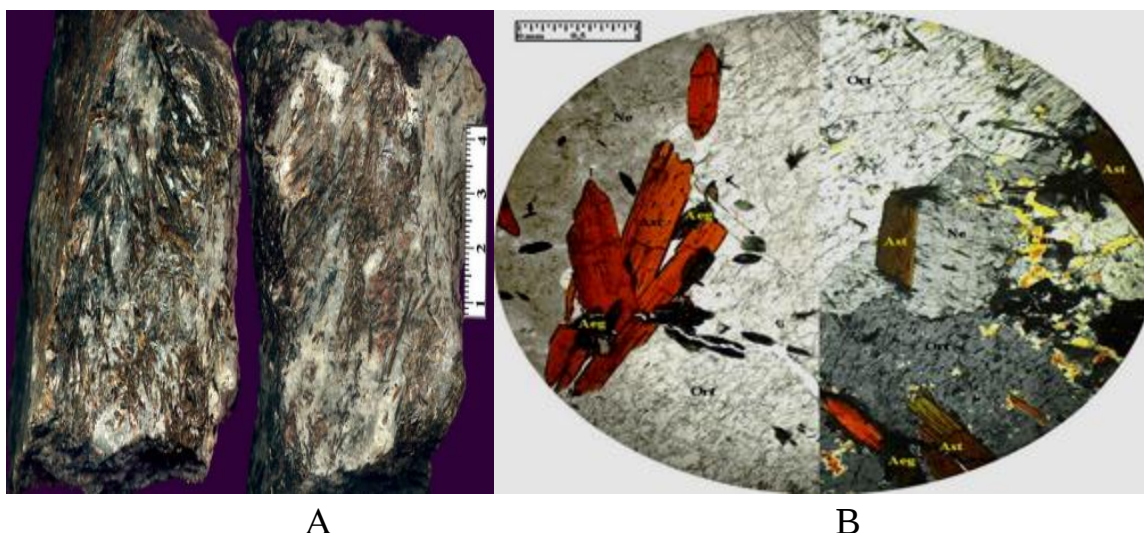
**1- rasm.** Fuksit slanes mineralining polarizatsion mikroskopda olingan tasviri.

**A-** mineralning ko‘rinishi, **B** – mikroskopda olingan tasviri.

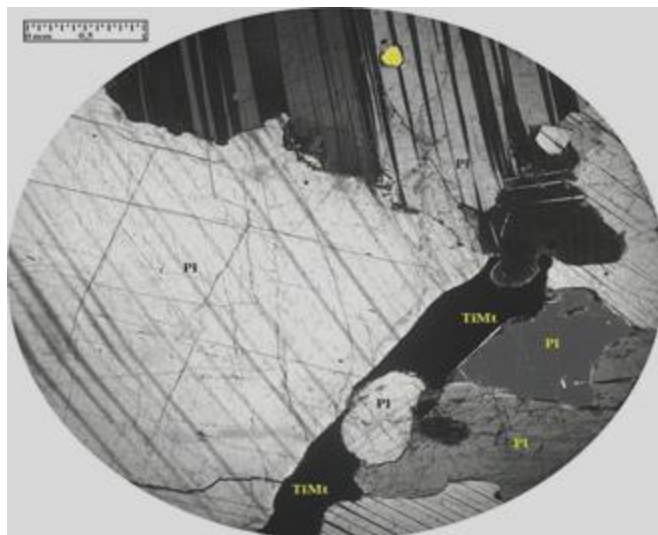
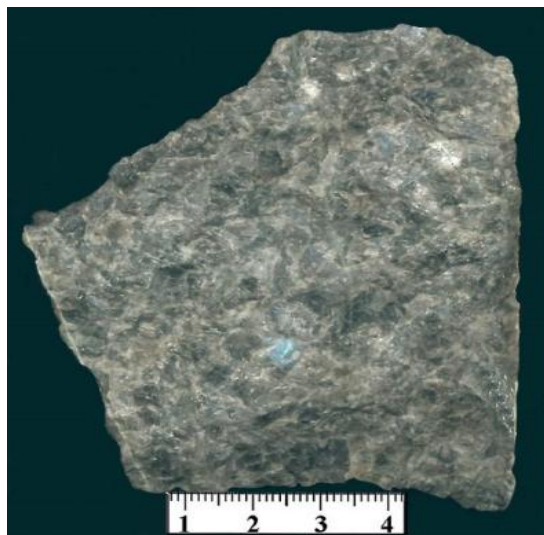
Ikki nikol bilan ishlaganda nur parallel yoki uchrashuvchi bo‘lishi mumkin. Parallel nurlar yordamida minerallarning izotrop yoki anizotropi (yorug‘lik nurini oddiy sindirishi yoki ikkiga ajratishi), nurning so‘nish xarakteri (to‘g‘ri, o‘tkir yoki o‘tmas burchak ostida) aniqlanadi.

Moddaning ayrim xossalari aniqlash uchun boshqa usullardan, masalan, uchrashuvchi yorug‘lik nurlari usulidan foydalaniladi. Ikkita nikol bilan ishlaganda minerallarning necha o‘qliligi ularning kristallooptikaviy xarakteri (musbat yoki manfiy) aniqlanadi, ikki o‘qli kristallarning o‘qlari orasidagi burchak aniqlanadi.

2-rasmda astrofillitli fayalit mineralining polarizatsion mikroskopda ko‘rinishi keltirilgan – chap tarafida “oddiy” yorug‘lik va o‘ng tarafida “kesishgan” yorug‘lik nurlari yordamida olingan.



**2 rasm.** Astrofillitli fayalit mineralining polarizatsion mikroskopda olingan tasviri. **A-** mineralning ko‘rinishi, **B** – mikroskopda olingan tasviri.



**3-rasm.** Labradorit mineralining (dala shpati labrador va ozgina miqdorda shaffof bo‘lmagan titanomagnetit kristallari) polyarizatsion mikroskopda olingan tasviri. **A-** mineralning ko‘rinishi, **B** – mikroskopda olingan tasviri.

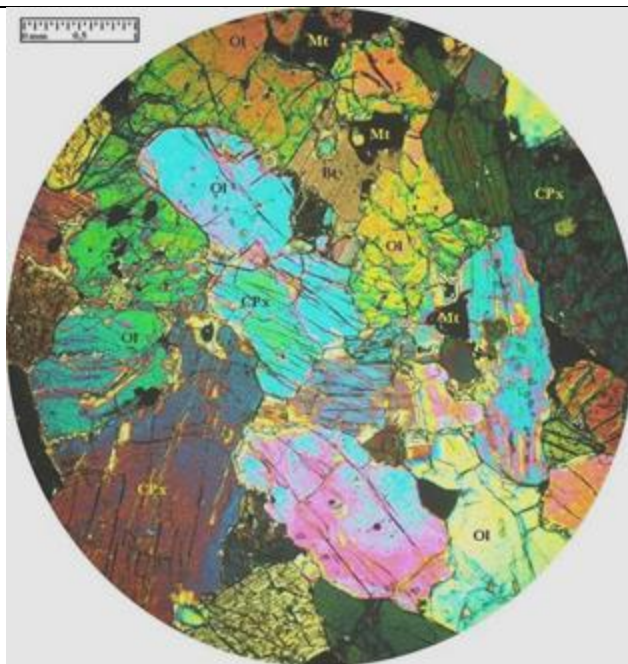
AMALIY MASHG‘ULOT VAZIFALARI:

Rasmda keltirilgan minerallardagi kristallar gabitusi aniqlang.

Kristallarning simvollari: **CPx**– klinopiroksen, **Ort** - ortoklaz dala shpati, **Ol**– olivin, **TiMt** – titanomagnetit, **Q** – kvars, **Mi** – mikroklin, **Ab** - albit, **Pyr** – pirit.

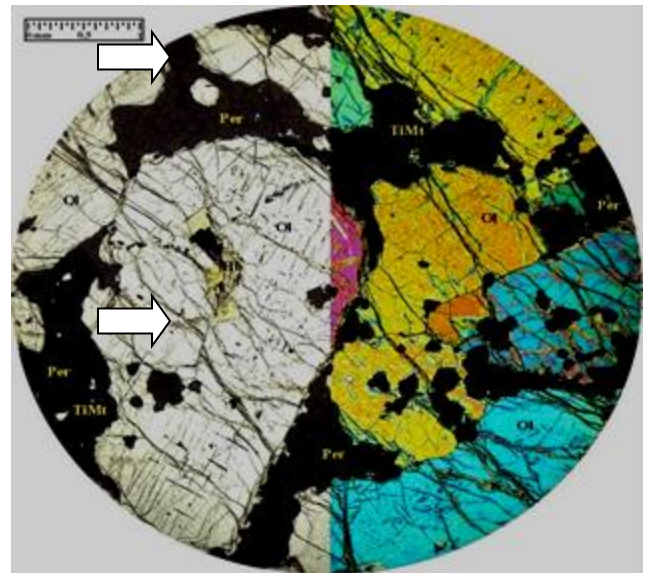
#### 1 guruhga vazifa.

Klinopiroksen (CPx),  
 olivin (Ol),  
 titanomagnetit (TiMt)  
 kristallarining gabitusini  
 aniqlang.





A



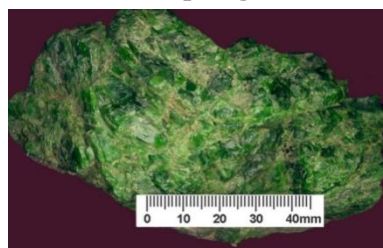
Б

**4-rasm.** Olivin mineralining polarizatsion mikroskopda olingan tasviri. A- mineralning ko‘rinishi, B – mikroskopda olingan tasviri.

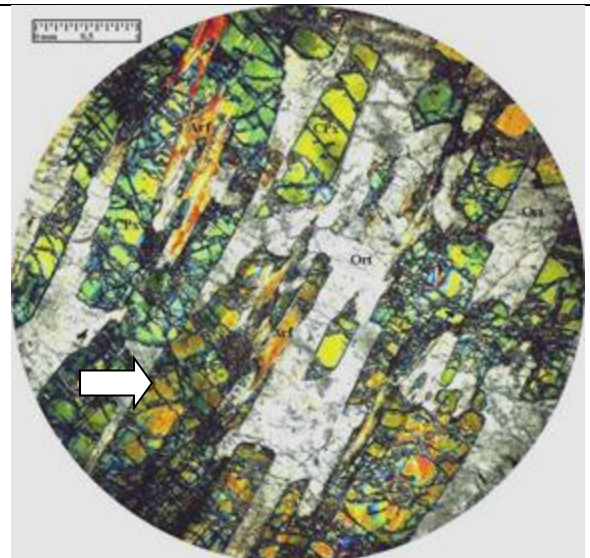
(Клинопироксеновая порода - верлит. Кольский п-ов, Ковдор).

**2 guruhga vazifa.**

Klinopiroksen (CPx) va ortoklaz (Ort) kristallarining gabitusini aniqlang.



A

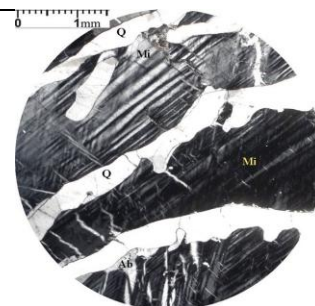


Б

**5-rasm.** Pegmatit mineralining polarizatsion mikroskopda olingan tasviri. A- mineralning ko‘rinishi, B – mikroskopda olingan tasviri. (Якутия, Алдан).

**3 guruhga vazifa.**

Kvars (Q), mikroklin (Mi) va albit (Ab) kristallarining gabitusini aniqlang.





A



B

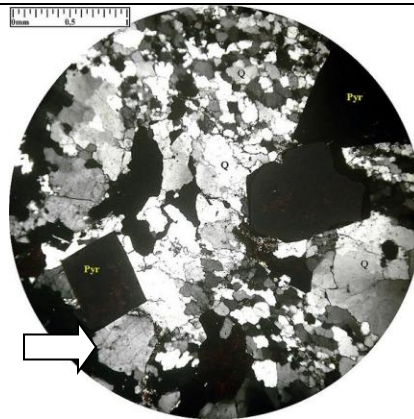
**6-rasm.** Grafik pegmatit mineralining polarizatsion mikroskopda olingan tasviri. A- mineralning ko‘rinishi, B - mikroskopda olingan tasviri. (Якутия, Алдан).

#### 4 guruhga vazifa.

Kvars (Q) va pirit (Pyr)  
kristallarining gabitusini  
aniqlang



A

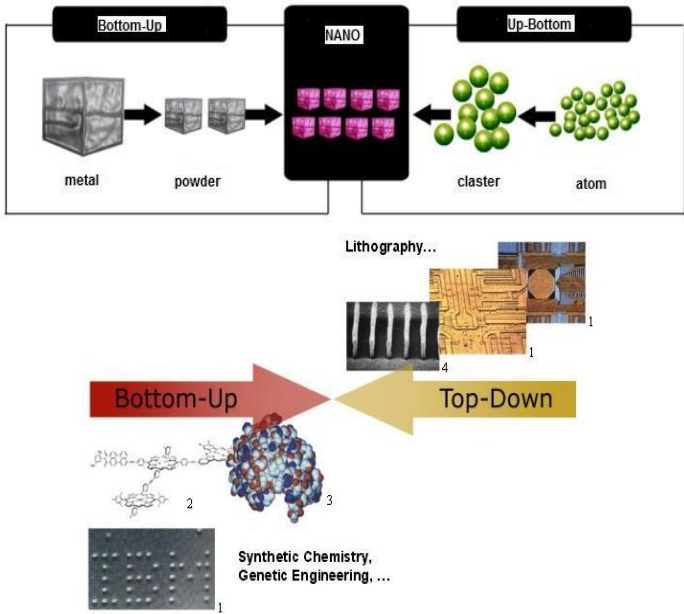


B

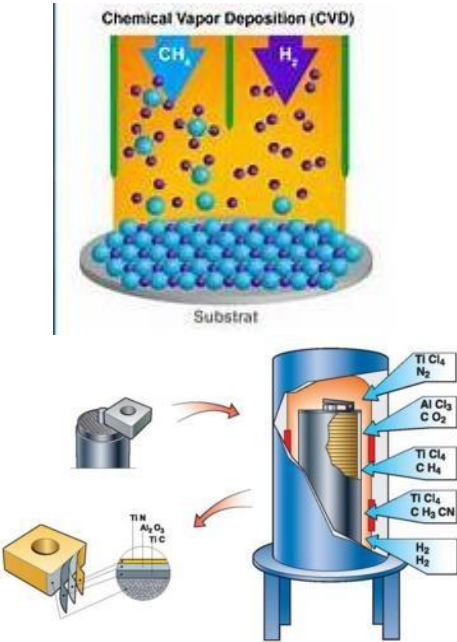
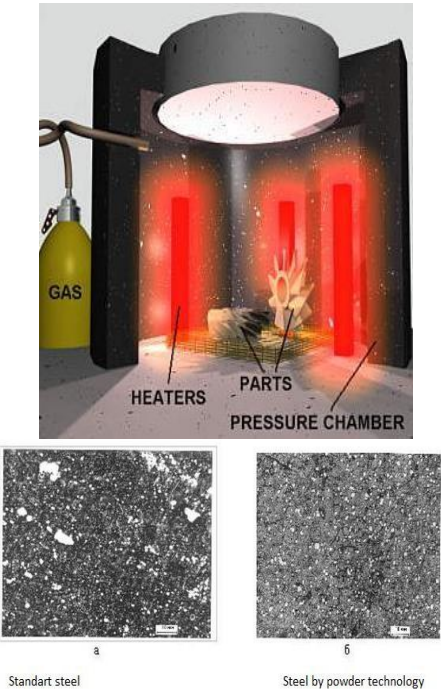
**7-rasm.** Kvarsit (tarkibida oltinli pirit minerali mavjud)  
mineralining polarizatsion mikroskopda olingan tasviri.  
A- mineralning ko‘rinishi, B - mikroskopda olingan tasviri.  
(Якутия, Алдан).

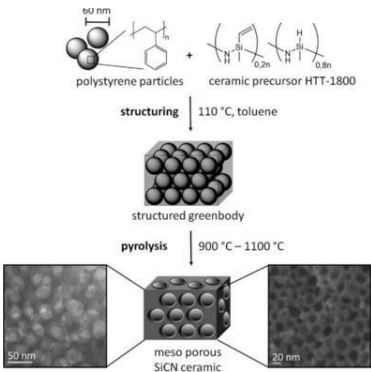
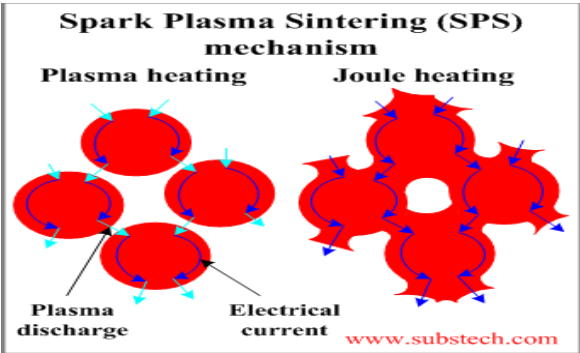
#### Nanomaterial olish va ularni xossalarni.

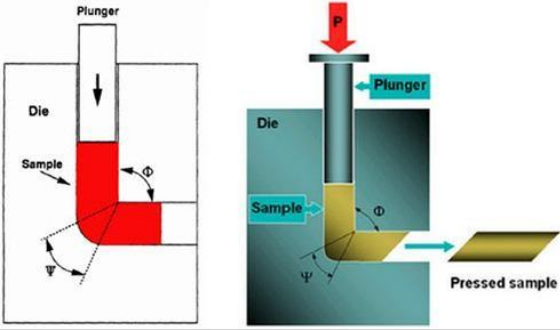
**Ishdan maqsad:** Pastdan-tepaga va tepadan pastga. Bug‘ fazasidan fizikaviy cho‘ktirish (PVD). Plazma. Bug‘ fazasidan kimyoviy cho‘ktirish (CVD). Issiq izostatik preslash (HIPing). Piroliz. Uchqunli plazmali pishirish (SPS). Teng kanalli burchakli presslash (ECAP). Mexanik qotishmalar. Bug‘- suyuqlik-qattiq modda usuli (VLS). Epitaksiya. Nanolitografiya. Fab. Kolloid. Nanodispersiya. O‘z-o‘zini yig‘ish. Aerogel. Kvant nuqtalari. Bakminster – fulleren. Magikson. Uglerodli nanotrubka. Nanotolalar. Nanoqobiqlar. Nanosimlar. Nanomaterial. Nanosterjlar. Viskerlar. Yupqa plenklar. Mezog‘ovakli material. Multiqavatlar

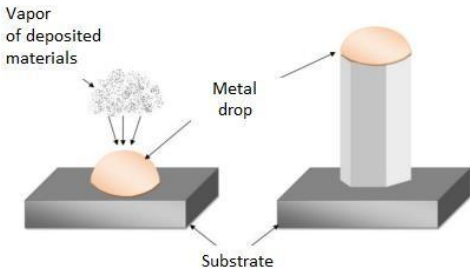
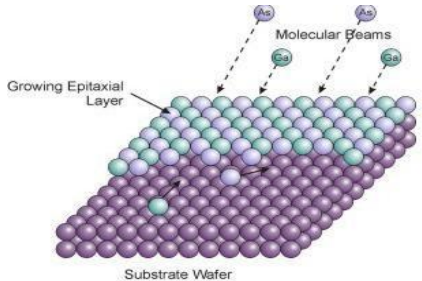
| №  | Ishni bajarish uchun namuna                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Masalaning qo'yilishi                                                                                |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | <p><b>Bottom-up:</b> a strategy for synthesizing nanomaterials from atomic scale fundamental units where the fundamental units link up to form nanoparticles/nanostructures</p> <p><b>Top-down:</b> involves fragmentation of a microcrystalline material to yield a nanocrystalline material; all solid state synthesis routes of nanostructures fall into this category</p>  <p><b>Tagdan-tepaga:</b> asosiy birliklari nanozarrachalar/nanotizimlarni hosil qilish bilan birlashadigan atom miqyosidagi asosiy birliklaridan nanomateriallarning sintez qilish strategiyasi</p> <p><b>Tepadan pastga:</b> nanokristall materialni olish bilan mikrokristall moddaning maydalashni o'z ichiga oladi; nanostrukturalarni sintez qilishning qattiq moddali yo'llari shu kategoriyaga kiradi.</p> | <p><b>Pastdan-tepaga va tepadan pastga:</b> asosiy prinsipini solishtiring. Rasmdan foydalaning.</p> |

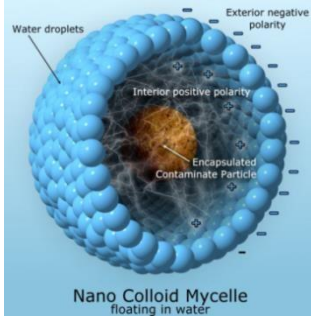
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                          |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | <p><b>Physical vapour deposition (PVD):</b> a variety of vacuum deposition technique involving vaporization of atoms from target material to produce a thin film on a substrate</p> <div data-bbox="411 297 914 981" data-label="Diagram"> </div> <p><b>Bug‘ fazasidan fizikaviy cho‘ktirish (PVD):</b> taglikda yupqa plenkarni olish uchun atomlarni mo‘ljal materialidan bug‘latish ishtirokida vacuum cho‘ktirishning turli texnologiyalari</p>   | <p><b>Bug‘ fazasidan fizikaviy cho‘ktirishning asosiy prinsipini tushuntiring</b></p> <p><b>Rasmdan foydalaning!</b></p> |
| 3. | <p><b>Plasma:</b> a state of matter containing a significantly large fraction of ionized matter; plasma properties differ significantly from those of solids, liquids or gases</p> <div data-bbox="256 1330 689 1570" data-label="Image"> </div> <p><b>Plazma:</b> ionlashgan moddaning anchagina katta fraksiyasini o‘zida saqlovchi moddaning holati; plazmaning xossalari qattiq moddalardan, suyuqliklardan yoki gazlardan tubdan farq qiladi</p> | <p><b>Plazma temperaturasi-ni va xossalarni prinsipini tushuntiring</b></p>                                              |

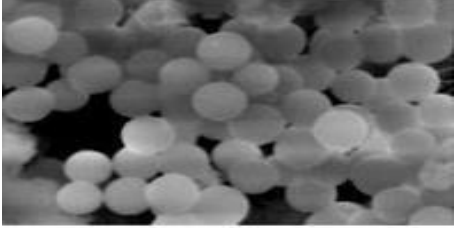
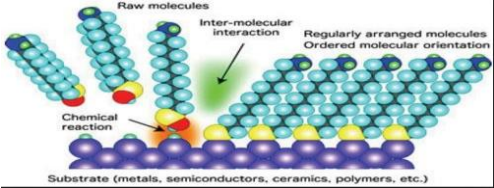
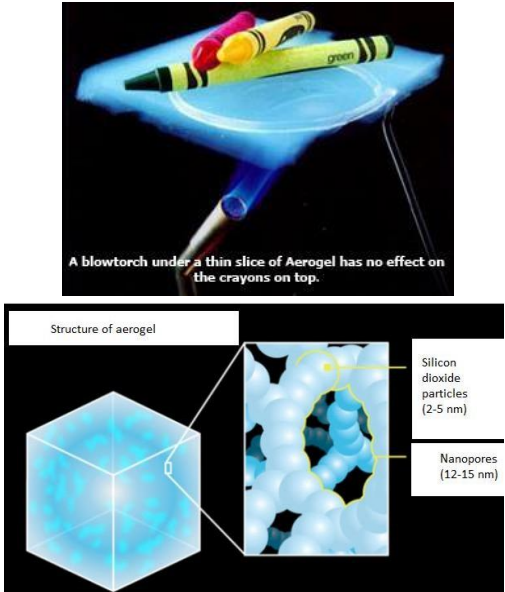
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                   |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. | <p><b>Chemical va pourdeposition (CVD):</b> a technique for depositing thin films on a substrate using gaseous reactants</p>  <p><b>Bug‘ fazasidan kimyoviy cho‘ktirish (CVD):</b> gazsimon reagentlarning qo‘llanilishi bilan yupqa plenkalarining taglikda cho‘ktirish uslubi</p>                                        | <p><b>Bug‘ fazasidan kimyoviy cho‘ktirish (CVD) ning asosiy prinsipini tushuntiring. Rasmdan foydalaning.</b></p> |
| 5. | <p><b>Hot isostatic pressing (HIPing):</b> the process of using High hydrostatic pressure and temperature to compress fine particles into coherent parts</p>  <p><b>Issiq izostatik preslash (HIPing):</b> mayin zarrachalarni yaxlit qismlarga siqish uchun yuqori gidrostatik bosim va haroratni qo‘llash jarayoni</p> | <p><b>Issiq izostatik preslashning asosiy prinsipini tushuntiring. Rasmdan foydalaning.</b></p>                   |

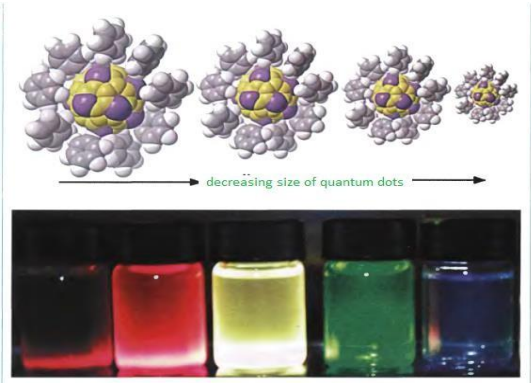
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. | <p><b>Pyrolysis:</b> Greek word denoting separation (lysis) under fire (pyr); a thermos-chemical method involving decomposition of organic material at elevated temperatures in the absence of oxygen</p>  <p><b>Piroliz:</b> alanga (<i>pyr</i>) ostida ajratishni (<i>lysis</i>) anglatuvchi grekcha soʻz; kislorod ishtirokisiz yuqori haroratlarda organik moddani parchalashni oʻz ichiga oluvchi termokimyoviy usul</p>          | <p><b>Piroliz nima uchun kerak. Rasmdan foydalaning.</b></p>                                         |
| 7. | <p><b>Spark plasma sintering (SPS):</b> a sintering technique using pulsed DC current that directly passes through the graphite die, as well as the powder to be consolidated, in case of conductive samples</p>  <p><b>Uchqunli plazmali pishirish (SPS):</b> grafit matritsasi shuningdek oʻtkazuvchan namunalar holatida pishirilayotgan kukundan bevista oʻtayotgan doimiy impuls toki qoʻllanilishidagi pishirish texnikasi</p> | <p><b>Uchqunli plazmali pishirishning asosiy prinsipining tushuntiring. Rasmdan foydalaning.</b></p> |

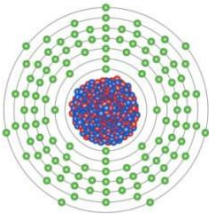
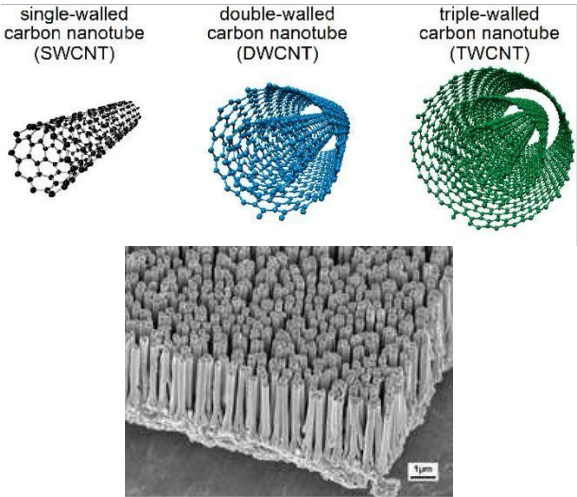
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                           |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8. | <p><b>Equal channel angular pressing (ECAP):</b> a severe plastic deformation technique for producing ultrafine grain structures, which introduces a large amount of shear strain into the materials without changing its shape or dimensions; equichannel angular extrusion (ECAE) is a similar process involving extrusion</p>  <p><b>Teng kanalli burchakli presslash (ECAP):</b> shakl va o'lchamlarini o'zgartirishsiz katta miqdordagi deformatsion siljishni kirituvchi ultradispers tuzilishli zarrachalarni ishlab chiqarish uchun plastik deformasiyaning og'ir texnikasi; ekstruziya ishtirokidagi o'xshash jarayonni namoyon qiluvchi teng kanalli burchak ekstruziyasi (ECAE)</p> | <p><b>Teng kanalli burchakli presslashning asosiy xossalarning tushuntiring. Rasmdan foydalaning.</b></p> |
| 9. | <p><b>Mechanical alloying:</b> asolid state process in which grain refinement occurs by repeated deformation, Fracturing and cold welding of powder particles in a high-energy ball mill</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Mechanical alloying's basic principles explained.</b></p>                                           |
|    | <p><b>Mechanical alloying:</b> yuqori energiyali sharli tegirmonda zarrachalarning qayta deformatsiyalanishi va yoriqlari natijasida maydalanishi, kukunlarning zarrachalari sovuq payvanlanadigan qattiq jismdagi jarayon</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                           |

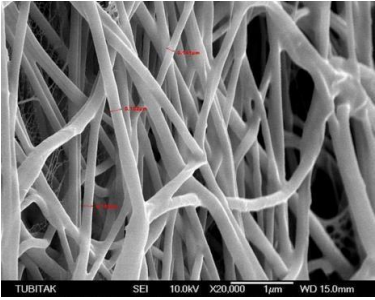
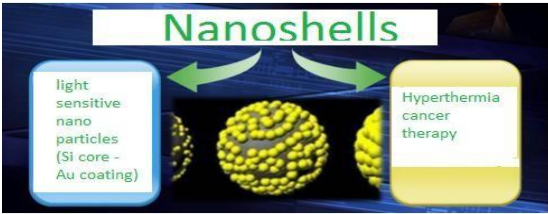
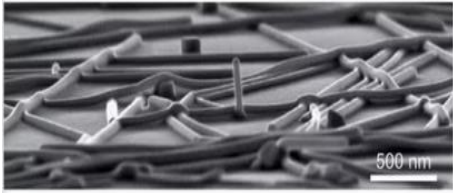
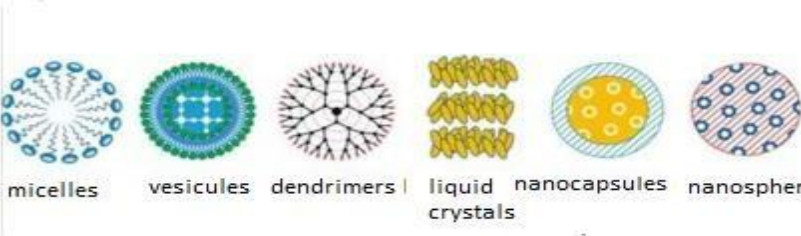
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                           |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10. | <p><b>Vapour–liquid–solid method (VLS):</b> a mechanism for the growth of one-dimensional nanostructures, such as nanowires, from chemical vapour deposition; to enhance the efficiency and kinetics for the growth of crystals, a catalytic liquid alloy phase which can rapidly adsorb a vapour to supersaturation levels is used</p>  <p><b>Bug‘-suyuqlik-qattiq modda usuli (VLS):</b> bug‘ fazasidan kimyoviy cho‘ktirishdagi nanosimlar kabi bir o‘lchamli nanostrukturalarning o‘sishi uchun mexanizm; kristallarning o‘sishi va kinetikasi samaradorligini oshishi uchun qo‘llaniladi, katalitik suyuq qotishmali faza bug‘larni o‘ta to‘yinganlik darajasigacha tezda adsorbsiyalashi mumkin</p> | <p><b>Bug‘-suyuqlik-qattiq modda usulining asosiy prinsipining tushuntiring. Rasmdan foydalaning.</b></p> |
| 11. | <p><b>Epitaxy:</b> growth of a secondary phase maintaining a perfect crystallographic registry (coherency) with the underlying substrate</p>  <p><b>Epitaksiya:</b> asosiy taglik bilan kristallografik tartibni (kogerentlikni) ta‘minlash uchun ikkilamchi fazaning o‘sishi</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p><b>Epitaksiyaning asosiy xossalarning tushuntiring. Rasmdan foydalaning.</b></p>                       |

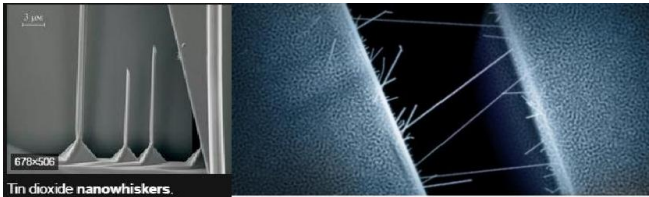
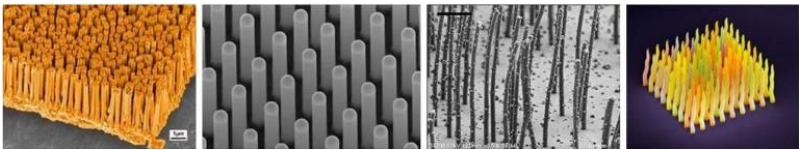
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 12. | <p><b>Fab:</b> a micro fabrication facility consisting of clean rooms and controlled deposition process for the fabrication of semiconductor devices and ICs <b>Fab:</b> integral sxemalar va yarim o‘tkazgichli asboblarni ishlab chiqarish uchun nazorat qilinuvchi cho‘ktirish jarayonlari va toza xonalardan tashkil topgan mikrotexnologik obyekt</p>  | <p><b>Fab nima uchun kerak? Rasmdan foydalaning.</b></p>                              |
| 13. | <p><b>Colloid:</b> a homogenous suspension of adspersoidina continuous medium; it may be a solid, liquid or gas</p>   <p><b>Kolloid:</b> uzluksiz muhitdagi dispersiyalangan moddaning bir turdagi suspenziyasi; qattiq, suyuq yoki gazsimon bo‘lishi mumkin.</p>       | <p><b>Kolloid qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan. Rasmdan foydalaning.</b></p> |

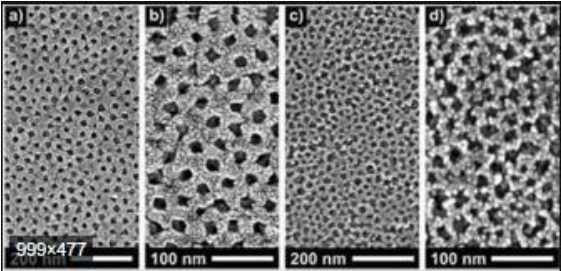
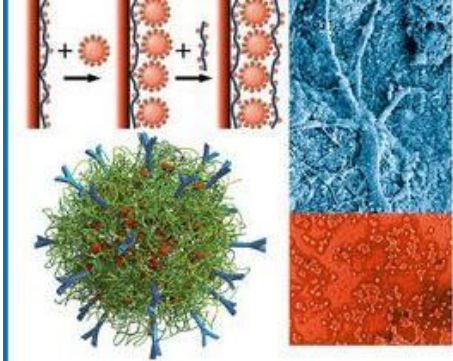
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                           |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14. | <p><b>Nanofluid:</b> colloidal suspension of nanoparticles of metals, ceramic, carbon nanotubes, etc.</p>  <p><b>Nanodispersiya:</b> metallar, keramik, uglerodli nanotrubbkalar va h.k.z. nanozarrachalarning kolloid suspenziyasi</p>                                                                                                              | <p><b>Nanodispersiya qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan.</b></p>                   |
| 15. | <p><b>Self-assembly:</b> process in which the components interact within themselves to form aligned or organized structures without any external force</p>  <p><b>O‘z-o‘zini yig‘ish:</b> biror bir tashqi kuch ta‘siriz bir tekis yoki tashkillashtirilgan tuzilish hosil qilish uchun komponentlarning o‘z ichida o‘zaro ta‘sirlashuv jarayoni</p> | <p><b>O‘z-o‘zini yig‘ishning asosiy prinsipining tushuntirig Rasmdan foydalaning.</b></p> |
| 16. | <p><b>Aerogel:</b> aporous solid formed from a gel in which the liquid is replaced with a gas with gas entrapment</p>  <p><b>Aerogel:</b> suyuqligi yutilgan gaz bilan o‘rin almashgan g‘ovaksimon qattiq cho‘kma</p>                                                                                                                              | <p><b>Aerogel qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan. Rasmdan foydalaning.</b></p>     |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 17. | <p><b>Quantum dots:</b> 0 D nanostructures in which electron energy states are confined in all three spatial dimensions; their electronic properties are between that of cluster* and bulk semiconductors</p>  <p>Color of CdSe - CdS colloids is a function of quantum dots sizes</p> <p><b>Kvant nuqtalari:</b> elektronlarning energiya holatlari barcha uchta kenglik o'lchamlarida aniqlanadigan 0 D nanostrukturalar; ularning elektron xossalari klasterlar va yarim o'tkazgichlar orasida bo'ladi</p> | <p><b>Kvant nuqtalari nima uchun kerak. Rasmdan foydalaning.</b></p>           |
| 18. | <p><b>Buckminster fullerene:</b> a spherical molecule with the formula C<sub>60</sub>, named in homage to Richard Buckminster Fuller, due to its resemblance to the geodesic dome designed by him; Buckminster fullerene is the first fullerene molecule to be discovered and is also the most common in terms of natural occurrence, as it can be found in small quantities in soot</p>                                                                                                                     | <p><b>Bakminster – fulleren qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan.</b></p> |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p><b>Bakminster - fulleren:</b> Richard Bakminster Fulleren tomonidan loyihalashtirilgan geodezik gumbazga o'xshashi tufayli uning sharafiga nomlangan <math>S_{60}</math> formulali doirasimon molekula; Bakminster fulleren – fullerenning dastlabki topilgan molekulasi hisoblanadi, shu bilan birga qurumda oz miqdorda topilishi mumkin bo'lganligi uchun tabiiy hosil bo'lishi nuqtai nazaridan eng ko'p tarqalgan hisoblanadi.</p>                                                                              |                                                                                           |
| 19. | <p><b>Magic number:</b> a critical number of atoms in a cluster size providing it higher structural and potential stability</p>  <p><b>Mo'jizaviy son:</b> anchagina yuqori bo'lgan strukturaviy va potensial turg'unlikni ta'minlovchi klasterdagi atomlarning kritik soni</p>                                                                                                                                                        | <p><b>Mo'jizaviy sonni tushuntiring. Atom tuzilishining Rasmdan foydalaning.</b></p>      |
| 20. | <p><b>Carbon nanotube(CNT):</b>anallotrope of carbon with cylindrical nanostructure and having high as pectratios;<br/>their unusual electronic and magnetic properties find wide applications</p>  <p><b>Uglerodli nanotrubka (CNT):</b> tasvir formatining yuqori o'zgartirilib turishli silindrsimon nanostrukturali uglerodning allotropik shakli; ularning o'zgacha bo'lgan elektron va magnit xossalari keng qo'llaniladi.</p> | <p><b>Uglerodli nanotrubkaning sinflanishining tushuntiring. Rasmdan foydalaning.</b></p> |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 21. | <p><b>Nanofibre:</b> fibres with diameter less than 100 nm</p>  <p><b>Nanotolalar:</b> 100 nm dan kichik bo'lgan diametrli tolalar</p>                                                                                                                                          | <p><b>Nanotolalarning asosiy xossalarning Rasmdan foydalaning.</b></p>                     |
| 22. | <p><b>Nanoshells:</b> a thin coating over a core object a few tens of nanometres in diameter</p>  <p><b>Nanoqobiqlar:</b> diametri bir necha o'nlikdagi nanometrda bo'lgan obyekt yadrosi ustidagi yupqa qobiq</p>                                                             | <p><b>Nanoqobiqlar qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan. Rasmdan foydalaning.</b></p> |
| 23. | <p><b>Nanowires:</b> 1D nanostructures with width of nanometric dimensions and exhibiting aspect ratios of 1000 or more</p>  <p><b>Nanosimlar:</b> nanometer o'lchamli kenglikdagi va geometric o'lchamlarining nisbati 1000 va undan yuqori bo'lgan 1D nanostrukturalar</p> | <p><b>Nanosimlar nima uchun kerak?</b></p>                                                 |
| 24. | <p><b>Nanomaterial:</b> class of materials in which at least one of the dimensions is on the nanoscale (&lt;100 nm)</p>  <p><b>Nanomaterial:</b> biror bir o'zgarishi nanodarajada (&lt;100 nm) bo'lgan materiallarning sinfi</p>                                            | <p><b>Nanomaterial-larning qanday sinflanishi bor?</b></p>                                 |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                          |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25. | <p><b>Nanorods:</b> 3D nanostructures with aspect ratio typically in the range of 3–5; all their dimensions are in the range 1–100 nm</p> <p><b>Nanosterjnlar:</b> yoqlarining nisbati 3-5 diapazonida bo‘lgan 3D nanostrukturalar; ularning barcha o‘lchamlari 1-100 nm diapazonida bo‘ladi</p>                                                                                                    | <p><b>Nanosterjnlar qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan.</b></p>                   |
| 26. | <p><b>Whiskers:</b> thin fibrous growth of adis location free crystal</p>  <p><b>Viskerlar:</b> erkin dislokasiyalanadigan kristallning nozik tolali o‘shishi</p>                                                                                                                                                 | <p><b>Viskerlar nima uchun kerak?</b></p>                                                |
| 27. | <p><b>Thin films:</b> atomically engineered layers with film thickness usually in the range of nanometers to a maximum of a few microns</p>  <p><b>Yupqa plenkalalar:</b> atomar konstruksiyalangan qavatlar nanometrdan maksimum bir necha mikrongacha bo‘lgan diapazonda bo‘lgan qalinlikdagi plenkalalar</p> | <p><b>Yupqa plenkalarning asosiy xossalarning tushuntiring. Rasmdan foydalaning.</b></p> |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                 |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 28. | <p><b>Mesoporous:</b> porous materials with regularly arranged, uniform mesopores (2–50 nm in diameter); their large surface areas make them useful as adsorbents or catalysts</p>  <p><b>Mezog'ovakli:</b> bir me'yorda bir tekis joylashgan mezog'ovakli (diametrik 2-50 nm) g'ovaksimon materiallar; yuza sirtining kattaligi ularni adsorbent yoki katalizatorlar sifatida foydali qiladi.</p> | <p><b>Mezog'ovakli materiallarning asosiy xossalarni tushuntiring. Rasmdan foydalaning.</b></p> |
| 29. | <p><b>Multilayers:</b> thin films of differing chemistry or structure deposited one over the other</p>  <p><b>Multiqavatlar:</b> bir-biriga joylashtirilgan turli xil kimyoviy tarkibli yoki strukturali yupqa plenklar</p>                                                                                                                                                                       | <p><b>Multiqavatlar: nima uchun kerak? Rasmdan foydalaning.</b></p>                             |

### Nazorat savollari

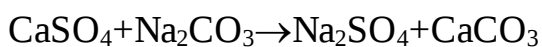
1. Bug' fazasidan fizikaviy cho'ktirishning (PVD) va bug' fazasidan kimyoviy cho'ktirishning (CVD) asosiy prinsipini solishtiring?
2. Issiq izostatik presslashning voting kanalli burchakli presslashning asosiy prinsipini tushuntiring.
3. Piroliz va uchqunli plazmali pishirishi nima uchun kerak?
4. Mexanik qotishmalashning asosiy prinsipini tushuntiring?
5. Bug'-suyuqlik-qattiq modda usulining asosiy prinsipini tushuntiring.
6. Eitaksiyaning asosiy xossalarni tushuntiring.

## **2-amaliy mashg'ulot: Kaustik va kalsinatsiyalangan soda ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari**

### **Ishning maqsadi: Namokob tozalash jarayonining texnologik hisoblari**

Birlamchi namokobning tarkibida kalsiy va magniy tuzlari mavjud. Agarda ulardan rassol tozalanmasa, cho'kmaga quyidagi yaxshi erimaydigan birikmalar tushishi mumkin:  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Mg(OH)}_2$ ,  $\text{NaCl} \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ . Bu birikmalar apparatura, quvurlar yuzasiga cho'kish hisobiga keyingi pog'ona jarayonlari normal o'tmaydi va tayyor mahsulotning sifati pasayadi.

Namokobni kalsiy tuzlaridan tozalash uchun soda qo'llaniladi, magniy tuzlari uchun kalsiy gidrooksid ishlatiladi. Tozalashning yuqori darajasini ta'minlash uchun berilayotgan reagentlarning stexiometriyaga nisbatan ortiqcha miqdori juda kam bo'lishi kerak. Shuning uchun reagentlarning dozirovkasi aniq bo'lishi lozim.  $\text{SO}_4^{2-}$  ionari rassolda natriy sulfat tuzi holda qoladi.



Sulfat ionlari distillyatsiya jarayonida jarayonlar normal o'tish uchun xalaqit beradi, chunki kalsiy sulfat tuzi cho'kma hosil qilish mumkin.

Hozirgi kunda namokobni sulfat ionlaridan tozalash samaradorli usullar topilmagan.

Namokob tozalash jarayonida cho'kishning yuqori tezligiga erishish uchun kalsiy ionlarining miqdori magniy ionlariga nisbatan 3-5 marta ko'p bo'lishi kerak. Buning natijasida cho'kmaning zichligi oshgan hisobiga cho'kayotgan shlamning yo'qolishlari ham kamayadi.

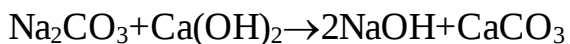
Tozalash jarayonida temperatura oshirilsa, ion almashish va degidratatsiya jarayonlari tezlashadi, induksiya davrining vaqtini kamaytiradi. Temperatura oshishi bilan namokobning yopishqoqligi kamayadi, suspenziyaning cho'kish va zichlanish tezligi oshadi. Lekin, temperatura juda ham oshirilib yuborilsa cho'kish jarayoni normal holatda ketmasligi mumkin. Bundan tashqari keyingi pog'onada ammiak absorbsiyasi jarayoni uchun temperatura yuqori bo'lish kerak emas. Shuning uchun tozalash jarayonida 12-200° C temperatura qo'llaniladi. Namokobda magniy ionlari qancha ko'p bo'lsa cho'kish jarayoni shuncha ham sekin o'tadi. Shuning uchun magniy ionlar ko'pligida 200° C temperatura qo'llaniladi, magniy ionlar kamligida 120° C temperatura qo'llaniladi.

Aralashtirish intensivligi cho'kish kinetikasiga ta'sir qiladi. Aralashtirish tezligi oshishi bilan qattiq moddaning yuzasidagi suyuq fazaning adgezion qatlamning qalinligi kamayadi. Buning natijasida qattiq va suyuq fazalar orasida ionalmashish tezligi oshadi va induksiya davri kamayadi.

Suspenziya aralashtirish vaqtida cho'ktiruvchi reagentlar tozalanayotgan namokobning hajmida bir tekis taqsimlanishini ta'minlash kerak. Ko'piklar hosil bo'lishiga qadar aralashtirilishi jarayoni tugallanishi kerak, chunki ko'pik hosil

bo'lishi va birgalikdagi cho'kish jarayonlari normal holatda o'tmaydi.

Tuzlar cho'kish kinetikasiga va shlam zichlanishiga cho'ktiruvchi reagentlarni namokobga berish tartibi ham ta'siri bor.  $Mg(OH)_2$  va  $CaCO_3$  lar birgalikda cho'kishi zarur, ya'ni koagulyantning hosil bo'lish tezligi  $Ca(OH)_2$  hosil bo'lish tezligidan kam bo'lishi kerak emas.  $Mg(OH)_2$  tez hosil bo'lishi uchun magniy kam miqdorli namokoblarni tozalashda cho'ktiruvchi reagentlarni dastlab qizdirib aralashtirish kerak, ya'ni



Eritmada  $OH^-$  ionlarining konsentratsiyasi oshadi hamda,  $Mg(OH)_2$  ning cho'kish darajasi va tezligi oshadi.

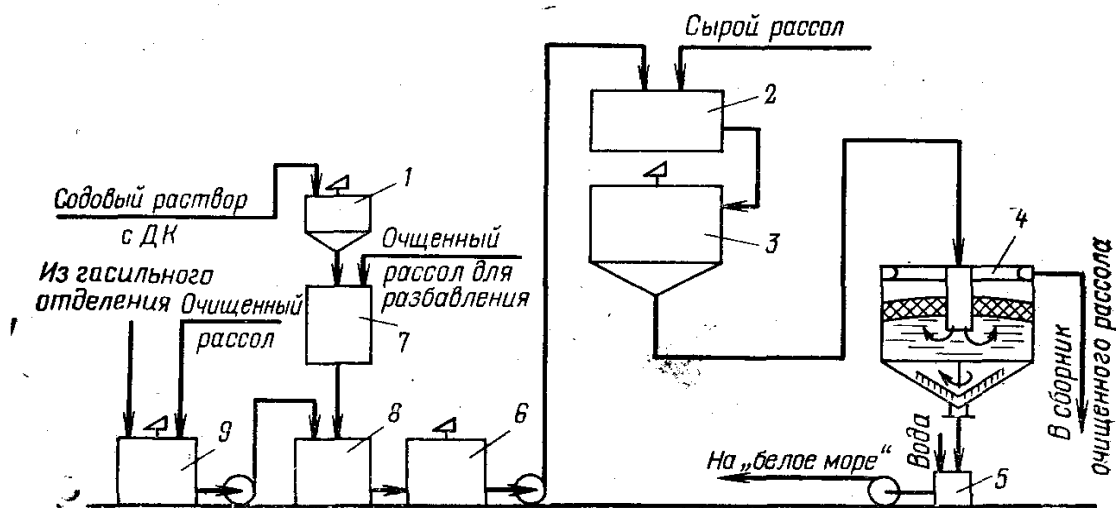
Namokobdagi kalsiy ionlarining miqdori ko'p bo'lganda, namokobga oldin  $Ca(OH)_2$  va keyin soda berilgani ma'quldir. Namokob tozalashda cho'ktiruvchi reagentlarning yuqorikonsentratsiyalangan eritmalarini qo'llash lozim, chunki shlamning cho'kish va zichlanish tezligi oshadi, va induksiya davri kamayadi. Yuqori konsentrlangan  $Ca(OH)_2$  va  $Na_2CO_3$  larning qo'llanilishi dozirovkani aniq qilishga qiyinchilik tug'diradi. Shuning uchun bu reagentlarning eritmaları namokobga qo'shib tayyorlanadi. Ishlab chiqarishda 22-25 n.b.  $Na_2CO_3$  ning va 60-75 n.b. faol  $CaO$  ning eritmaları qo'llaniladi.

Yangi cho'ktirilgan kristallar (zatravka) suspenziyaga kiritilgan holda shlam cho'kishining tezligi oshadi va induksiya davri qisqaradi. Kiritilgan qattiq fazaning yuzali energiyasi  $CaCO_3$  va  $Mg(OH)_2$  larning yangi miqdorlarining cho'kishiga yordam beradi. Ma'lum miqdordagi kiritilgan zatravka cho'kish tezligini oshiradi. Shu miqdordan oshib ketsa, normal cho'kish bo'lmaydi. Amalda zatravka sifatida cho'ktirgichdagi cho'kma qo'llanilishi mumkin. Shu maqsadda cho'ktirgichga tozalagan namokob suspenziyasi cho'kayotgan shlamlarning chegarasidan past qismiga beriladi. Uzluksiz jarayon sharoitida shlam cho'ktirgichning tubidan chiqariladi, tozalangan namokob esa cho'ktirgichning tepa qismidan olinadi. Shunday qilib, kiritilayotgan suspenziya cho'kma qatlamidan (filtirlanmaydigan qatlam) o'tadi. Cho'kma qatlami zatravka rolini bajaradi.

Cho'kma qatlamining qalinligi temperaturaga bog'liq va tajriba yuli bilan aniqlanadi.

### ***Prinsipial texnologik sxema***

$Ca$  va  $Mg$  ionlari nisbatiga qarab soda zavodlarida ikki hil texnologik sxema qo'llaniladi. Kalsiy ionlarining miqdori ko'p bo'lsa bir pog'onalik texnologik sxema qo'llaniladi. Bu sxema bo'yicha namokob bir vaqtda ham kalsiy ham magniy ionlaridan tozalanadi. Magniy ionlarning miqdori



**1-рasm Ohakli-sodali usulda bir pog'onali xom ashe nomokobni tozalash texnologik sxemasi:**

1-soda eritmasi saqlagichi; 2- aralashtiruvchi; 3 – reaktor; 4- tindirgich; 5 – shlam yig'gichi; 6 – ishqorlangan soda eritmasini saqlash sig'imi; 7 – suyultirilgan soda eritmasini saqlash uchun sig'im; 8 – ishqorlagich; 9 – suyultirilgan ohakli sut aralashtirgichi.

Birinci pog'onada  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yordamida  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  cho'ktiriladi. Ikkinchi pog'onada  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yordamida kalsiy ionlari  $\text{CaCO}_3$  shaklida cho'ktiriladi. Turtinchi rasmda soda eritmasini dastlabki kaustifikatsiya o'tkazishi bilan bir pog'onali namokobning tozalanish texnologik sxemasi ko'rsatilgan. Soda eritmasi (100-110 n.d.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) aralashtirgichga (1) kelib tushadi. Kalsiy gidrooksid ham o'zining aralashtirgichiga beriladi (9). Soda eritmasi va tozalanagan namokob bakda (7) aralashtiriladi. Soda eritmasi va kalsiy gidrooksid orasida kaustifiqatorda (8) reaksiya o'tkaziladi.

Kaustifikatsiya qilingan soda eritmasi bak (6) orqali aralashtirgichga (2) beriladi. Bu yerga tozalanagan namokob beriladi. Aralashtirgichdan aralashma reaktorga (3) beriladi. Reaktordan  $\text{CaCO}_3$  va  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  larning kristallizatsiyasi o'tkaziladi. Kristallizatsiya jarayoni tugallanishi bilan bir hil o'lchamli kristallarni hosil qilinishi, shlam zichlanishi va ajratilishi maqsadida suspenziya tindirgichga (4) beriladi. Shlam grebokli aralashtirgich (soatiga 5 ta aylanma) yordamida tindirgichning devori tomonga suriladi va undan keyin shlam saqlagichiga (5) yuboriladi. Saqlagichga suv berilgandan keyin shlam suspenziya holda «oq dengiz» ga tashlanadi. Agarda namokobning tozalanishi dastlabki kaustifikatsiyasiz o'tkazilsa, ko'rsatilgan sxemadan kaustifiqator (8) olib tashlanadi. Reagentlar va tozalanmagan namokob bir vaqtda aralashtiruvchiga (2) beriladi. Ikki pog'onali tozalanish o'tkazilgan holda birinchi pog'onaga faqat kalsiy gidrooksid va ikkinchi pog'onaga faqat soda eritmalari beriladi.

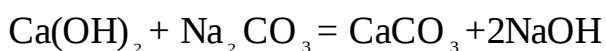
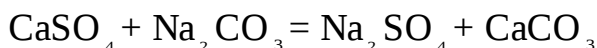
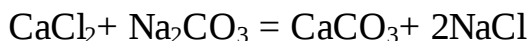
Masala № 1. Tarkibida 6,71 kg  $\text{CaSO}_4$ , 0,63 kg  $\text{MgCl}_2$  va 0,33kg  $\text{CaCl}_2$  dan

iborat bo'lgan  $1\text{m}^3$  namokobni tozalash uchun soda va kalsiy gidroksid sarfini aniqlang.

Kalsiy gidroksidi 10% ortiqcha

Yechilishi :

Namokobni soda va oxakli sut orqali tozalashda quyidagi reaksiyalar boradi:  $\text{MgCl}_2 + \text{Ca(OH)}_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Mg(OH)}_2$



$\text{Mg(OH)}_2$  ni cho'ktirish uchun kerak bo'ladigan  $\text{Ca(OH)}$  sarfi. (birinchi reaksiya bo'yicha)

$$(0,63 \cdot 74) / 95,2 = 0,49 \text{ kg}$$

Bu yerda - 74 va 95,2  $\text{Ca(OH)}$  va  $\text{MgCl}$  molekular massalari.

$\text{Ca(OH)}$  ning 10% ortiqcha sarfini hisobga olsak:

$$0,49 \cdot 1,1 = 0,54 \text{ kg}$$

Sodaning sarfi, kg

Birinchi reaksiya bo'yicha hosil bo'lgan  $\text{CaCl}$  ni  $\text{CaCO}$  ga o'tkazish uchun

$$(0,63 \cdot 106) / 95,2 = 0,7 \text{ kg}$$

106 –  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ning molekular massasi.

Dastlabki namakob tarkibidagi  $\text{CaCl}$  ni  $\text{CaCO}$  ga o'tkazish uchun:

$$(0,33 \cdot 106) / 111 = 0,32 \text{ kg}$$

111 -  $\text{CaCl}$  ning molekular massasi

Namokob tarkibidagi  $\text{CaSO}_4$  ni  $\text{Ca}_2\text{CO}_3$  ga o'tkazish uchun

$$(6,71 \cdot 106) / 136 = 5,22 \text{ kg}$$

[136 -  $\text{CaCO}_4$  ning molekular massasi]

Magniy gidroksidini cho'ktirish uchun berilgan ortiqcha miqdordagi magniy gidroksidini cho'ktirish uchun berilgan ortiqcha miqdordagi  $\text{Ca(OH)}$  ni bog'lash uchun: = 0,07kg

Sodaning umumiy sarfi:

$$0,7 + 0,32 + 5,22 + 0,07 = 6,31 \text{ kg}$$

1 m namakobni tozalash uchun standart 95% li sodaning sarfi:

$$(6,31 \cdot 100) / 95 = 6,64 \text{ kg}$$

Tinglovchilar uchun variantlar

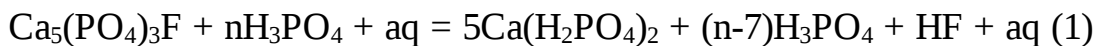
| №  | CaSO <sub>4</sub> | MgCl <sub>2</sub> | CaCl <sub>2</sub> |
|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1  | 6,55              | 0,51              | 0,23              |
| 2  | 6,57              | 0,52              | 0,25              |
| 3  | 6,59              | 0,53              | 0,26              |
| 4  | 6,61              | 0,54              | 0,27              |
| 5  | 6,63              | 0,55              | 0,28              |
| 6  | 6,65              | 0,56              | 0,29              |
| 7  | 6,67              | 0,57              | 0,31              |
| 8  | 6,69              | 0,58              | 0,32              |
| 9  | 6,71              | 0,59              | 0,36              |
| 10 | 6,73              | 0,61              | 0,34              |
| 11 | 6,75              | 0,62              | 0,35              |
| 12 | 6,77              | 0,64              | 0,37              |
| 13 | 6,79              | 0,65              | 0,38              |
| 14 | 6,81              | 0,66              | 0,39              |
| 15 | 6,83              | 0,67              | 0,41              |
| 16 | 6,85              | 0,68              | 0,42              |
| 17 | 6,87              | 0,69              | 0,43              |
| 18 | 6,89              | 0,71              | 4                 |

**3-amaliy mashg'ulot: Mineral o'g'itlar ishlab chiqarishdagi innovatsion texnologiyalar. Azot va fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishdagi zamonaviy texnologiyalari.**

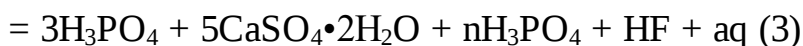
*Ekstraksiya fosfor kislotasi ishlab chiqarish jarayoni moddiy kirim-chiqim hisoblarini o'rganish*

Fosforitni sulfat kislotali parchalash jarayonining moddiy balansi

Jarayon quyidagicha sodir bo'ladi:



Tenglamalar yig'indisi:



Agar fosforit tarkibida komponentlar miqdori, massa % hisobida:

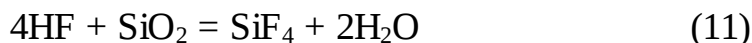
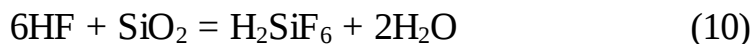
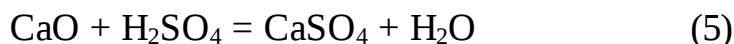
$b=\text{P}_2\text{O}_5 = 25,0$ ;  $v=\text{CaO} = 33,3$ ;  $g=\text{MgO} = 1,6$ ;  $d=\text{CaF}_2 = 6,0$  ( $F = 3,0$ );  $ye=\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,8$ ;  $j=\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,0$ ;  $i=\text{K}_2\text{O} = 0,6$ ;  $k=\text{Na}_2\text{O} = 0,8$ ;  $l=\text{SiO}_{2(\text{er.})} = 2,0$ ;  $m=\text{SO}_2 = 8,7$ ;  $n=\text{erimaydigan qoldiq} = 19,2$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 1,0$  bo'lsa hamda ishlab chiqarishda parchalanish koeffitsiyenti  $= 0,98$ ; yuvilish koeffitsiyenti  $= 0,98$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5$  ni  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ga o'tishi  $0,98 \times 0,98 = 0,96$ ; gaz fazaga ftorning o'tishi 20% ni;  $S:Q = 3:1$  (suyuq va qattiq fazalar nisbati); qurilma quvvati 5000 kg/soat;  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dagi  $\text{P}_2\text{O}_5 = 21\%$ ; sulfat kislota (92% li) boshlang'ich fosforitga (undagi  $\text{CaO}$  va  $\text{MgO}$  hisobiga) nisbatan stexiometriya bo'yicha 100% ni tashkil etishini e'tiborga olgan holda balans tenglamasini tuzamiz.

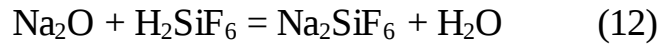
Ekstraktorga beriladigan fosforit:

$$m_{\phi} = \frac{5000}{0,25 \cdot 0,96} = 20833 \text{ kg/soat}$$

Komponentlar:  $\text{P}_2\text{O}_5 = 5208 \text{ kg/s}$ ;  $\text{CaO} = 6937 \text{ kg/s}$ ;  $\text{CaF}_2 = 1250 \text{ kg/s}$ ;  $\text{MgO} = 334 \text{ kg/s}$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 167 \text{ kg/s}$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 208 \text{ kg/s}$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 125 \text{ kg/s}$ ;  $\text{Na}_2\text{O} = 167 \text{ kg/s}$ ;  $\text{SiO}_2 = 416 \text{ kg/s}$ ;  $\text{CO}_2 = 1813 \text{ kg/s}$ ; erimaydigan qoldiq  $= 4000 \text{ kg/s}$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 208 \text{ kg/s}$ .

Bosqichlar bo'yicha balans tenglamalari:





(4) tenglama bo'yicha  $\text{H}_3\text{PO}_4$  miqdori:

$$m_{\text{H}_3\text{PO}_4}^1 = \frac{5208 \cdot 0,98 \cdot 2 \cdot 98}{142} = 7068 \text{ kg/s}$$

suv sarfi:  $m_{\text{H}_2\text{O}}^1 = \frac{7068 \cdot 3 \cdot 18}{2 \cdot 98} = 1950 \text{ kg/s}$

bunda: 142, 98 va 18 –  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  va suvning molekulyar massalari; 0,98 – fosforitning parchalanish koeffitsiyenti.

(5) tenglama bo'yicha  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sarfi:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^1 = \frac{6937 \cdot 0,98 \cdot 98}{56} = 11892 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan  $\text{CaSO}_4$  miqdori:

$$m_{\text{CaSO}_4}^1 = \frac{11892 \cdot 136}{98} = 16500 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^2 = \frac{11892 \cdot 18}{98} = 2184 \text{ kg/s}$$

bulardagi 98; 56 va 136 –  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaO}$  va  $\text{CaSO}_4$  molekulyar massalari.

(8) tenglama bo'yicha  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sarfi:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^2 = \frac{1250 \cdot 0,98 \cdot 98}{78} = 1538 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan  $\text{CaSO}_4$  miqdori:

$$m_{\text{CaSO}_4}^2 = \frac{1538 \cdot 136}{98} = 2132 \text{ kg/s (CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O hisoblansa 2696 kg/s).}$$

Hosil bo'lgan HF miqdori:

$$m_{\text{HF}} = \frac{1538 \cdot 2 \cdot 20}{98} = 628 \text{ kg/s}$$

bulardagi 98; 78; 136 va 20 –  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ , HF larning molekulyar massalari.

(9) tenglama bo'yicha  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sarfi:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^3 = \frac{334 \cdot 98}{40} = 818 \text{ kg/s. Bunda } m_{\text{MgSO}_4}^1 = 1002 \text{ kg/s hosil bo'ladi.}$$

Hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^3 = \frac{818 \cdot 18}{98} = 150 \text{ kg/s}$$

bulardagi 40; 98 va 18 –  $\text{MgO}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  va  $\text{H}_2\text{O}$  larning molekulyar massalari.

(5), (8) va (9) tenglamalar bo'yicha talab qilinadigan sulfat kislotaning umumiy miqdori:

$$M_{H_2SO_4} = 11892 + 1538 + 818 = 14248 \text{ kg/s}$$

bunda  $CaSO_4$  ning umumiy miqdori:

$$M_{CaSO_4} = 18632 \text{ kg/s yoki } 23564 \text{ kg/s } CaSO_4 \cdot 2H_2O \text{ (suv miqdori esa } 4932 \text{ kg/s)}$$

(6) tenglama bo'yicha  $H_3PO_4$  sarfi:

$$m_{H_3PO_4}^2 = \frac{208 \cdot 0,98 \cdot 2 \cdot 98}{160} = 250 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan  $FePO_4$  miqdori:

$$m_{FePO_4} = \frac{250 \cdot 2 \cdot 151}{2 \cdot 98} = 375 \text{ kg/s}$$

bunda hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^4 = \frac{250 \cdot 3 \cdot 18}{2 \cdot 98} = 70 \text{ kg/s}$$

bulardagi 160; 98; 151 va 18 –  $Fe_2O_3$ ,  $H_3PO_4$ ,  $FePO_4$  va  $H_2O$  larning molekulyar massalari.

(7) tenglama bo'yicha  $H_3PO_4$  sarfi:

$$m_{H_3PO_4}^3 = \frac{167 \cdot 0,98 \cdot 2 \cdot 98}{102} = 255 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan  $AlPO_4$  miqdori:

$$m_{AlPO_4} = \frac{255 \cdot 2 \cdot 122}{2 \cdot 98} = 317 \text{ kg/s}$$

bunda hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^5 = \frac{255 \cdot 3 \cdot 18}{2 \cdot 98} = 90 \text{ kg/s}$$

bulardagi 102; 98; 122 va 18 –  $Al_2O_3$ ,  $H_3PO_4$ ,  $AlPO_4$  va  $H_2O$  larning molekulyar massalari.

(10) va (11) tenglamalar bo'yicha ishlab chiqarish amaliyotida 20% ftor gaz fazasiga o'tadi. Uning 15% qismi  $SiF_4$  va 5% qismi esa HF holatida bo'ladi.

Eritmada esa 80%  $H_2SiF_6$  holatida qoladi.

Gaz fazaga o'tgan HF miqdori ( $SiF_4$  tarzida):

$$m_{SiF_4}^1 = HF \cdot 0,15 = 628 \cdot 0,15 = 94 \text{ kg/s.}$$

HF holida esa:

$$m_{HF}^2 = 28 \cdot 0,05 = 30 \text{ kg/s.}$$

Gaz fazaga o'tgan ftorning umumiy miqdori:

$$M_{HF} = 94 + 30 = 124 \text{ kg/s.}$$

Suyuq fazadagi HF miqdori:

$$m_{HF}^3 = 628 - 124 = 504 \text{ kg/s.}$$

(10) tenglama bo'yicha ta'sirlashadigan HF: 504 kg/s.

SiO<sub>2</sub> sarfi esa:

$$m_{SiO_2}^1 = \frac{504 \cdot 60}{6 \cdot 20} = 252 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> miqdori:

$$m_{H_2SiF_6}^1 = \frac{252 \cdot 144}{60} = 605 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^6 = \frac{252 \cdot 2 \cdot 18}{60} = 151 \text{ kg/s.}$$

(11) tenglama bo'yicha HF sarfi:

$$m_{HF}^1 = 94 \text{ kg/s.}$$

Eruvchan SiO<sub>2</sub> sarfi:

$$m_{SiO_2}^2 = \frac{94 \cdot 60}{4 \cdot 20} = 70,5 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan SiF<sub>4</sub> miqdori:

$$m_{SiF_4} = \frac{70,5 \cdot 104}{60} = 122 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^7 = \frac{70,5 \cdot 2 \cdot 18}{60} = 42 \text{ kg/s.}$$

(12) tenglama bo'yicha H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> sarfi:

$$m_{H_2SiF_6}^2 = \frac{167 \cdot 144}{62} = 390 \text{ kg/s.}$$

(13) tenglama bo'yicha H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> sarfi:

$$m_{H_2SiF_6}^3 = \frac{125 \cdot 144}{94} = 200 \text{ kg/s.}$$

bunda 62; 94 lar Na<sub>2</sub>O va K<sub>2</sub>O lar molekulyar massalari.

H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> ning umumiy sarfi:

$$M_{H_2SiF_6} = 390 + 200 = 590 \text{ kg/s}$$

eritmadagi miqdori esa:

$$m_{H_2SiF_6}^4 = 605 - 590 = 15 \text{ kg/s.}$$

ta'sirlashmagan  $SiO_2$  miqdori:

$$m_{SiO_2}^3 = 416 - 322 = 94 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'lgan  $Na_2SiF_6$  miqdori:

$$m_{Na_2SiF_6} = \frac{167 \cdot 188}{62} = 506 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'lgan  $K_2SiF_6$  miqdori:

$$m_{K_2SiF_6} = \frac{125 \cdot 246}{94} = 326 \text{ kg/s.}$$

(12) va (13) tenglama bo'yicha hosil bo'lgan suvning umumiy miqdori:

$$m_{H_2O}^8 = \frac{550 \cdot 18}{144} = 69 \text{ kg/s.}$$

(5)÷(13) tenglamalarda hosil bo'ladigan suvning umumiy miqdori:

$$M_{H_2O} = m^2 + m^3 + m^4 + m^5 + m^6 + m^7 + m^8 = 2184 + 150 + 70 + 90 + 151 + 42 + 69 = 2756 \text{ kg/s.}$$

(6) va (7) tenglamalar bo'yicha bog'langan fosfat kislota miqdori:

$$M_{H_3PO_4} = m_{H_3PO_4}^2 + m_{H_3PO_4}^3 = 250 + 255 = 505 \text{ kg/s.}$$

Eritmadagi erkin fosfat kislota miqdori:

$$m_{H_3PO_4}^9 = 7068 - 505 = 6563 \text{ kg/s.}$$

(5), (8) va (9) tenglamalar bo'yicha  $H_2SO_4$  ning umumiy sarfi:

$$M_{H_2SO_4}^{umum} = m_{H_2SO_4}^1 + m_{H_2SO_4}^2 + m_{H_2SO_4}^3 = 11892 + 1538 + 818 = 14248 \text{ kg/s.}$$

Monogidrat yoki 92% li eritma hisobida esa:  $\frac{14248}{0,92} = 15490 \text{ kg/s}$  bo'ladi.

Bunda suv miqdori:  $m_{H_2O}^9 = 15487 - 14248 = 1542 \text{ kg/s}$  bo'ladi.

Ekstraktorda suyuq:qattiq sistema nisbatlarini harakatlantiruvchi bo'tqa hosil bo'lishi uchun ekstraktorga suv (sulfat kislota konsentratsiyasi 56% ga yetguncha) qo'shiladi:

$$m_{H_2SO_4}^4 = \frac{14248}{0,56} = 25443 \text{ kg/s.}$$

bunda suv miqdori:  $m_{H_2O}^{10} = 25443 - 14248 = 11195 \text{ kg/s}$  bo'ladi.

Demak, suyultirish uchun beriladigan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^{11} = m_{H_2O}^{10} - m_{H_2O}^9 = 11195 - 1242 = 9953 \text{ kg/s.}$$

Sistemaga sulfat kislota bilan 11195 kg/s va fosforit bilan 208 kg/s suv kiradi, shuningdek (5), (6), (7), (9), (10), (11), (12) va (13) tenglamalar natijasida 2756 kg/s suv hosil bo'ladi. Suvning umumiy miqdori: 14159 kg/s ni tashkil etadi.

(4) tenglama bo'yicha  $H_3PO_4$  hosil bo'lishi uchun: 1950 kg/s suv sarflanadi. Ekstraksion bo'tqada qoladigan suv  $14159 - 1950 = 12209$  kg/s qoladi. Bu miqdordan fosfogips bilan: 4932 kg/s suv chiqib ketadi. Eritmada:  $12209 - 4932 = 7277$  kg/s suv qoladi.

Eritmaga o'tmagan fosforit miqdori:

$$P_2O_5 = 5208 \cdot 0,02 = 104;$$

$$CaO = 6937 \cdot 0,02 = 138,7;$$

$$CaF_2 = 1250 \cdot 0,02 = 25;$$

$$Al_2O_3 = 167 \cdot 0,02 = 3,3;$$

$$Fe_2O_3 = 208 \cdot 0,02 = 4,1;$$

$$SiO_{2(er.)} = 416 - (252 + 70) = 94.$$

Jami: 366 kg/s ni tashkil etadi.

Fosforit bilan 3812 kg/s erimaydigan qoldiq ekstraktorga tushadi. Demak, bo'tqadagi erimaydigan qoldiq miqdori:  $366 + 4000 = 4366$  kg/s bo'ladi.

| Jarayonga kiradi               | kg/s  | Jarayondan chiqadi               | kg/s  |
|--------------------------------|-------|----------------------------------|-------|
| <b>Fosforit:</b>               |       | <b>Ekstraksion bo'tqa:</b>       |       |
| $P_2O_5$                       | 5208  | Fosfogips                        | 23564 |
| CaO                            | 6937  | Erimaydigan qoldiq               | 4000  |
| CaF <sub>2</sub>               | 1250  | Qoldiq fosforit                  | 366   |
| MgO                            | 334   | Alyuminiy va temir fosfatlari    | 692   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 167   | Natriy va kaliy kremneftroidlari | 832   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 208   | Magniy sulfat                    | 1002  |
| K <sub>2</sub> O               | 125   | H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>  | 15    |
| Na <sub>2</sub> O              | 167   | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>   | 6563  |
| SiO <sub>2(er.)</sub>          | 416   | H <sub>2</sub> O                 | 7277  |
| CO <sub>2</sub>                | 1813  | Jami:                            | 44311 |
| Erimaydigan qoldiq             | 4020  |                                  |       |
| H <sub>2</sub> O               | 208   | Gaz fazasi:                      |       |
| Jami:                          | 20833 | SiF <sub>4</sub>                 | 122   |
| Sulfat kislota                 | 14248 | HF                               | 30    |
| Kislota bilan kiradigan suv    | 11195 | CO <sub>2</sub>                  | 1813  |
| Jami:                          | 25443 | Jami:                            | 1965  |
| Umumiy miqdori:                | 46276 | Umumiy miqdori:                  | 46276 |

Fosforitni sulfat kislotali parchalash jarayonining moddiy balansi (Fosfogipsni yuvuvchi suv va sirkulyasiyalanuvchi bo'tqa e'tiborga olinmagan)

#### **4-amaliy mashgʻulot: Silvinitni qayta ishlash va xlorisiz kaliyli tuzlar ishlab chiqarishdagi innovatsion texnologiyalar**

### *Kaliy xlorid ishlab chiqarish hisoblari, $KCl - NaCl - H_2O$ sistemi taxlili*

**Masala** .5% NaCl, 20% KCl va 75% H<sub>2</sub>O biriktirgan eritma 100° C da bug‘latildi. Bu jarayonda eng ko‘p KCl ajratib olish mumkin bo‘lgan holatni, va buning uchun bug‘latish kerak bo‘lgan suv miqdorini aniqlang.

Yechish. NaCl – KCl – H<sub>2</sub>O sistemasining 100° C dagi eruvchanlik izotermasida dastlabki eritma tarkibini figurativ nuqtasi (D) ni kiritamiz. (5 rasm). Eritmadan suv bug‘lanishi bilan uni tarkib figurativ nuqtasi Ak bug‘lanish nur bo‘yicha siljiydi. d nuqtada suyuq faza KCl ga nisbatan to‘yinadi, bug‘latish davom ettirilsa suyuq faza tarkibi dE chiziqli bo‘ylab o‘zgaradi. Chunki Ye nuqtasigacha qattiq fazaga faqat KCl ajralib chiqadi. Ye nuqtada eritma KCl bilan bir qatorda NaCl ga ham to‘yinadi. Shuning uchun bug‘latish davom ettirilsa KCl bilan bir qatorda NaCl ham qattiq fazaga ajralib chiqish boshlaydi

Shunday qilib, KC1 ni choʻkmaga eng  
 kup ajralib chiqishi, eritmani oxirgi Ye  
 tarkibiga muvofiq keladi. Bu xolda esa  
 qattiq faza tarkibi V nuqtada, sistemani  
 tarkibi esa f nuqtada boʻladi. Hisobni  
 bajarish uchun diagrammadan Ye  
 nuqtadagi eritma tarkibi topiladi: 16,85%  
 NaCl, 21,75% KCl va 61,40% H<sub>2</sub>O.

Vazifani 3 usul bilan yechamiz:

Hisob 100 kg dastlabki eritmaga nisbatan olib boriladi.

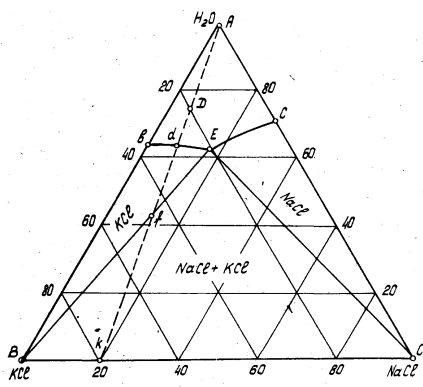


Рис. 5. Изотерма растворимости в системе  $\text{NaCl}-\text{KCl}-\text{H}_2\text{O}$  при  $100^\circ\text{C}$

**1-Rasm.** NaCl-KCl-H<sub>2</sub>O  
sistemasini 100° C dagi izotermik  
eruvchanligi.

***O'zgarmas komponentlar asosida yechim.*** Bug'latish davrida qattiq fazaga faqat KC1 tushadi, NaCl esa eritmada o'zgarmasdan qoladi (5 kg).

Bundan foydalanib oxirgi Ye tarkibli eritmadagi  $KCl$  va  $H_2O$  ni absolyut miqdorini topishimiz mumkin;

100 kg Ye eritmada 16,85kg NaCl + 21,75 kg KCl + 61,40 kg H<sub>2</sub>O bor. 100 kg dastlabki eritma Ye tarkibigacha bug‘latilgandan so‘ng 5kg NaCl + Xkg KCl+ Ykg H<sub>2</sub>O qoldi.

Shunday qilib, bugʻlatilgandan soʻng Ye eritma tarkibida:

$$X = 5 \frac{21,75}{16,85} = 6,45 \text{ kg KCl}$$

$$Y = 5 \frac{61,40}{16,85} = 18,2 \text{ kg H}_2\text{O bo'ladi. Bug'latilgan suv miqdori } 75 - 18,2 = 56,8$$

kg.

Qattiq fazaga o'tgan KCl miqdori  $20 - 6,45 = 13,55 \text{ kg}$ .

Qolgan eritma miqdori

$$5 \text{ kg NaCl} + 6,45 \text{ kg KCl} + 18,2 \text{ kg H}_2\text{O} = 29,65 \text{ kg}.$$

### **Richag qoidasi asosida yechish.**

Dastlabki D sistema bug'latilgandan so'ng ikkita qismga ajraladi: Bug'latilgan suv A va qolgan sistema (Ye tarkibli eritma + cho'kma).

Richag qoidasiga asosan

$$\frac{\text{Bug'langan suv miqdori}}{\text{dastlabki D sistema miqdori fA}} = \frac{Df}{fA}$$

dastlabki D sistema miqdori fA

Df va fA kesimlarini lineyka bilan o'lchash yoki ularni uchburchak tomonlaridan biriga proyeksiyasini olish bilan (ikkalasi ham o'rinli chunki kesim proyeksiyasi uni uzunligiga muqobil bo'ladi) quyidagini topamiz.

$$\frac{Df}{fA} = \frac{46 - 20}{46} = 0,568.$$

$$\frac{Df}{fA} = 0,568$$

Bu yerdan 100 kg eritmada bug'lanadigan suv miqdori.

$$100 * 0,568 = 56,8 \text{ kg}$$

Qoladigan f sistema miqdori (Ye eritma + qattiq KCl)

$$100 - 56,8 = 43,2 \text{ kg}$$

Qoladigan f sistema ikki qismdan iborat: to'yingan eritma va KCl cho'kmasi (V nuqta).

Richag qoidasiga asosan

$$\frac{\text{qattiq faza}}{\text{eritma Bf Ye tarkibli eritma miqdori ko'rsatilgan kesmalarni o'lchab, topamiz}}$$

fE = 0,457

$$\frac{fE}{fA} = 0,457$$

Bundan cho'kmaga ajralib chiquvchi KCl miqdori

$$\frac{43,2 * 0,457}{1,457} = 13,55 \text{ kg}$$

Jarayonning moddiy balans tenglamalari yordamida yechish

Bug'lanish jarayonining moddiy balansini tenglamasini tuzamiz. 100 kg D eritma = X kg KCl + Y kg H<sub>2</sub>O + Z kg E eritma.

Bu tenglamaga dastlabki va oxirgi eritmalar tarkibini qo'yib qo'yidagini olamiz.

$$5 \text{ kg NaCl} + 20 \text{ kg KCl} + 75 \text{ kg H}_2\text{O} = X \text{ kg KCl} + U \text{ kg H}_2\text{O} + Z (16,85\% \text{ NaCl} + 21,75\% \text{ KCl} + 61,40\% \text{ H}_2\text{O}).$$

Har bir komponentlar uchun tegishli tenglamalar tuzamiz:

$$\text{NaCl bo'yicha } 5 = 16,85Z$$

KCl bo'yicha  $20 = X + 21,75Z$

H<sub>2</sub>O bo'yicha  $75 = U + 61,40Z$

Bu tenglamalarni yechish bilan quyidagilarni topamiz  $X = 13,55$ ;  $U = 56,84$ ;  $Z = 0,2955$ .

Shunday qilib D tarkibli 100 kg eritmani bug'latganda 56,8 kg H<sub>2</sub>O bug'lanadi, 13,55 kg KCl cho'kmaga tushadi va Ye tarkibli  $100 \cdot 0,2965 = 29,65$  kg eritma qoladi.

### **Nazorat topshiriqlari va mustaqil ta'lim yuzasidan ko'rsatmalar**

1. Kaliyning tabiatda aylanish qanday amalga oshadi?
2. Potash - so'zi nima degani?
3. Kaliy elementining belgisi K qanday so'zdan olingan?
4. Tabiatda kaliyning asosiy manbasi nima?
5. Qanday kaliyli tuzlar xom ashyolari mavjud?
6. Rudalarni qayta ishlashga ta'sir etuvchi omillar.
7. Tyubegatan kaliyli tuzlari tavsifi.
8. Tyubegatan kaliyli ma'danining kimyoviy tavsifi.
9. Tyubegatan ma'dan konining galogenli gorizontal qatlamining kimyoviy tavsifi.
10. Kaliy ma'danlarini qanday usullar bilan qazib olinadi?
10. Kaliy ma'danlarini qanday usullar bilan qazib olinadi?
11. Kaliy tuzlarining eng ko'p tarqalgan mavjud bo'lish hududlari.
12. Flotatsiya usulining mohiyati nimada?
13. Kaliy ma'danlarini flotatsiya usulida boyitish asoslari.
14. Silvin va shlamni flotatsiyalash reagentlarining vazifasi nimada?
15. Silvinitni gallurgiya usulida boyitish nimaga asoslangan?
16. Silvinitni boyitishni qanday usullari bor?
17. Silvinitni gallurgiya usulida boyitishda qanday jihozlar ishlatiladi?
18. Silvinitni flotatsiya usulida boyitishda qanday jihozlar ishlatiladi?
19. Kaliy sulfatning olinish usullari.
20. Polimineral rudalarni qayta ishlash mohiyati

|                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>SiO<sub>2</sub> :</b></p> <p>Kimyoviy tarkib bo'yicha SiO<sub>2</sub> ning miqdori -51,66 %ni tashkil etadi. 51,66ni 100% deb olamiz, undan massadagi 15 % necha foizni berishini hisoblaymiz:</p> $51,66 - 100\%$ $X - 15 \%$ $X = 51,66 \cdot 15 / 100 = 7,75$           | <p><b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> :</b></p> <p>Kimyoviy tarkib bo'yicha Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ning miqdori – 33,37%ni tashkil etadi. 33,37 ni 100% deb olamiz, undan massadagi 15% necha foizni berishini hisoblaymiz.</p> $33,37 - 100\%$ $X - 15\%$ $X = 33,37 \cdot 15 / 100 = 5,01$ |
| <p><b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:</b></p> <p>Kimyoviy tarkib bo'yicha Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ning miqdori-0,86%ni tashkil etadi. 0,86ni 100% deb olamiz, undan massadagi 15% necha foizni berishini hisoblaymiz</p> $0,86 - 100\%$ $X - 15\%$ $X = 0,86 \cdot 0,15 = 0,13$ | <p><b>CaO:</b></p> <p>Kimyoviy tarkib bo'yicha CaO ning miqdori-0,73% ni tashkil etadi. 0,73 ni 100% deb olamiz, undan massadagi 15% i necha foizni berishini hisoblaymiz.</p> $0,73 - 100\%$ $X - 15\%$ $X = 0,73 \cdot 0,15 = 0,11$                                                         |
| <p><b>MgO:</b></p> <p>Kimyoviy tarkib bo'yicha MgO ning miqdori-0,9 ni tashkil etadi. 0,9 ni 100% deb olamiz, undan massadagi 15% i nechafoizni berishini hisoblaymiz.</p> $0,9 - 100\%$ $X - 15\%$ $X = 0,9 \cdot 0,15 = 0,14 \text{ MgO}$                                      | <p><b>K<sub>2</sub>O:</b></p> <p>Kimyoviy tarkib bo'yicha K<sub>2</sub>O ning miqdori-1,47% ni tashkil etadi. 1,47 ni 100% deb olamiz, undan massadagi 15% i necha foizni berishini hisoblaymiz.</p> $1,47 - 100\%$ $X - 15\%$ $X = 1,47 \cdot 0,15 = 0,22$                                   |
| <p><b>Na<sub>2</sub>O:</b></p> <p>Kimyoviy tarkib bo'yicha Na<sub>2</sub>O ning miqdori-0,4% ni tashkil etadi. 0,4 ni 100% deb olamiz, undan massadagi 145% i necha foizni berishini hisoblaymiz.</p> $0,4 - 100\%$ $X - 15\%$ $X = 0,4 \cdot 0,15 = 0,06$                       | <p><b>TiO<sub>2</sub>:</b></p> <p>Kimyoviy tarkib bo'yicha TiO<sub>2</sub>ning 1,43 % ni tashkil etadi. 1,43 ni 100% deb olamiz, undan massadagi 15% i necha foizni berishini hisoblaymiz.</p> $1,43 - 100\%$ $X - 15\%$ $X = 1,43 \cdot 0,15 = 0,21$                                         |

## 5-amaliy mashg'ulot: Yuqori texnologiyaga asoslangan keramika, shisha va bog'lovchi buyumlar ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalari

**Ishdan maqsad:** Keramika, shisha va bog'lovchi buyumlar ishlab chiqarishda qo'llaniladigan xom ashyolar, ularga ishlov berish usullari va ishlab chiqarishda moddiy balansni tuzish. "EXCEL" dasturi yordamida materiallarning kimyoviy tarkibini hisoblash.

### Keramik materiallar ishlab chiqarishda moddiy balansni asosida kimyoviy tarkibini hisoblash.

Berilgan xom ashyolarning kimyoviy tarkibi va massa retsepti asosida keramika materiallarning kimyoviy tarkibini hisoblash kerak. Hisoblash usuli orqali massa tarkibini boshqarish va optimal tarkibni aniqlash osonlashadi.

**MISOL.** Keramik massaning shixta tarkibi (retseptda beriladi):

Keramik massaning tarkibi:

tuproq - 15%,

kaolin - 40%

pegmatit - 30%

kvars qumi - 15% (jami 100%)

1-jadvalda xom ashyolarning kimyoviy tarkiblari berilgan.

| Komponentlar               | Oksidlar miqdori % |                                |                                |      |      |                  |                   |                  |
|----------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------------------|-------------------|------------------|
|                            | SiO <sub>2</sub>   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO  | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | TiO <sub>2</sub> |
| Angren tuprog'i            | 51,66              | 33,37                          | 0,86                           | 0,73 | 0,9  | 1,47             | 0,4               | 1,43             |
| Kaolin (Angren boyitilgan) | 57,30              | 26,91                          | 1,10                           | 0,46 | 0,45 | 0,74             | 0,48              | 0,39             |
| Maysk<br>kvars<br>qumi     | 94,2               | 2,79                           | 0,18                           | 0,39 | 0,3  | 1,2              | 0,2               | -                |
| Pegmatit                   | 77,52              | 12,50                          | 0,36                           | 0,70 | 0,20 | 4,27             | 4,25              | 0,10             |

### Tuproq uchun hisoblash - 15%

Hisoblarni MS EXCEL kompyuter dasturida bajarish ancha qulayliklar tug'diradi. Hozirgi vaqtda ishlab chiqarish korxonalarida massalarning shixta va kimyoviy tarkiblarini hisoblashda kompyuter tizimidan keng qo'llanilmoqda.

MS EXCEL dasturida hisoblash uchun avval yangi dokument ochamiz va unga 1 jadvalni (massaning shixta tarkibi) va 2 jadvalni (xom ashyolar kimyoviy tarkibi) kiritib qo'yamiz:

|    | A                              | B                | C                              | D                              | E    | F                       | G                | H                 | I                |
|----|--------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 1  | тупрок                         | каолин           | пегматит                       | кв куми                        |      | 1 жадвал                |                  |                   |                  |
| 2  | 0,15                           | 0,4              | 0,3                            | 0,15                           |      | Чиннининг шихта таркиби |                  |                   |                  |
| 3  |                                |                  |                                |                                |      |                         |                  |                   |                  |
| 4  | Хом ашёларнинг кимёвий таркиби |                  |                                |                                |      | 2 жадвал                |                  |                   |                  |
| 5  | Компонентлар                   | Оксидлар         | миқдори %                      |                                |      |                         |                  |                   |                  |
| 6  |                                | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO                     | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | TiO <sub>2</sub> |
| 7  | Ангрен тупроғи                 | 51,66            | 33,37                          | 0,86                           | 0,73 | 0,9                     | 1,47             | 0,4               | 1,43             |
| 8  | Каолин (Ангрен б               | 57,3             | 26,91                          | 1,1                            | 0,46 | 0,45                    | 0,74             | 0,48              | 0,39             |
| 9  | Майск                          | 94,2             | 2,79                           | 0,18                           | 0,39 | 0,3                     | 1,2              | 0,20              | -                |
| 10 | Пегматит                       | 77,52            | 12,5                           | 0,36                           | 0,7  | 0,2                     | 4,27             | 4,25              | 0,1              |
| 11 |                                |                  |                                |                                |      |                         |                  |                   |                  |

Yuqoridagi ma'lumotlarni inobatga olib 3 jadvalni to'ldiramiz. 3 jadvalda shixtaning kimyoviy tarkibini hisoblash natijalari keltirilgan. Formulalar kiritish uchun yuqoridagi bo'sh  $f_x$  qatoriga kerakli formulalarni yoziladi yoki tayyor formulalardan foydalaniladi (masalan, PROIZVEDENIYE – ko'paytirish, RAZNOST- ayirish kabi). Masalan tuproq uchun SiO<sub>2</sub> ning hisoblash uchun V15 yacheykasiga =PROIZVED(A2;B7) formulasini kiritib qo'yamiz; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> uchun S15 yacheykasiga =PROIZVED(A2; S7) formulasini; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> uchun D15 yacheykasiga =PROIZVED(A2; D7) formulasini; CaO uchun E15 yacheykasiga =PROIZVED(A2; E7) formulasini; MgO uchun F15 yacheykasiga =PROIZVED(A2; F7) formulasini; K<sub>2</sub>O uchun G15 yacheykasiga =PROIZVED(A2; G7) formulasini; Na<sub>2</sub>O uchun H15 yacheykasiga =PROIZVED(A2;H7) formulasini; TiO<sub>2</sub> uchun I15 yacheykasiga =PROIZVED(A2;I7) formulasini kiritilgach, avtomatik tarzda javob chiqadi. Xuddi shu tartibda qolgan xom ashyolar orqali kiradigan oksidlar miqdorini hisoblash uchun formulalarni kiritib qo'yamiz va natijada 3 jadval ( shixtaning kimyoviy tarkibi) tayyor bo'ladi:

| Пишган чинни таркиби         |                    |                                |                                |      |      |                  |                   |                  |       |
|------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------------------|-------------------|------------------|-------|
| А                            | В                  | С                              | Д                              | Е    | Ғ    | З                | И                 | Й                | Ж     |
| Шиктанинг кимёвий таркиби    |                    |                                |                                |      |      |                  |                   |                  |       |
| 3 жадвал                     |                    |                                |                                |      |      |                  |                   |                  |       |
| Компонентлар                 | Оксидлар миқдори % |                                |                                |      |      |                  |                   |                  | Сумма |
|                              | SiO <sub>2</sub>   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO  | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | TiO <sub>2</sub> |       |
| Тўпроқ                       | 7,75               | 5,01                           | 0,13                           | 0,11 | 0,14 | 0,22             | 0,06              | 0,21             |       |
| Каолин                       | 22,92              | 10,76                          | 0,44                           | 0,18 | 0,18 | 0,30             | 0,19              | 0,16             |       |
| Кварц қуми                   | 14,13              | 0,42                           | 0,03                           | 0,06 | 0,05 | 0,18             | 0,03              |                  |       |
| Пегматит                     | 23,26              | 3,75                           | 0,11                           | 0,21 | 0,06 | 1,28             | 1,28              | 0,03             |       |
| Текширилаётган масса таркиби | 68,06              | 19,94                          | 0,70                           | 0,56 | 0,42 | 1,98             | 1,56              | 0,40             | 93,61 |
| Пишган чинни таркиби         | 72,70              | 21,30                          | 0,75                           | 0,60 | 0,45 | 2,11             | 1,66              | 0,43             | 100   |

19 qatorda summa formulasini qo'yib chiqamiz:  $=SUMM(B15:B18)$ ;  $=SUMM(C15:C18)$  va h.k., 20 qatorda tarkibni 100 %ga keltirish uchun olingan raqamlarni  $=B19/J19*100$ ;  $=C19/J19*100$  va h.k. formulalari asosida hisoblab chiqamiz.

Zeger formulasi asosida chinning kislotalik koeffitsiyentini hisoblash uchun oksidlarning mol miqdorlari aniqlanib, ularning RO, RO<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> guruhlariga ajratish kerak bo'ladi. 4 jadvalda oksidlarni guruhlash uchun formulalarni kiritamiz: S qatorga 3-jadvalning 20 qatorini kerakli raqamlarini kiritamiz, D qatorga oksidning mol miqdorini aniqlash uchun formulani kiritib qo'yamiz, D35 qatorida CaO+MgO+K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O=0,071 mollar miqdori summasi, E qatorda esa 0,071 ni 1 ga teng qilib olgan holda qolgan oksidlarni miqdori aniqlanadi:

4 jadval (formulalari ko'rinishida)

| 4 жадвал                       |                       |                               |          |                         |                                                                      |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Оксидлар                       | Молекуляр<br>оғирлиги | Массадаги оксидлар<br>миқдори |          | Оксидларни<br>гuruhlash | R <sub>2</sub> O va RO<br>ларнинг<br>миқдорини 1га<br>tenglashtirish |
|                                |                       | %                             | молларда |                         |                                                                      |
| SiO <sub>2</sub>               | 60                    | =B20                          | =C27/B27 | =D27/D35                | =E27                                                                 |
| TiO <sub>2</sub>               | 80                    | =I20                          | =C28/B28 | =D28/D35                | =E28                                                                 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 102                   | =C20                          | =C29/B29 | =D29/D35                | =E29                                                                 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 160                   | =D20                          | =C30/B30 | =D30/D35                | =E30                                                                 |
| CaO                            | 56                    | =E20                          | =C31/B31 | =D31/D35                |                                                                      |
| MgO                            | 40                    | =F20                          | =C32/B32 | =D32/D35                |                                                                      |
| K <sub>2</sub> O               | 94                    | =G20                          | =C33/B33 | =D33/D35                |                                                                      |
| Na <sub>2</sub> O              | 62                    | =H20                          | =C34/B34 | =D34/D35                |                                                                      |
|                                |                       | =SUMM(D31:D34)                |          | =SUMM(E31:E34)          | 1                                                                    |

Formulalarni kiritgandan so'ng 4-jadvalda oksidlarning guruhlash uchun natijalari namoyonbo'ldi:

|                                                                      |                       |                               |          |                        |                                                       |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------|------------------------|-------------------------------------------------------|
| Оксидларни гуруҳлаш                                                  |                       |                               |          |                        |                                                       |
| Оксидлар                                                             | Молекуляр<br>огирлиги | Массадаги оксидлар<br>миqdори |          | Оксидларни<br>гуруҳлаш | 4-жадвал                                              |
|                                                                      |                       | %                             | молларда |                        | R <sub>2</sub> O ва RO<br>ларнинг<br>miqdorini<br>Ira |
| SiO <sub>2</sub>                                                     | 60                    | 72,70                         | 1,212    | 17,0089                | 17,01                                                 |
| TiO <sub>2</sub>                                                     | 80                    | 0,43                          | 0,005    | 0,0751                 | 0,08                                                  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                       | 102                   | 21,30                         | 0,209    | 2,9312                 | 2,93                                                  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                       | 160                   | 0,75                          | 0,005    | 0,0660                 | 0,07                                                  |
| CaO                                                                  | 56                    | 0,60                          | 0,011    | 0,1505                 | 1                                                     |
| MgO                                                                  | 40                    | 0,45                          | 0,011    | 0,1575                 |                                                       |
| K <sub>2</sub> O                                                     | 94                    | 2,11                          | 0,022    | 0,3155                 |                                                       |
| Na <sub>2</sub> O                                                    | 62                    | 1,66                          | 0,027    | 0,3766                 |                                                       |
|                                                                      |                       |                               | 0,071    | 1,0000                 |                                                       |
| Чинининг кислоталик коэффициентини ҳисоблаш:                         |                       |                               |          |                        |                                                       |
| KK = $\frac{\sum RO_2}{R_2O + RO + 3 \sum R_2O_3}$                   |                       |                               |          |                        |                                                       |
| KK = (F27+F28)/(F31+ 3*(F29+F30) = 1,71                              |                       |                               |          |                        |                                                       |
| Қаттиқ чинилар учун KK= 1,1-1,3<br>Юмшоқ чинилар учун KK = 1,68-1,75 |                       |                               |          |                        |                                                       |

Kislotalik ko'effitsiyentini aniqlash uchun quyidagi formulani kiritib qo'yamiz:

$$KK = (F27+F28) / (F31 + 3*(F29+F30))$$

$$KK = 1,71$$

MS EXCEL dasturida hisoblashning yana bir afzalligi – bu xom ashyolar almashganda yoki dastlabki shixta tarkibi o'zgartirilganda faqat 1, 2 jadvalga o'zgartirishlar kiritiladi, qolgan jadvallar esa ilgari tuzilgan formulalar asosida avtomatik ravishda kelib chiqadi. Bu esa hisolashga sarflangan vaqtni tejaydi va hisoblashlarning aniqligini va to'g'riligini ta'minlaydi.

### **Keramik massaning molekulyar formulasini hisoblash.**

Keramik massaning molekulyar formulasini Zeger tomonidan aniqlangan va uni adabiyotlarda Zeger formulasi deb ataladi. Keramik massaning molekulyar formulasini hisoblash orqali massa tarkibidagi oksidlarning miqdorlarini to'g'rilash, lozim hollarda qo'shimchalar kiritish, kamaytirish yoki oshirish mumkin bo'ladi. Massaning kislotalik ko'effitsiyenti uning qaysi guruhga kirishi haqidagi ma'lumotni beradi. Kislotalik ko'effitsiyenti ko'rsatkichi qattiq chinnilar uchun 1,1-1,3 gacha, yumshoq chinnilar uchun 1,68-1,75 gacha. Kislotalik ko'effitsiyenti bu ko'rsatkichlardan yuqori chiqsa, demak, bunday keramik massaning termik bardoshligi kamligidan va uning mo'rtligidan dalolat beradi.

Massaning molekulyar formulasini ham hisoblash uchun massaning kimyoviy tarkibidagi oksidlarning miqdorini ularning molekulyar og'irligiga bo'lib hisoblanadi, masalan keramik massadagi SiO<sub>2</sub> ning miqdori 71,51 %, SiO<sub>2</sub> ning molekulyar og'irligi 60 ga teng. Hisoblash usuli 71,51:60=1,1918. Shu tartib bo'yicha hamma oksidlarning molekulyar miqdori hisoblanadi.

| Oksidlar                       | Molekulyar og'irligi | Massadagi oksidlar miqdori |           | Oksidlarni guruhlash                | R <sub>2</sub> O va RO larning miqdorini 1ga tenglashtirish |
|--------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                                |                      | %                          | mollarda  |                                     |                                                             |
| SiO <sub>2</sub>               | 60                   | 72,70                      | 1,212     | Na <sub>2</sub> O - 0,377           | 17,01                                                       |
| TiO <sub>2</sub>               | 80                   | 0,43                       | 0,005     | K <sub>2</sub> O - 0,316            | 0,08                                                        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 102                  | 21,30                      | 0,209     | CaO - 0,1505                        | 2,93                                                        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 160                  | 0,75                       | 0,005     | MgO - 0,1575                        | 0,07                                                        |
|                                |                      |                            |           | Σ = 1                               |                                                             |
| CaO                            | 56                   | 0,60                       | 0,011     | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2,93 | 1                                                           |
| MgO                            | 40                   | 0,45                       | 0,011     | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,07 |                                                             |
| K <sub>2</sub> O               | 94                   | 2,11                       | 0,022     | SiO <sub>2</sub> 17,01              |                                                             |
| Na <sub>2</sub> O              | 62                   | 1,66                       | 0,027     | TiO <sub>2</sub> 0,08               |                                                             |
|                                |                      |                            | Σ = 0,071 |                                     |                                                             |

R<sub>2</sub>O va RO larning miqdorini 1 ga tenglashtirib olgach, massaning molekulyar formulasini chiqaramiz.

|                   |      |                                |      |                  |       |
|-------------------|------|--------------------------------|------|------------------|-------|
| Na <sub>2</sub> O | 0,38 |                                |      |                  |       |
| K <sub>2</sub> O  | 0,31 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2,93 | SiO <sub>2</sub> | 17,01 |
| MgO               | 0,16 | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,07 | TiO <sub>2</sub> | 0,08  |
| CaO               | 0,15 |                                |      |                  |       |

Massaning molekulyar formulasi orqali uning kislotalik koeffitsiyentini aniqlash mumkin. U quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$K_k = \frac{SiO_2 + TiO_2}{CaO + MgO + K_2O + Na_2O + 3 \cdot (Al_2O_3 + Fe_2O_3)}$$

Tekshirilayotgan keramik massamizning molekulyar formulasi bo'yicha uning kislotalik koeffitsiyenti formula asosida hisoblaymiz:

$$K = \frac{17,01 + 0,08}{1 + 3 \cdot (2,93 + 0,07)} = 1,71$$

Demak, biz tekshirayotgan keramik massaning kislotalik koeffitsiyenti 1,71ga teng. Bu ko'rsatkich bo'yicha tekshirilayotgan massa yumshoq chinniga xos, ularning pishish temperaturasi va keramika-texnologik xossalari GOST talablariga javob berishi kerak. Bu massa asosida ishlab chiqarish korxonalarida yumshoq chinni olish mumkin.

### 1- guruhga topshiriq

**Kislotalardosh g'ishtning kimyoviy tarkibini hisoblab bering.**

Keramik massaning tarkibi:

Kaolin – 55%

Pegmatit (Lolabuloq) – 10 %

Tuproq - 15%

Shamot - 20 %

### 2- guruhga topshiriq

**Keramik koshinning kimyoviy tarkibini hisoblab bering.**

Keramik massaning tarkibi:

Kaolin (Angren ikkilamchi boyitilmagan) – 35%

Bekobod porfiriti – 35 %

Pegmatit (Lolabuloq) – 30 %

### 3- guruhga topshiriq

**Keramik massaning kimyoviy tarkibini hisoblab bering.**

Keramik massaning tarkibi:

Kaolin – 50%

Pegmatit (Lolabuloq) – 25 %

Kvars qumi - 25%

### 4- guruhga topshiriq

**Keramik massaning kimyoviy tarkibini hisoblab bering.**

Keramik massaning tarkibi:

Tuproq – 25 %

Kaolin (boyitilgan) – 25 %

Pegmatit (Lyangar) – 32 %

Kvars qumi – 18 %.

Xom ashyolarning kimyoviy tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

**1-jadval. Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar ishlab chiqarishda qo'llaniladigan xom ashyolarning kimyoviy tarkibi**

| № | Xomashyolar                           | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | MgO     | CaO     | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> | Ppp       |
|---|---------------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|---------|---------|------------------|-------------------|-----------------|-----------|
|   | 1                                     | 2                | 3                              | 4                              | 5                | 6       | 7       | 8                | 9                 | 10              | 11        |
| 1 | Angren ikkilamchi boyitilmagan kaolin | 61,77            | 24,94                          | 0,36                           | 0,1              | 2,05    | 0,3     | 0,9              | 0,37              | 0,48            | 8,85      |
| 2 | Angren boyitilgan kaolini             | 56,2-58,5        | 21,4-28,0                      | 1,4-1,8                        | -                | 0,3-0,4 | 0,5-0,8 |                  |                   |                 | 10,4-11,0 |

|    |                                      |                                                      |                                           |                                                                                       |      |            |            |      |                                               |                                                                  |       |
|----|--------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|------------|------------|------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|
| 3  | Angren QK<br>boyitilmagank<br>aolini | 55,7                                                 | 29,0                                      | 1,0                                                                                   | 0,35 | 0,5        | 0,7        | 0,5  | 1,0                                           |                                                                  | 11,3  |
| 4  | Angren QK<br>boyitilgan<br>kaolini   | 48,3                                                 | 36,1                                      | 1,0                                                                                   |      | 0,3        | 0,2        | 0,6  | 0,5                                           |                                                                  | 12,8  |
| 5  | Toshkent<br>lyossi                   | 51,6                                                 | 11,8                                      | 2,20                                                                                  | 0,7  | 2,9        | 11,5       |      | 2,0                                           |                                                                  | 13,0  |
| 6  | Eolov lyossi                         | 44,4                                                 | 9,1                                       | 2,8FeO1,6/<br>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                          | 0,6  | 2,7        | 17,2       | 0,9  | 2,6                                           | 10,6<br>CO <sub>2</sub> ,0,1<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>    | 5,5   |
| 7  | Prolyuvial<br>lyossi                 | 57,7                                                 | 15,2                                      | 0,6FeO<br>2,7/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                          | 0,5  | 2,6        | 3,7        | 2,1  | 1,1                                           | 4,1C <sub>2</sub>                                                | 4,8   |
| 8  | Delyuvial<br>lyossi                  | 56,9                                                 | 17,0                                      | 3,3FeO<br>3,2Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                           | 0,8  | 2,9<br>MgO | 2,6<br>CaO | 1,5  | 2,2                                           | 1,3CO <sub>2</sub><br>0,3P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>0,1MnO | 5,9   |
| 9  | Allyuvial<br>lyossi                  | 53,8                                                 | 9,9                                       | 1,1FeO<br>3,6Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                           | 0,5  | 3,2        | 12,3       | 1,5  | 1,3                                           | 8,9CO <sub>2</sub><br>0,1P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>0,1MnO | 2,0   |
| 10 | Elyuvial<br>lyossi                   | 60,7                                                 | 19,4                                      | 0,7FeO<br>4,3Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                           | 0,2  | 2,0        | 2,2        | 1,3  | 3,2                                           | 2,3CO <sub>2</sub><br>0,1P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>0,1MnO | 1,9   |
| 11 | Jeroy kvars<br>qumi                  | 97,2                                                 |                                           | 0,03FeO<br>0,16Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,003 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,06 | -          | -          |      | 0,28<br>Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub><br>O |                                                                  |       |
| 12 | Kulantoy<br>kvars qumi               | 97,2<br>SiO <sub>2</sub><br>0,68<br>TiO <sub>2</sub> | 0,3-1,6<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,03FeO<br>0,20Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,003 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -    | -          | -          |      |                                               |                                                                  |       |
| 13 | Karmana<br>Kvars qumi                | 89,0                                                 | 0,6-5,2<br>Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,03FeO<br>0,36Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0-1,9Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 0,20 |            |            |      |                                               |                                                                  |       |
| 14 | Akmurd Kvars<br>qumi                 | 73-97                                                | 1,4-4,7                                   | 0,14-2,7                                                                              | -    |            |            |      |                                               |                                                                  |       |
| 15 | Maysk Kvars<br>qumi                  | 94,2                                                 | 2,79                                      | 0,18                                                                                  | -    | 0,3        | 0,39       | 1,2  | 0,2                                           |                                                                  | 0,546 |
| 16 | Soda                                 |                                                      |                                           | -                                                                                     |      |            |            |      | 57,2                                          |                                                                  | 42,8  |
| 17 | G'uzor<br>dolomiti                   | 1,5                                                  | 0,8                                       | 0,1                                                                                   |      | 20         | 31         | -    | 0,1                                           |                                                                  | 46,5  |
| 18 | Shisha sinig'i<br>(deraza oyna)      | 73                                                   | 1,88                                      | 0,12                                                                                  |      | 4,00       | 6,00       | 1,00 | 14                                            |                                                                  |       |
| 19 | Lolabuloq<br>dala shpati             | 73,23                                                | 15,41                                     | 0,08                                                                                  |      | 0,31       | 0,70       | 5,72 | 3,20                                          |                                                                  | -     |
| 20 | Kvars qumi<br>Novoselovskiy          | 98,73                                                | 0,63                                      | 0,0032                                                                                |      |            |            | 0,11 | 0,06                                          |                                                                  | 0,14  |

|    |                                               |                                   |                                           |                                               |      |               |                |                                            |                                                  |           |                 |
|----|-----------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|---------------|----------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------|-----------------|
| 21 | Ozotboshi<br>kvars-dala<br>shpatili           | 83,6-<br>88,2                     | 3,0-6,5                                   | 0,62-0,88                                     |      |               |                | 6,8 Na <sub>2</sub> O+<br>K <sub>2</sub> O |                                                  |           |                 |
| 22 | Chiyali kvars-<br>dala shpatili               | 76,0                              |                                           | 0,93Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,15FeO | 0,10 |               |                | 4,9                                        | 2,7                                              |           |                 |
| 23 | Karnab<br>kaolinlashgan<br>graniti            | 71,2                              | 15,7                                      | 0,95                                          | 0,2  |               |                | 3,9                                        | 0,25                                             |           |                 |
| 24 | Vollas tanitli<br>konsentrat<br>VK-70         | 35,46                             | 1,18                                      | 42,51                                         | -    | 0,74          | -              | 0,36                                       | 0,1                                              |           | 19,65           |
| 25 | Kvars-serisitli<br>chinni toshi               | 75,2                              | 19,10                                     | 0,3                                           | 0,1  | 0,15          | 0,04           | 0,2                                        | 3,5                                              |           | 1,41            |
| 26 | Kvars-kaolinit<br>pirofilitli<br>chinni toshi | 68,9                              | 21,5                                      | 0,04                                          | 0,3  | 0,3           | 0,2            | 7,2                                        | 0,6                                              |           | 0,26            |
| 27 | Qorovul-bozor<br>kvars-dala<br>shpatili       | 52,0-<br>68,0                     |                                           | 1,0-5,2                                       | -    | -             | 8,5-<br>13,8   |                                            |                                                  |           |                 |
| 28 | Nishon kvarsli                                | 62,3-<br>76,6                     |                                           | 1,12-2,8                                      | -    | -             | 4,8-8,1        |                                            |                                                  |           |                 |
| 29 | Jarqurg'on<br>kvarsli                         | 62,1-<br>71,5                     |                                           | 0,8-3,2                                       | -    | -             | 6,6-<br>10,5   |                                            |                                                  |           |                 |
| 30 | Urganch<br>kvarsli                            | 60,0-<br>68,3<br>SiO <sub>2</sub> | 2,0-4,8<br>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                                               | -    | -             | 7,3-<br>11,8   |                                            |                                                  |           |                 |
| 31 | Tabaqum<br>kvarsli                            | 76,2-<br>87,0                     |                                           | 0,22-3,2                                      | -    | -             | 2,04-<br>9,33  |                                            |                                                  |           |                 |
| 32 | Kliztuy kvarsli                               | 81,7-<br>91,9                     |                                           | 0,40-1,15                                     | -    | -             | 3,24           |                                            |                                                  |           |                 |
| 33 | Mashquduq<br>kvarsli                          | 97,6                              |                                           | 0,1                                           | -    | -             | 0,2            |                                            |                                                  |           |                 |
| 34 | Nukus Barxan<br>qumi                          | 83,74                             | 5,59                                      | 0,73                                          | 0,23 | 0,69          | 2,78           | 1,17                                       | 2,14                                             | 0,09      | 3,07            |
| 35 | Bazalt                                        | 49-50                             | 15-16                                     | 20-28                                         | -    | 6-6,5         | 9-11           |                                            |                                                  |           |                 |
| 36 | Andezit                                       | 60-61                             | 15-16                                     | 6,5-7,0                                       |      | 2,0-3,5       | 5,5-7,0        |                                            | 7-8,5<br>Na <sub>2</sub> O+<br>K <sub>2</sub> O  |           |                 |
| 37 | Diabaz                                        | 49-50                             | 11-13                                     | 5-15                                          |      | 7-9           | 4-5            |                                            | 4Na <sub>2</sub> O+<br>K <sub>2</sub> O          |           |                 |
| 38 | Karmana<br>tuffiti                            | 45,45-<br>59,47                   | 7,35-<br>13,76                            | 2,44-4,90                                     |      | 2,94-<br>4,60 | 3,53-<br>15,01 |                                            | 0-4,80<br>Na <sub>2</sub> O+<br>K <sub>2</sub> O | 1,42-4,42 | 11,40-<br>18,08 |
| 39 | Gazgon<br>Mramor<br>chiqindisi                | 2,14-<br>2,28                     | 0,62-<br>0,67                             | 0,34-0,35                                     |      | 0,84-<br>0,85 | 53,8-<br>54,3  |                                            | -                                                | 0,03-0,84 | 40,57-<br>40,99 |

|    |                                                             |                 |               |                                                  |      |                                                                       |                        |               |                                                     |                                                                            |                 |
|----|-------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|--------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 40 | Bekobod porfiriti                                           | 62,88           | 15,52         | 3,04FeO<br>1,47Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>    |      | 2,09                                                                  | 2,54                   |               | 6,88Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O              | 0,10 SO <sub>3</sub>                                                       | 4,48            |
| 41 | Kogon gipstoshi                                             | 6,16            | 1,56          | 1,36                                             |      | 1,56                                                                  | 37,91                  |               | 0,96 Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O             | 51,03                                                                      |                 |
| 42 | Rangli metal<br>Ishlab chiqarish<br>Korxonasi<br>chiqindisi | 26,40-<br>33,00 | 3,24-6,8      | 4,16-8,16                                        |      | 9,54-<br>15,25<br>MgO<br>3,04-<br>4,19<br>BaO<br>3,05-<br>4,25<br>PbO | 19,26-<br>25,25<br>CaO | 0,81-<br>1,62 | 0,05-0,57                                           | 0,08-0,15<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>0,70-1,16<br>SO <sub>3</sub> | 13,60-<br>17,20 |
| 43 | Elektro-termo<br>fosfor toshqoli                            | 43,49           | 2,86-<br>2,88 | 0,68-0,71                                        | -    | 2,18-<br>2,22                                                         | 45,44-<br>5,62         |               |                                                     | 1,54-1,67<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                                 | 2,32-<br>2,45   |
| 44 | Gliyej                                                      | 73,96           | 11,55         | 3,93                                             |      | 0,85                                                                  | 3,76                   |               | 2,14Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O              | 1,36<br>SO <sub>3</sub>                                                    | -               |
| 45 | Guruchpo'stlog'i                                            | 15,64           | 0,24          | 0,12                                             |      | 0,45                                                                  | 0,61                   | 0,28          | 0,48                                                | 0,18                                                                       | 82              |
| 46 | Guruch<br>po'stlog'i<br>kuli                                | 86,48           | 1,33          | 0,64                                             |      | 1,93                                                                  | 3,36                   | 1,57          | 2,09                                                | 0,45                                                                       | 1,68            |
| 47 | Ohangaron<br>ohaktoshi                                      | 1,50-<br>4,38   | 0,30-<br>1,22 | 0,10-0,56                                        |      | 0,28-1,0                                                              | 51,25-<br>54,0         | 0-0,15        | 0-0,15                                              | 0,05<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                                      | 40,84-<br>42,90 |
| 48 | Oqtosh<br>aluniti                                           | 43,12           | 20,78         | 0,52                                             | 0,44 | 0,30                                                                  | 0,42                   |               | 5,56<br>Na <sub>2</sub> O+<br>K <sub>2</sub> O      | 21,38<br>SO <sub>3</sub>                                                   | 7,52            |
| 49 | Go'shsoy<br>aluniti                                         | 24,83           | 34,17         | 0,42                                             |      |                                                                       | 0,06                   | 5,90          | 1,16                                                | 33,45<br>SO <sub>3</sub>                                                   | -               |
| 50 | Olmalik<br>fosfogipsi                                       | 14,07-<br>15,92 | 0,09-<br>1,11 | 0,22-0,69<br>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,47 | 0,06 | 0,06-<br>1,15                                                         | 27,26-<br>33,48        | 0,20          | 0,10                                                | 0,2-1,7<br>P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 35,8<br>41,99SO <sub>3</sub>      | 8,04-<br>17,40  |
| 51 | Yangi Angren<br>IES ko'li                                   | 55,60           | 22,60         | 4,95 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>1,15FeO   | 0,91 | 2,20                                                                  | 9,10                   | 1,20          | 0,44                                                | 0,02 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>1,09SO <sub>3</sub>                  | 0,74            |
| 52 | Angren GRES<br>ko'li                                        | 47,94           | 13,06         | 5,70                                             |      | 1,02                                                                  | 23,08                  |               | -                                                   | 2,40                                                                       | 6,80            |
| 53 | Angren Oq<br>klinkeri                                       | 22,90-<br>23,47 | 6,31-<br>7,48 | 0,71-0,81                                        |      | 0,89-<br>2,02                                                         | 66,55-<br>68,17        |               | -                                                   | 0,99-0,13                                                                  | -               |
| 54 | Ohangaron<br>sement<br>kombinati<br>klinkeri                | 22,0-<br>22,14  | 4,89-<br>5,13 | 4,32-4,38                                        |      | 1,65-<br>1,75                                                         | 65,25-<br>65,63        |               | 0,37-0,71<br>Na <sub>2</sub> O+<br>K <sub>2</sub> O | 0-0,84<br>SO <sub>3</sub>                                                  | -               |

|    |                                                                 |                      |                                    |                                   |               |                                          |                 |                     |                                                     |                                                                            |                |
|----|-----------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------|------------------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 55 | Navoiy semen<br>Zavodi<br>klinkeri                              | 20,04                | 5,34                               | 4,04                              |               | 2,27                                     | 65,15           |                     | -                                                   | 0,10SO <sub>3</sub><br>0,84<br>boshqa<br>lar                               | -              |
| 56 | Bekobod<br>sement<br>kombinati<br>klinkeri                      | 20,68                | 4,52                               | 4,05                              | -             | 1,73                                     | 65,92           |                     |                                                     | 2,15SO <sub>3</sub><br>0,70<br>Boshqa<br>lar                               |                |
| 57 | ToshKTI Beli<br>klinkeri                                        | 28,95-<br>29,23      | 1,72                               | 3,60-3,68                         | -             | 0,84                                     | 54,76-<br>55,36 |                     |                                                     | 1,85-2,05<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>2,01-2,20<br>SO <sub>3</sub> | 0,32-<br>0,50  |
| 58 | Akburlin<br>mergeli                                             | 7,50                 | 2,07                               | 0,84                              |               | 1,17                                     | 47,24           | 0,49                | 0,94                                                | 0,20                                                                       | 39,53          |
| 59 | Porlita<br>mergeli                                              | 9,86                 | 3,54                               | 0,96                              |               | 0,71                                     | 45,24           | 0,62                | 0,95                                                | -                                                                          | 37,91          |
| 60 | Koytash<br>vollastoniti                                         | 37,22-<br>50,46      | 1,00-<br>3,33                      | 0,64-0,80                         | 0,06-<br>0,08 | 1,00-<br>3,95MgO<br>0,07-<br>0,09<br>MnO | 40,50-<br>42,89 |                     | 0,19-0,84<br>Na <sub>2</sub> O+<br>K <sub>2</sub> O | 0-0,10                                                                     | 2,52-<br>12,50 |
| 61 | Taskazgan<br>oxrasi                                             | 51,25-<br>51,86      | 19,70-<br>21,01                    | 14,64-<br>15,64                   | 0,65-<br>1,22 | 0,32-<br>0,65                            | 0,60-<br>0,74   | 1,39-<br>1,70       | 0,10-<br>0,30                                       | 0,11-<br>0,24                                                              | 6,70-<br>9,01  |
| 62 | Superfosfat<br>zavod<br>chiqindisi-<br>natriy<br>kremniyftoridi | 27,90                | 0,10                               | 0,12                              |               | 0,30<br>MgO<br>0,01<br>MnO               | 0,30            |                     | 31,03<br>Na <sub>2</sub> O+<br>K <sub>2</sub> O     | 0,10                                                                       | 0,12           |
| 63 | Chasovyarsk<br>gili                                             | 53.0                 | 32.6                               | 1.5                               |               | 0.7                                      | 0.6             | 0.3                 | 2.7                                                 |                                                                            |                |
| 64 | Drujkovka<br>gili                                               | 61.6                 | 24.7                               | 0.8                               |               | 0.7                                      | 0.8             | 2.9                 | 0.2                                                 |                                                                            |                |
| 65 | Yangi<br>shveysarsk<br>gili                                     | 55.1SiO <sub>2</sub> | 32.3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.8Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |               | 0.6MgO                                   | 0.6CaO          | 2.1K <sub>2</sub> O | 0.3Na <sub>2</sub> O                                |                                                                            |                |
| 66 | Nikiforovsk<br>gili                                             | 58.8                 | 21.7                               | 9.3                               |               | 0.6                                      | 0.6             | 1.9                 | 0.9                                                 |                                                                            |                |
| 67 | Nikolayevsk<br>gili                                             | 62                   | 24.3                               | 2.6                               |               | 1                                        | 0.8             | 2.5                 | 0.3                                                 |                                                                            |                |
| 68 | Nijneye-<br>Uvelsk gili                                         | 57.6                 | 29.2                               | 2.95                              |               | 0.9                                      | 0.2             | -                   |                                                     |                                                                            |                |

## KEYSLARBANKI

### KEYS

#### Neft to'kilishi va nanomatolar

British Petroleum (British Petroleum) tashkilotiga qarashli neft platformasidagi portlash tufayli 2010-yil 22-aprelda boshlangan Meksika ko'rfazidagi neft yoyilishi AQSh tarixidagi eng katta neft to'kilishi hisoblanadi. May oyining o'rtalariga kelib ekspertlarning hisoblariga ko'ra okeanga 60000 barrel neft oqib chiqqan. Ma'lumki neftning bir tonnasi suv yuzasida yoyilib 12 km<sup>2</sup> yuzasini qoplaydi; neftning bir barreli 136,4 kg massaga ega; Meksika ko'rfazining umumiy maydoni taxminan 2,5 mln. km<sup>2</sup> ega.

#### Savollar:

1. Meksika ko'rfaziga oqib chiqqan neftning tonnadagi massasi nimaga teng?
2. Neft plenkasi bilan qoplanishi mumkin bo'lgan sirt yuzasini aniqlang?
3. Ko'rfaz umumiy maydonining necha foiz qismi neft plenkasi bilan qoplanganligini aniqlang?
4. Nature Nanotechnology jurnalidagi maqolada e'lon qilinishicha olimlar, "matoning" og'irligidan 20 barobar ortiq og'irlikdagi neftni absorbsiyalash imkoniyatiga ega bo'lgan nanotolalardan to'qilgan nanomato kashf qilishgan. Meksika ko'rfazidagi neft to'kilishini bartaraf etish uchun necha kg nanomatodan ishlab chiqarish zarur?

### KEYS

#### Yupqa qavatli quyosh batareyalarini ishlab chiqarish uchun mikroskop tanlash.

O'zbekistonda bir yilda quyoshli vaqt shimolda 2000 soat, janubda esa 3000 soatdan ko'proq bo'lganligi sababli, O'zbekistonda ko'p yillardan beri quyosh energetikasi sohasida tadqiqotlar olib borilmoqda.

Quyosh energetikasi panellarini ishlab chiqarish sifatini nazorat qilish zamonaviy laboratoriyasiga yuzalarning hajmiy tasvirlarini olish uchun mikroskop xarid qilish zarur. Yupqa plenkalarning yuzasini va yupqa plenkali quyosh batareyalarning nanoqoplamalarining mustahkamligini nazorat qilish uchun xarid qilinadigan mikroskop turini tanlab oling.

Tanlangan mikroskop yordamida monokristall va polikristall batareyalarni tadqiq qilish mumkinmi?

Keysning yechish uchun quyidagilar talab etiladi:

- 1) quyosh batareyalari turlari va ishlash prinsiplari to'g'risida ta'surotga ega bo'lish kerak;
- 2) nanoqoplamalar mustahkamligining optik va elektron mikroskopiya sinfining turli xil ma'lumotlaridan olinishi mumkin bo'lgan axborot turlarini bilish.

## **Quyosh batareyalarining ishlash prinsipi**

Fotoeffektning mazmuni quyosh energiyasini doimiy tokga o'zgartirishga asoslangan. Ba'zi bir moddalarning (misol uchun kremniyning) elektronlari quyosh nurlarining energiyasini yutish qobiliyatiga ega, o'z orbitallarini tashlab yo'naluvchi oqim – fototokni hosil qiladi. Bu effektни hosil qilish uchun maxsus moddalar – r- va n-o'tkazuvchanlikli yarim o'tkazgichlar qo'llaniladi. n-o'tkazuvchanlik moddada elektronlarning ortiqcha miqdorini ifodalaydi, r- esa tegishli ravishda ularning yetishmovchiligini ifodalaydi. Fotoelementni hosil qilish uchun, elektron batareyaga o'xshashlikni hosil qiladigan, ikkita yarim o'tkazgich kerak bo'ladi, bunda katod o'rnidan-yarim o'tkazgich anod o'rnida esa r-yarimo'tkazgich bo'ladi. Tushayotgan nurlar ta'sirida n-o'tkazgich (strukturaning tepa qismida joylashgan bo'ladi) elektronlari r-qavatga o'tadi, natijada elektronlarning yo'naltirilgan oqimi vujudga keladi. Bu kabi tizim, uning ishlashi kimyoviy ta'sirlashuvga bog'liq bo'lmaganligi va natijada materialning yemirilishi bo'lmaganligi sababli nihoyatda uzoq vaqt mobaynida ishlashi mumkin.

## **Quyosh fotoelementlari**

Kremniyning keng tarqalganligi va ishlab chiqarish jarayoni katta xarajat talab etmasligi sababli hozirgi kunda quyosh elementlari kremniy asosida ishlab chiqariladi. Kremniyga turli xil turdagi o'tkazuvchanlik qobiliyatini berish uchun turli xil aralashmalarni qo'llashadi. Misol uchun, elektronlarning ortiqcha miqdori bor kiritilishi natijasida, yetishmovchiligi esa mishyakning kiritilishi natijasida erishiladi. Shuningdek arsenid, galliy, kadmiy va boshqalar qo'llaniladi. O'tkazuvchanlikni shakllantirish bilan bir qatorda aralashmalarning qo'shilishi kremniy asosidagi batareyalarning samaradorligini oshishiga olib keladi, ularning FIK (KPD) o'rtacha 20% ga teng.

Hozirgi kunda, yuqori samarador va iqtisodiy foydali quyosh batareyalarini olishga yo'naltirilgan bu sohadagi faol tadqiqotlar olib borilmoqda.

## **Quyosh batareyalarining turlari**

Kremniy asosida fotopanellarning u turi ishlab chiqariladi:

- Monokristallardan. Ularni ishlab chiqarish uchun bir turdagi strukturali monokristallar o'stiriladi. Natijada bunday fotoyacheykalar bir tekis me'yorli yuzasi bilan farqlanadi, buning oqibatida quyosh nurlarini yaxshiroq yutadi, yuqori FIK (KPD) ga ega, biroq narxi qimmatroq bo'ladi.
- Polikristall yacheykalar notekis, polikristall strukturaga ega bo'lib, nur yutish qobiliyati monoyacheykalardan bir necha barobar pastroq bo'ladi, chunki notekis yuzasi nurlarning bir qismini qaytaradi.
- Yupqa qavatli quyosh batareyalar kristalsimondir. Biroq ular egiluvchan yacheykalar ko'rinishida ishlab chiqariladi. Ularni qiyshiq yuzalarda

o'rnatish mumkin bo'ladi. Bu batareyalarni ishlab chiqarish arzon, quvvat birligiga kristallsimonlarga nisbatan (taxminan 2,5 marotaba) ko'proq yuzani egallaydi.

Yupqa qavatli quyosh batareyasi yarim o'tkazuvchan birikmani egiluvchan (odatda-polimer) taglikka purkash natijasida hosil bo'ladi. Dastavval yarim o'tkazgich sifatida faqatgina amorf kremniy qo'llanilgan, biroq bunda olingan fotoelementlarning ishlab chiqarish quvvati nihoyatda kichik bo'lgan (atigi 4 – 5 %). Hozirgi kunda mis-galliy-indiy selenid asosidagi plenklar istiqbolli hisoblanadi. Mis-indiy-galliyli batareyalarining FIK (KPD) 20% gacha yetishi mumkin. Biroq hozircha bu kabi elementlarning yupqa quyosh plenkalari bozoridagi o'rni unchalik katta emas (taxminan 2%). Kadmiy tellurid asosidagi plenklar kengroq tarqalgan (taxminan 18%, FIK (KPD) 16% gacha). Amorf- kremniyli batareyalarga bo'lgan talab yuqori. Ularning FIK (KPD) 10% gacha oshirish imkoniyati tug'ilgan.

Mantiqiy ketma-ketlikni tuzish kerak:

Namuna turi (yupqa plenklar)-----

Mikroskop turi (elektron yoki optik)-----

Mikroskop imkoniyati (mikro yoki nanometr chegarasi?)-----

Namunani tasvirlash shartlari (vakuum yoki vakuumsiz, yassi yoki 3D- tasvir, atom monipulyatori yoki nanointender?) -----

AFM -----



TABLE 3.1 Chart of Microscopy and Type of Information Generated

| Microscopy                                           | Resolution Limit       | Characteristics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Light microscopy                                     | $\sim 0.2 \mu\text{m}$ | Samples can be imaged in liquid or air. Resolution is limited by the wavelength of visible light.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Fluorescent microscopy                               | $\sim 0.2 \mu\text{m}$ | Samples can be imaged in liquid or air. Fluorescence labeling is a well-developed technique that can be used to localize molecular components.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Confocal microscopy                                  | Micrometer level       | Confocal scanning microscopy enables three-dimensional studies of biological objects. Resolution techniques that break the optical resolution barrier are becoming available.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Field emission scanning electron microscopy (FE-SEM) | Nanometer level        | For FE-SEM imaging, the sample is placed in a vacuum. Sample coating may be needed, as the technique generally requires an electron-conductive sample. The electron beam is used to probe the surface, and techniques for heavy metal labeling of surface molecules are often used.                                                                                                                                                                                |
| Transmission electron microscopy (TEM)               | Nanometer level        | Image contrast depends on impeding electrons as they pass through the sample, usually by heavy metal staining. Operates under vacuum with resolution depending primarily on image contrast through staining. New advances allow imaging samples in a liquid cell.                                                                                                                                                                                                  |
| Scanning tunneling microscopy (STM)                  | Nanometer level        | Allows a relatively flat surface to be imaged by rastering a biased-atomically sharp needle point over a conducting (or semiconducting) surface. Samples can be imaged in ambient conditions and inside various electrolytes. STM can provide images down to atomic and molecular resolution as well as provide 3-dimensional visualization of the surface. Atomic manipulation of atoms and molecules can be achieved with an STM to create novel nanostructures. |
| Atomic force microscopy (AFM)                        | Nanometer level        | Imaging is accomplished by monitoring the position of a sharpened tip attached to a microcantilever as it is scanned over a sample surface. Samples can be imaged in liquid or air with nanometer resolution at atmospheric pressure enabling dynamic studies. AFM provides three-dimensional surface visualization and measurement of nanomechanical properties of the sample.                                                                                    |

## KEYS

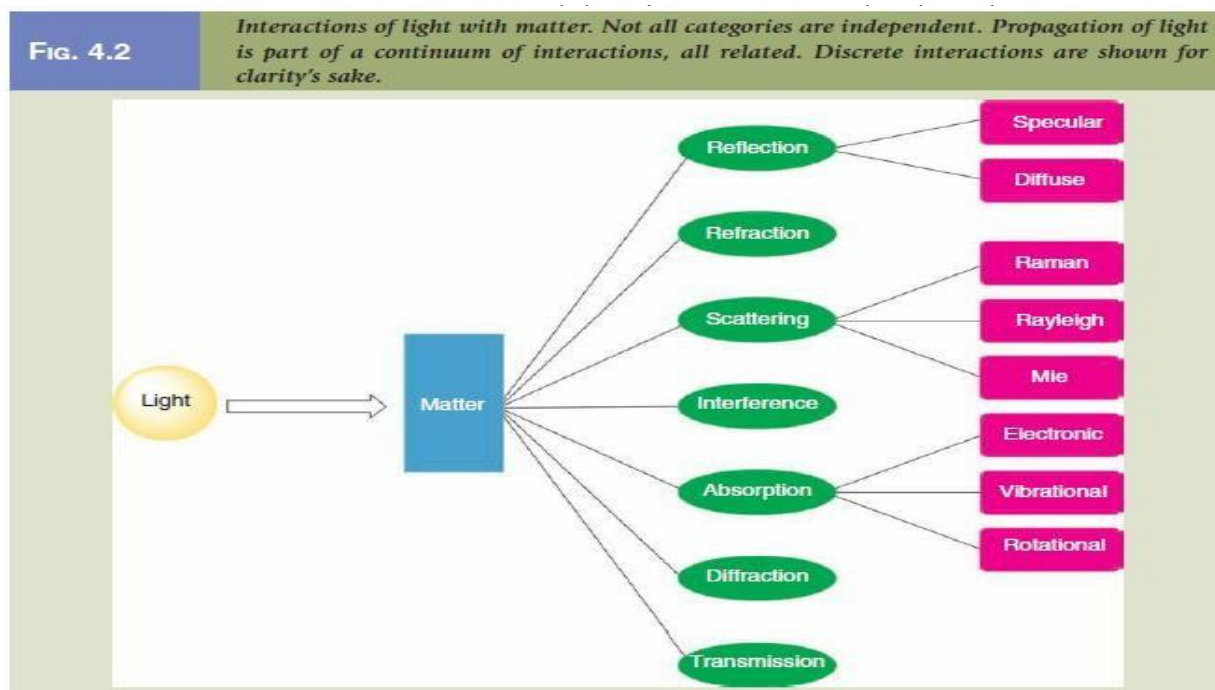
### Nano zarrachalar va rang effektlari

Qadimiy katolik cherkovlaridagi rangli vitrajlar va Britaniya muzeyida saqlanayotgan Likurg qadahi noyob san'at namunalaridan hisoblanadi. Oltin va kumushning nano o'lchamli zarrachalari kukuni qo'shilgan shishadan yasalgan qadah qaytarilgan nurda yashil tusga, singib o'tuvchi nurda esa qizil tusga kiradi. Hozirgi kunda bu kabi san'at namunalarini qaytadan yasash mumkin-mi, yoki ustalarning sirlari izsiz yo'qolganmi?

Amerikalik fiziklar, IV asrning boshlarida rimliklar ishlatgan rangli shishani olish texnologiyasini kimyoviy sensorlar va kasalliklarni aniqlashda – diagnostikasida qo'llashni taklif qilishgan. Mualliflar tomonidan kashf qilingan kimyoviy sensorlar taxminan milliard nano o'lchamli teshiklar qilingan plastik plastinadan tashkil topgan. Har bir teshikning devorchalari oltin va kumushning nano zarrachalarini o'zida saqlab ularning yuza elektronlari deteksiya jarayonida markaziy rolni o'ynaydi.

Keysni yechish uchun axborot turlarini va quyidagi savollarga javoblarni bilish talab etiladi:

Nur energiyasi va to'liq uzunligi qanday bog'langan? Qanday nurning chastotasi yuqoriroq:qizil yoki binafsha? Qanday optik xodisalar sizga Ma'lum? Materialdagirang effektlari va zarrachalarning



**Interferensiya.** Suv va sirt faol moddalarning pufakchalari sirtidagi rang pufakchaning qalinligiga bog'liq. Anodlangan titandan ishlangan zargarlik buyumlari odatda turli xil qalinlikdagi oksidlangan qavat tufayli yorqin ranglarni namoyon qiladi – bronza ( $L \approx 300 \text{ nm}$ ), ko'k ( $L \approx 400 \text{ nm}$ ), sariq ( $L \approx 600 \text{ nm}$ ), va qip-qizil ( $L \approx 700 \text{ nm}$ ).

**Difraksiya.** Difraksion rang tasvirning eng yorqin misoli bo'lib kompakt-disk hisoblanadi.



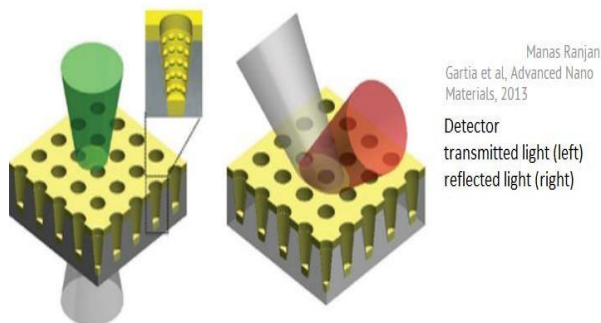
for the plasmon resonance. They are, with their protecting ligand shell, around 4nm in diameter. The color is a ruby red with  $\lambda_{max}$  at ca. 520 nm.

**Color Due to Quantum Fluorescence.** Semiconductor quantum dots are known for their intense fluorescent colors. Although made of exactly the same material, different colors are generated due simply to the difference in size of the quantum dots (QDs) (Fig. 4.9).

**Tarqatish - tarqoqlik.** Turli xil o‘lchamli zarrachalarning va turli xil to‘lqin uzunliklarining kombinatsiyasi. Osmon ko‘k tusda ko‘rinadi, chunki qisqa to‘lqinlar molekulalar bilan tarqoqlantiriladi. Osmon qizil rangda ham bo‘ladi, chunki uzun to‘lqinlar (misol uchun qizillari) kattaroq zarrachalar bilan tarqoqlashtiriladi.

**Yuzaki plazmon.** Biror bir moddaning tirqish ichida bog‘lanishida nano zarrachalarning yuzasidagi plazmonlarning (metalldagi erkin elektronlarning ikkilanishini qaytaruvchi kvazi zarracha) rezonans chastotasi o‘zgaradi, bu o‘z navbatida plastinkadan o‘tuvchi to‘lqin uzunligini o‘zgarishiga olib keladi. Bu usul yuzaki plazmonli rezonansga (SPR) o‘xshaydi, biroq undan farqli o‘laroq, nurning to‘lqin uzunligini anchagina salmoqliroq siljishiga olib keladi – taxminan 200 nanometr. Bunday singnalga ishlov berish murakkab uskunalarni talab etmaydi, shuning uchun moddalarning bog‘lanishini qurollanmagan ko‘z bilan ham detektirlash mumkin.

Amerikalik olimlar tomonidan ishlab chiqilgan sensorlarning turli xil moddalarga nisbatan sezuvchanligini teshiklar yuzalarida o‘ziga xos antitelalarning immobilizatsiyasi bilan ta‘minlanadi. Olimlarning so‘ziga ko‘ra kimyoviy detektorning tuzilishi bog‘liq ravishda uning to‘lqin uzunligini o‘zgartiradi. Shundan kelib chiqqan holda mualliflar qurilmani “nano o‘lchamli likurg qadahlari matritsasi” deb nomlashgan (nanoscale Lycurgus cup arrays – nanoLCA).



**FluoresSENSIYA.** Kvant nuqtalari hayratomuz xossalarga ega: ularning o‘lchamiga bog‘liq ravishda turli xil ranglarni taratishi mumkin. Idishchalar turli o‘lchamlardagi nano zarrachalar eritmaları bilan (geptandagi olein kislotasi bilan qoplangan kadmiy selenidining kvant nuqtalari kolloid eritmasi) to‘ldirilgan. Bu suspenziyalarni ko‘zga ko‘rinmaydigan ultrabinafsha diapazonidagi nur bilan nurlantirish natijasida nur sochishga undash mumkin. Bu zarrachalardan taralayotgan nurning chastotasi zarrachalarning o‘lchamlari o‘sishi bilan kamayadi.

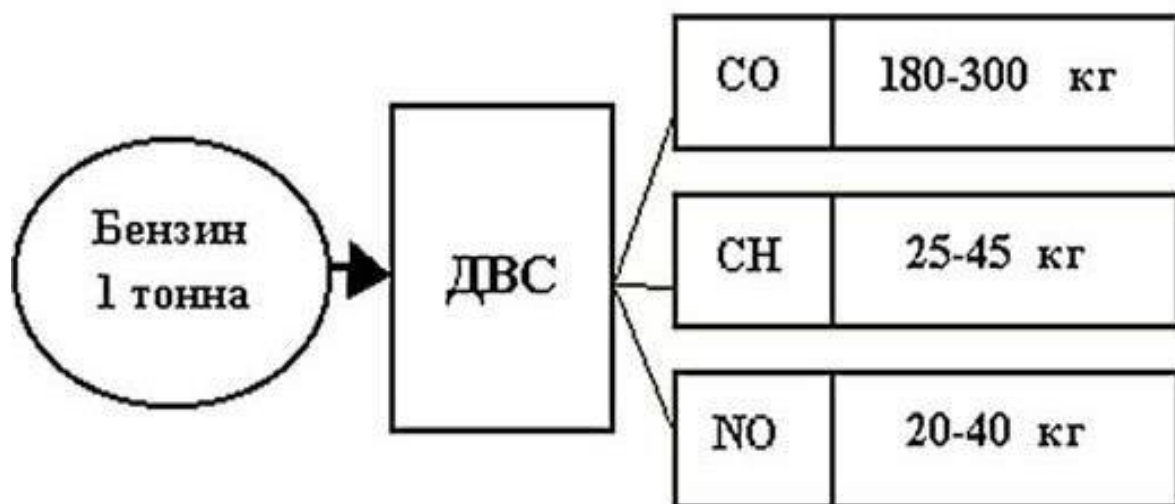
## KEYS

### Nano materiallar va ekologiya

Nanozarrachalar yuqori kimyoviy faollikka ega bo'lib ajoyib katalizatorlar hisoblanadi. Bunday holatning asosiy sababi nano zarrachalarning yuzasida joylashgan atomlar bilan bog'liq. Bu atomlar boshqa atomlar bilan kuchsizroq bog'langanligi sababli qo'shimcha energiyaga ega.

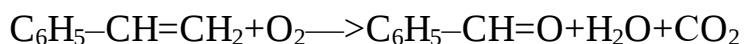
Ma'lumki, avtomobillar atrof muhitga va inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shunday qilib, ichki yonish dvigatellarning chiqindi gazlarida kuyindi gaz (CO), siklik aromat uglevodorodlar (CH), azot (II) oksidi (NO) (tasvirga qarang) lar topilgan.

Ichki yonish dvigatellarning chiqindi gazlari



Avtomobillarning chiqindi gazlarini katalitik oksidlash qurilmalarida atmosferaga chiqarilayotgan zararli chiqindilarni kamaytirish maqsadida platina qo'llanilishi mumkin. Platina uglerod (II) oksidini uglerod (IV) oksidiga aylantirish imkoniyatini beradi. Nano zarrachalar ko'rinishida bo'lgan platina o'zining katalitik xossalarini yanada kuchliroq namoyon etadi.

TiO<sub>2</sub> yuzasiga qoplangan 55 atomlarni (diametri 1,4 nm) o'zida saqlovchi oltin nanoklasterlari stirolni havo kislorodi bilan benzaldegidgacha tanlovchanlik asosida oksidlovchi katalizator sifatida xizmat qiladi (*Nature*, 2008):



Qiziqarlisi shundaki, 2 nm dan yuqori o'lchamdagi diametrli zarrachalar, shu bilan birga oddiy oltin ham hech qanday katalitik faollikni namoyon etmaydi.

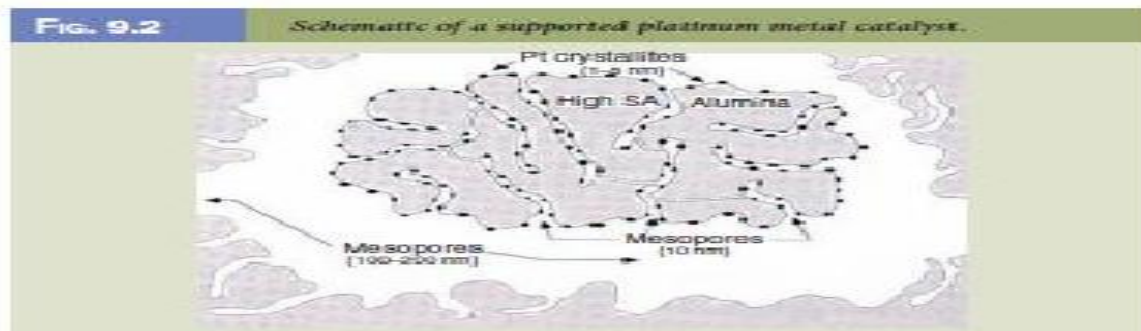
### Savollar:

- 1) Uglerod (II) oksidini uglerod (IV) oksidiga aylantirish tenglamasini tuzing. Bu jarayonni amalga oshishi uchun platinadan tashqari nima kerak bo'ladi?
- 2) To'liq bitta bak (40l) A-92 markali benzinning (benzinning zichligi 0,75

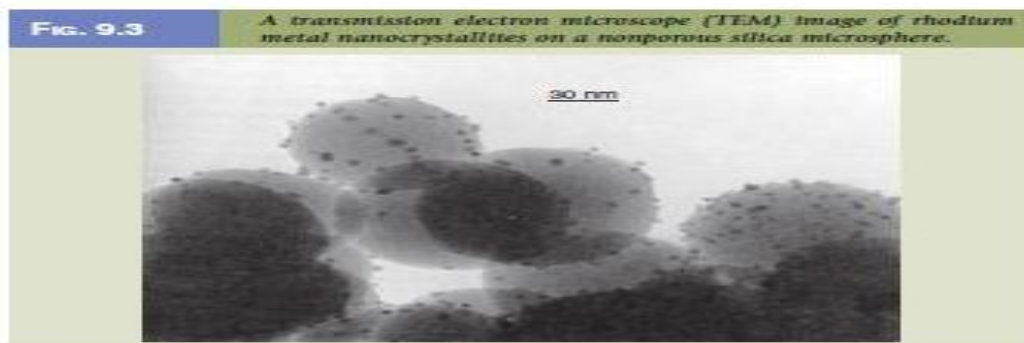
g/sm<sup>3</sup>) yonishidan hosil bo‘ladigan zararli chiqindilarning massalari diapazonini hisoblang.

- 3) 3,5 sm<sup>3</sup> metallardan qancha Pt<sub>20</sub> tarkibli nano zarrachalarni olish mumkin bo‘ladi? (platinaning zichligi 21,45 g/sm<sup>3</sup>).
- 4) Qanday qilib ixchamlik bilan kimyoviy reaktorda nano zarrachalarni joylashtirish mumkin bo‘ladi?

Javoblar: 1) CO – 5,4 kg dan 9 kg gacha; CH – 0,75 kg dan 1,35 kg gacha; NO 0,6 kg dan 1,2 kg gacha 2) 1,16.1022



Source: R. Farrauto and K. Bartholomew, *Fundamentals of Industrial Catalytic Processes*, John Wiley & Sons, (2006). With permission.



Source: S. Chakraborti, A. K. Datta, and N. J. Long, *Journal of Catalysis*, 108, 444-451 (1987). With permission.

## KEYS

O‘zbekistondagi nano texnologiyalar asosidagi to‘qimachilik mahsulotlari

Kundalik ishlatish uchun bakterisid to‘qimachilik mahsuloti sertifikatlash va ommaviy ishlab chiqarish bosqichida turibdi. Ishlab chiqarish texnologiyasi O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining Polimerlar fizikasi va kimyosi institutida ishlab chiqarilgan.

Hozirgi kunda kumushning nano zarrachalari asosidagi ko‘p miqdordagi nanomateriallar ishlab chiqarilgan. Hozirda kumush nano zarrachali tish shetkalari va tish pastalari ishlab chiqarilmoqda, ular turli xil infeksiyalardan himoya qiladi. Kumushning nano zarrachalari oz miqdorda kosmetika mahsulotlariga ham qo‘shilib kelinmoqda, ularning ta’sirida yallig‘lanishning oldi olinadi va yaralarning bitishi tezlashadi. Ko‘pgina qattiq moddalarga (shisha, yog‘och, qog‘oz, keramika, metallarning oksidlari va boshq.) surtilishidan so‘ng ham nano zarrachalar uzoq vaqt o‘zining bakterisid xususiyatlarini saqlab qoladi. Bu holat yuqori samarador uzoq vaqt ta’sir etuvchi dezinfeksiyalovchi aerozollarni ishlab chiqarish imkoniyatini

beradi. Agarda binolarning yuzalariga surtiladigan lok-bo'yoq mahsulotlariga kumushning nano zarrachalari qo'shilsa bu mahsulotlar bilan bo'yalgan devor va shiplarda patogen mikroorganizmlarning yashashi mumkin bo'lmaydi. Suvni tozalash filtrlaridagi ko'mirlarga kumushning nano zarrachalarining qo'shilishi bunday filtrlarning xizmat muddatini uzaytiradi va tozalanayotgan suvning biologik tozaligi ortadi.

Nano zarrachalar nafaqat foyda balki zarar ham yetkazishlari mumkin. Kumushning nano zarrachalari inyeksiya sifatida sichqonlarning organizmiga kiritilganida toksik ta'siri ko'rsatilgan bo'lib, shu miqdordagi kumush ionlari kiritilganida esa o'limga olib kelmagan.

O'zbekistonda yangi mahsulotni "Policotton-patrokl" MChJ "SilverteX" savdo markasi ostida taqdim etadi. Assortimentda nanotexnologiyalar qo'llanilgan holda kumush bilan ishlov berilgan –noskilar, ichki kiyimlar, yotoq to'qimachilik mahsulotlari. «SilverteX» noskilari to'liq mahalliy xom ashyolardan ishlab chiqarilgan bo'lib sintetik mahsulotlarning miqdori minimal darajaga keltirilgan (8% gacha). Kumush bilan maxsus ishlov berilishi yoqimsiz xidni, terlashni, kasallik qo'zg'atuvchi zamburug'larni o'sishini oldini oladi.

Nima uchun nano zarrachalar bakterisid to'qimachilik mahsulotlari uchun eng maqbul hisoblanadi?

Keysni yechish uchun axborotlarning turlarini va quyidagi savollarga javoblarni bilish zarur:

Xlorid kislotasi kumush bilan reaksiyaga kirishadimi?

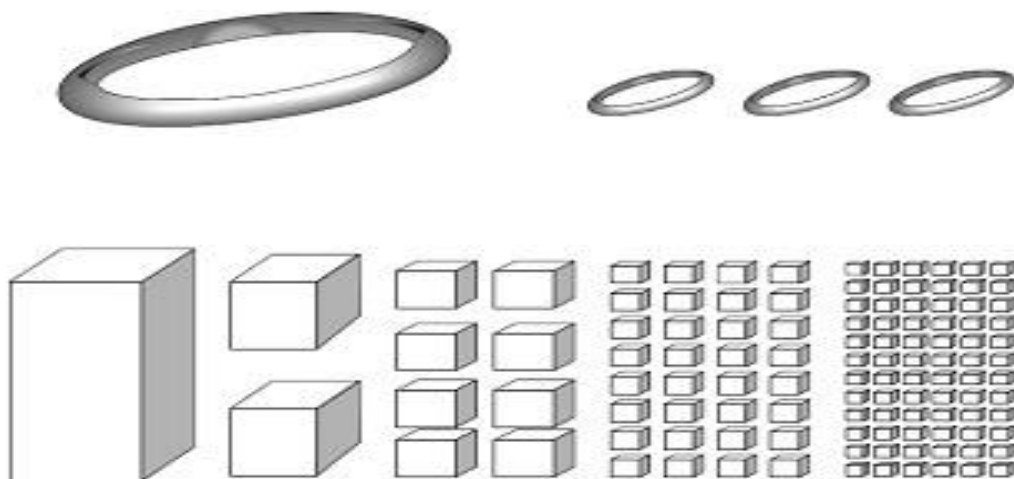
Nima uchun oddiy kumush xlorid kislotasi bilan reaksiyaga kirishmaydi?

Nima uchun kumush nano zarrachalari xlorid kislotasi bilan reaksiyaga kirishadi?

Kumushning Ag5 nanozarrachalari va xlorid kislotasi bilan o'zaro ta'sirlashuv tenglamasini tuzing?

Kumush nano zarrachalarining qo'llanilishi qanchalik darajada xavfsiz hisoblanadi?

Ma'lumki kumush inson organizmi uchun eng kuchli antiseptik hisoblanadi, u 700 dan ortiq kassalik qo'zg'atuvchi mikroorganizmlarni, zamburug'larni, bakteriyalarni, viruslarni o'ldiradi. Aniqlanishiga ko'ra, nano zarrachalar yuqori reaksiya xossalarga ega bo'lib oddiy moddalar reaksiyaga kirishmaydigan jarayonlarda qatnashishi mumkin. Oddiy kumush bilan xlorid kislotasi reaksiyaga kirishmaydi. Biroq kumushning nano zarrachalari xlorid kislotasi bilan reaksiyaga kirishib vodorodning ajralishiga sabab bo'ladi. Nano zarrachalarning bunday holati yuza effekti tufayli vujudga keladi. Gap shundaki mayda zarrachada yuzada joylashgan atomlarning miqdoriy qismi ortadi. Bu atomlarda uzilgan bog'lanishlar mavjud bo'lib, ular nisbatan yuqori energiya va faollikga ega bo'ladi.



Decreasing of ring to nanoscale leads to color change (left), depletion of metal on nanopieces leads to great surface active area

## KEYS

Toshkent shahrida joylashgan “Kompozit” qo‘shma korxonasida shisha tolalar turiga mansub bo‘lgan bazalt tolasi ishlab chiqarilmoqda. Ishlab chiqarilayotgan bazalt tolasi ancha arzon va turli ko‘rinishda ishlab chiqariladi: uzluksiz iplar - alohida tolalardan iborat; roving -parallel iplardan tashkil topgan; qisqa tolalar – ipdan yoki 5-50 mmli qisqa rovnisadan iborat, bundan tashqari shisha tola to‘qima mato yoki to‘qilmagan matlar ko‘rinishida ham ishlab chiqariladi.

Shisha tola yoki bazalt tolasi bilan armirovka qilingan smolalar qurilishda va sanoatda keng qo‘llaniladi. Ular **shisha plastik yoki GRP** deb nomlanadi: boshqa konstruksion materiallar qoplamalari sifatida, yoki yuk tashimaydigan devor panellari, strukturalarning tarkibiy qismlari, deraza ramalari, sisternalar, truba va truboprovodlar sifatida keng qo‘llaniladi. 1960-chi yillardan boshlab lodkalar korpuslari shisha plastikdan ishlab chiqarilmoqda.

Kimyo sanoatida ham shisha plastiklar keng qo‘llaniladi - rezervuarlar, truboprovod yoki texnologik tanklar sifatida. Bundan tashqari **shisha plastiklar (GRP)** temir yo‘llari, avtomobil transporti, aerokosmik sanoatida ham o‘z o‘rnini topgan. Ammo namlik shisha tolasining mustahkamligini keskin pasaytiradi. Bundan tashqari shisha tola vaqt davomida charchashga uchraydi: uzoq vaqt davomida doimiy kuchlanish ta‘sir etgan holatda shisha tola tarkibida yoriqlar tez o‘ishi namoyon etishi mumkin. Shuning uchun vaqt o‘tish bilan shisha tolaning mexanik xossalari keskin pasayib boradi, ammo qisqa vaqt davomida mustahkamligi yaxshi hisoblanadi.

### Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlari:

“Kompozit” qo‘shma korxonasida ishlab chiqarish mahsulotlari turlarini

kengaytirish maqsadida bazalt (shisha) tolasi asosida yangi mahsulot turlarini taklif eting. Bazalt (shisha) kompozitlarning qo'llanilish imkoniyatlarini cheklantiruvchi muammolarni aniqlang va ularni yechish yo'llarini belgilang. Bazalt (shisha) tolali kompozitlarning qo'llanilish sohasini taklif eting. Keys yechimini jadval shaklida keltiring:

| Muammo turi | Kelib chiqish sabablari | Hal etish yo'llari | Qo'llanilish imkoniyatlari |
|-------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|
|             |                         |                    |                            |

### KEYS

SHATTLE (AQSH) raketa-tashuvchining eshigi va korpusi uglerod tolali/epoksid smola kompozitidan tayyorlangan. Zamonaviy samolyotlar, jumladan Boeing 787 (Dreamliner) fyuzelyaji va qanotlari uglerod tolasi/epoksid kompozitlardan tayyorlanib kelmoqda.

Bunday uglerod tolali/organik matritsali kompozitlar tannarxi qimmatligi bilan ajralib turadi (uglerod tolasini sintez qilish yuqori harorat va bosimlarni talab etadi).

Uglerod tolalari – yuqori mustahkamlik va mexanik xossalarni termik stabiligi bilan harakterlanadi; ular inert sharoitda sintetik organik tolalarni yuqori haroratda ishlov berish usuli yordamida olinadi (viskoza, poliakrilnitril); dastlabki xom ashyo turiga qarab turli uglerod tolalar olish mumkin: iplar, sim, mato, lenta, voylok.

Hozirgi vaqtda uglerod tolalarning narxi doimiy ravishda pasayib bormoqda, shuning uchun qo'llanilish sohalari ham kengayib bormoqda. Uglerod tolali kompozitlar texnologik jihozlar - turbina, kompressor, shamol tegirmonlari qanotlari, maxoviklar tayyorlashda; tibbiyotda esa – jihozlar va implantatlar (tizza sustavleri) tayyorlashda qo'llanilmoqda.

Demak, uglerod tolalari bilan mustahkamlashtirilgan uglerod tola/organik matritsali kompozit material yuqori fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega.

Ammo uglerod tolalari bilan mustahkamlashtirilgan kompozit kuchli anizotropiyaga egaligi munosabati bilan uning xossalari turli yo'nalishlarda bir xil emasligi kelib chiqmoqda. Bu esa kompozitning tibbiyot va texnikada qo'llanilish imkoniyatlarini qisqartirmoqda. Iste'molchi tomonidan kompozitning anizotropiyasini kamaytirish kerakligi talab etildi.

### Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablarni belgilang (individual va kichik guruhda).
- Kompozitning anizotropiyasini kamaytirish uchun bajariladigan ishlar ketma-ketligini belgilang (juftliklardagi ish). 8-9–ilovalardagi ma'lumotlardan foydalanishingiz mumkin.

## KEYS

Shisha taraqqiyoti jamiyat taraqqiyoti bilan uzviy bog‘liq. Uning ko‘p xususiyatlari bor. Ayniqsa – shaffofligi hamda pishiqligidir. Shishadan turli xil uy-ro‘zg‘or, bezak buyumlari, texnika asboblari, issiqlik va tovush izolyatsion materiallar yasaladi. Shishaning kashf etilishi turli-tuman shakllardagi butilkalar, har xil idishlar, vazalar, stakan, qadahlar qisqasi, turmush uchun zarur buyumlarni ko‘plab ishlab chiqarilishiga olib keldi.

Tabiiy shisha tarixi odamzod tarixidan katta. Vulqon otilishi, zilzila ro‘y berishi, momaqaldiroq gumbirlashi kabi tabiat hodisalari tabiiy shishalar- obsidian va yashin shishalarining hosil bo‘lishiga sababchi bo‘lgan. Markaziy Osiyo mamlakatlarida ham shishasozlik qadimdan boshlangan. Uning taraqqiy etgan davri o‘rta asrlarga to‘g‘ri keladi. Mashhur ensiklopedist olimlar Abu Rayhon Beruniy, Abu Ali ibn Sino, Abu Bakr Muhammad ibn Zakriyo ar-Roziy asarlarida keltirilgan ma’lumotlar shishasozlik texnikasi bu yerda qadimgi Misrdagiga nisbatan yuqoriroq saviyada olib borilganligidan dalolat beradi.

Yigirmanchi asr davomida O‘zbekistonda qator shisha korxonalari qurilib, ishga tushirildi. Shular jumlasiga Toshkent «Oniks» va «ASL OYHA» ishlab chiqarish birlashmasi kabi korxonalar kiradi. Bu korxonalarni ishga tushirish respublika ehtiyojlari uchun kerakli bo‘lgan shisha mahsulotlarini (rasm) arzon va keng tarqalgan mahalliy xom ashyolar asosida ishlab chiqarish imkoniyatini berdi.



**1-rasm.** Shisha mahsulotlarining turlari

Shisha ishlab chiqarishda materiallar ikkita katta guruhga bo'linadi: shisha hosil qiluvchilar - ular qatoriga oltingugurt, selen, margimush, fosfor, uglerod kabi elementlar;  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{FeO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BeF}_2$  kabi oksid va birikmalar.

Yakka holda shishasimon holatni hosil qila olmaydigan element, oksid va boshqa birikmalar modifikatorlar deb ataladi. Ularga  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TeO}_2$ ,  $\text{SeO}_2$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{SoO}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  kabilar kiradi. Bunday oksid va birikmalar shisha hosil qiluvchilar ishtirokida osongina shishasimon holatni vujudga keltiradi. Ular ishtirokida shixtaning erish temperaturasi pasayadi. Lekin hosil bo'lgan amorf moddaning mexanikaviy va kimyoviy xususiyatlari ham biroz kamayadi.

Shixta tarkibiga kiruvchi komponentlar sonining oshishi shishasozlikda ijobiy rol o'ynaydi. Masalan,  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MemOn}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{V}_2\text{O}_5$  kabi sistemalar asosida shisha oson hosil bo'ladi.

Silikat tarkibli sanoat shishalarida  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$  va  $\text{Na}_2\text{O}$  bilan bir qatorda  $\text{MgO}$  va  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ham qatnashadi. Magniy oksidi shishalarining kristallanishiga bo'lgan layoqatini biroz susaytiradi, alyuminiy oksidi esa ularning kimyoviy turg'unligini taminlashga xizmat qiladi. Shisha hosil qiluvchi va modifikatorlar ustida A.A. Appen ko'p tadqiqotlar olib borgan.

### **Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:**

Bu keys stadi usulida ko'zlangan maqsad – turli oksidlarning kompozitsion shisha materiallar yaratishdagi rolini o'rganish.

$\text{SiO}_2$  oksidi mineral sifatida qanday nomlanadi va faqat u asosida yakka tarkibli shisha material olish mumkinmi?

$\text{SiO}_2$  oksidi asosida yakka tarkibli shisha material ishlab chiqarishdagi muammolarni aniqlang va yechimini taklif eting. Keys yechimini jadval shaklida keltiring:

| <b>Muammo turi</b> | <b>Kelib chiqish sabablari</b> | <b>Hal etish yo'llari</b> |
|--------------------|--------------------------------|---------------------------|
|                    |                                |                           |

### **1-Keys**

Texnika shishasining turi juda ko'p. Uning asosiy mahsulotlari qatoriga quyidagilarni ko'rsatish mumkin:

1).Kvars shishasi - shaffof va bo'g'iq bo'ladi. Kvars shishasini ishlab chiqarishda formulasi  $\text{SiO}_2$  to'g'ri keladigan yuqori darajadagi toza tog' billuri yoki kvars qumlaridan foydalanadi. Albatta, ular og'ir temirli minerallar, dala shpati, slyuda va tuproqdan tozalanishi zarur. Natijada boyigan tog' jinsining kimyoviy tarkibi  $\text{SiO}_2$  foydasiga o'zgaradi va maydalangan zarrachalarning granulometrik

tarkibi tuzatiladi. Ishlab chiqarishda qo‘llanilayotgan xom ashyo tarkibi quyidagicha bo‘ladi:  $\text{SiO}_2$  99.6-99.7;  $\text{P}_2\text{O}_3$  - 0.15-0.30, shu jumladan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0.002-0.003;  $\text{CaO}$  0.05-0.08;  $\text{MgO}$  0.03-0.05;  $\text{P}_2\text{O}$  0.01-0.02 va qizdirilgandagi yo‘qotish 0.05-0.08%. Kvars shishasi o‘ta yuqori termik va elektr bardoshligi bilan ajralib turadi.

2.)Optika shishasi – optika asboblarda qo‘llanadigan kron, flint va boshqalar. Yengil kronlar -  $\text{SiO}_2$ – 50-80 %,  $\text{B}_2\text{O}_3$  – 10%,  $\text{K}_2\text{O}$  – 20% (bazalari 12 % F). Kronlar – bor-silikatli shishalar, og‘ir kronlar esa bor-kremniy va bariy oksidlari asosida sintez qilinadi.

3).Elektr vakuum va elektronika shishasi – radioelektronika sohasida zamonaviy asbob-uskunalarda keng qo‘llaniladi. Asosan alyuminiy-bor-silikat sistemalar asosida ishlab chiqariladi. Yuqori texnologik va ekspluatatsion hossalarga ega – kimyoviy bardoshligi, mexanik mustahkamligi, termik bardoshligi, yuqori dielektrik hossalari va vakuumga chidamligi. Elektron texnikasida  $\text{B}_2\text{O}_3$ - $\text{PbO}$ - $\text{ZnO}$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{ZnO}$ , As-Fe-Se sistemasidagi shishalar (sitallosementlar) ham keng qo‘llaniladi.

4)Kimyoviy laboratoriya shishasi - yupqa va yo‘g‘on shishalar, laboratoriya va ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi: kimyo, oziq-ovqat, tibbiyot, farmasevtikada, laboratoriya va sanoat asboblarda va h.k.z. Bu turdagi shishalar turli reagentlar ta‘siriga kimyoviy bardoshligi, yuqori termik bardoshligi bilan ajralib turadi.

### Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

- Kvars shishasini tara mahsulotlar (butilka va shisha bankalar) ishlab chiqarishda qo‘llanilishi mumkinmi? Sabablarini keltiring.
- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo‘llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

| Muammo turi | Kelibchiqish sabablari | Hal etish yo‘llari |
|-------------|------------------------|--------------------|
|             |                        |                    |

## 2-KEYS

Turli yog‘ochlardan olingan yelimlangan materiallar turlicha fizik-mexanik xossalarni namoyon qiladi. O‘zbekiston sharoitida qaysi yelimlangan yog‘och materialini ishlab chiqarish har taraflama foydali?

### Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:



## 3-KEYS

### “Fosfatli xom ashyolarni boyitish”

#### 1. Keysning maqsad va vazifalari

##### Keysning asosiy maqsadi

1. Fosfor va fosfor o‘g‘itlarining ishlab chiqarishda xom ashyo xususiyatlari to‘g‘risida tushuncha berish.

2. Fosforitlar qayta ishlash jarayoni haqida ma‘lumot berish.

##### O‘quv faoliyatidan kutiladigan natijalar:

– fosfor va fosfor o‘g‘itlarining ishlab chiqarishda xom ashyo xususiyatlarini tushuntirib berish;

– fosforitlar qayta ishlash jarayoni xususiyatlarini qo‘llay bilish;

– muammoni aniqlab, uni hal qilishda yechim topish.

2.Ushbu keysni muvaffaqiyatli amalga oshirish uchun oldindan talabalar quyidagi bilim va ko‘nikmalarga ega bo‘lmog‘i zarur:

### **Tinglovchi bilishi kerak:**

Fosfatli xom ashyolarni boyitish jarayonlarini;

### **Tinglovchi amalga oshirishi kerak:**

- mavzuni mustaqil o'rganadi;
- muammoni mohiyatini aniqlashtiradi, g'oyalarni ilgari suradi;
- ma'lumotlarni tanqidiy nuqtai nazardan ko'rib chiqib, mustaqil qaror qabul qilishni o'rganadi;
- o'z nuqtai nazariga ega bo'lib, mantiqiy xulosa chiqaradi;
- o'quv ma'lumotlari bilan mustaqil ishlaydi, ma'lumotlarni taqqoslaydi, tahlil qiladi va umumlashtiradi.

### *Tinglovchi ega bo'lmog'i kerak:*

- kommunikativ ko'nikmalarga;
- taqdimot ko'nikmalariga;
- hamkorlikda ishlash ko'nikmalariga;
- muammoli holatlarni tahlil qilish ko'nikmalariga.

## **4-KEYS**

### **“Silvinitni flotatsiya usulida boyitishning tayyorgarlik bosqichi”**

**Kirish.** Aholi soning o'sib borishi «Oziq ovqat dasturini amalga oshirishni» birinchi darajaga ko'tarib qo'ymoqda. Bunda kaliyli o'g'itlar salmoqli urinni egallaydi. Silvinitni flotatsiya usulida boyitishda xom ashyo tarkibidagi kaliy xloridni miqdorini 31,5% dan kamaytirmaslik va tuproqsimon qo'shimchalar (t.q.) miqdorini 1,5-2,0% dan oshirmaslik muhimdir. Silvinit tarkibi esa katta oraliqda; KC1-25,0-32,5%, t.q.-3,0-6,5% o'zgarib turibdi. Shuning uchun uni 1 mm dan kichik o'lchamgacha maydalash, tarkibidagi tuproqsimon qo'shimchalarni ajratish uchun shlamsizlantiriladi. Qolgan t.q. larni flotatsiya jarayonidagi salbiy ta'sirini kamaytirish uchun shlamsizlantirilgan silvinit suspenziyasi depressor bilan aralashtiriladi. Depressor sifatida har tonna silvinitga 250-300g dan (o'rtacha narxi 1 kg -2500-3000 so'm) kraxmal sarflanadi. Shu sababdan, ushbu jarayon ma'suliyatli texnologik bosqichga kiradi va ishlab chiqarish texnologiyasida muammolarni tug'diradi.

**Keys stadidagi asosiy muammo:** Silvinitni flotatsiya usulida boyitishning tayyorgarlik bosqichi jarayonidagi murakkabliklarni aniqlash. Depressorlar sarfini kamaytirish bo'yicha aniq tavsiyalar berish.

## MUOMANING KELIB CHIQISHI

Qodirov Farxod va Azimov O'tkirlar 2010-yili Toshkent kimyo texnologiya institutini magistraturasini bir guruhda bitirdilar. Oradan to'rt yil o'tdi. Azimov O'tkir Dehkonobod kaliyli o'g'itlar zavodiga ishga borib joylashdi tirishqoqligi sababli sex boshlig'i bo'ldi. Qodirov Farxod institutda qolib depressorni sarfini kamaytirish va kraxmalni selyulozali chiqindilardan olinadigan Na-KMS ga almashtirish ustida ish olib bordi. Laboratoriya sharoitida ijobiy natijalar oldi. Har bir tonna silvinitga 60-80g Na-KMS ishlatganda "DKUZ" UK reglamentida ko'rsatilgan natijalarni oldi. Bundan xursand bulgan Farxod Qodirov ishlab chiqarish sinovini o'tkazishga uchun xat orqali korxonaga murojat qildi. Korxonadagilar Na-KMS topilsa oldin zavod markaziy laboratoriyasida (ZML) sinovdan o'tkazishini va so'ngra ishlab chiqarishda sinovdan o'tkazishini ma'lum qildilar. Farxod Qodirov Na-KMS ishlab chiqaruvchi bir qancha fermalar bilan uchrashdi. Sirg'alida joylashgan fermaning ishlab chiqarayotgan Na-KMS sifati unga ma'qul keldi, kilogramini 6700 sumdan 300 kg olishga shartnoma tuzdi, ferma rahbari agarda Na-KMS har yili katta miqdorda olib tursa arzonroq berishi mumkinligini ham ma'lum qildi.

Farxod Qodirov shaxsiy hisobidan 15 kunga DKUZ ga safarga bordi.

ZML da utkazgan sinovlari laboratoriya sinovlari singari yaxshi natija berdi. Zavod texnik kengashida barcha texnik xodimlar ishtirokida ZML natijalari muhokama qilindi va ishlab chiqarish sharoitida sinovdan o'tkazishga ruxsat berildi. Xom ashyo olib kelish qiyinlashganli, mashinalarni bir qisma ta'mirlashda bo'lganligi uchun omborda qolgan silvinitlarni yig'ib ishlatish va bir kundan so'ng ishlab chiqarish joriy ta'mirga to'xtatilishi ta'kidlandi.

O'sha kuni kechki smena Na-KMS eritmasini tayyorlashdi, ertalab birinchi smena Na-KMS ni jarayonga berishdi. Flotatsiya mashinasidagi ko'pikni hosil bo'lishi, lentali filtri ustidagi kekning namligi va ko'rinishini ko'rgan Farxod Qodirov va sex ishchilari xursand bo'lishdi. Kechadan buyon ko'rinmay yo'rgan Azimov O'tkir ham yetib keldi natijani ko'rib dustini tabrikladi. Farxod Qodirov barcha jarayonlarni ko'rib chiqish uchun sexlarni aylanib chiqdi. Galitli chiqindini filtirlash bosqichida ikkita filtr o'rniga bittasi ishlayotganini ko'rdi, bu chiqimni kamayishiga olib kelishini bilardi. Bundan do'stini xabardor qilganda u bu kamchilik tez to'g'rilanashini aytadigan edi.

Olingan mahsulot va chiqindilar ZML tomonidan tahlil qilinganda mahsulot yuqori sifatda eksportga loyiq ekanligi, ammo mahsulot chiqimi 86% o'rniga 85% ni tashkil etganligi ma'lum bo'ldi. Bundan tashvishga tushgan Farxod Qodirov chiqimni pasayish sababini aniqlash uchun markaziy boshqaruvdan oxirgi 3 kunlik natijalarni berishni so'radi lekin u buni ola olmadi

Institut laboratoriyasida va zavod markaziy laboratoriyasida flotatsiya mashinasi modulida ishlab chiqarish sharoitiga yaqinlashtirilgan sharoitlarda olingan ijobiy natijalar ishlab chiqarish sharoitida o'zini oqlamagani uni taajubga soldi. Bu muammoni qanday yechish lozimligi uni o'ylantirib qo'ydi.

### **Savollar:**

1. Farxod Qodirov faoliyatida qanday muammo paydo bo'ldi?
2. Ushbu muammoning yechimi eng avval nimaga borib taqaladi?
3. Depressorlarga qanday talablar qo'yiladi?
4. Depressor sifatida kraxmaldan boshqa moddalarni ham ishlatib bo'ladimi?
5. Xom ashyoga qanday talablar qo'yiladi?
6. Nima uchun zavod kraxmaldan foydalagan?
7. Flotatsiya jarayoniga qanday omillar ta'sir ko'rsatadi?
7. Flotatsiya samarasini oshirish yo'llari mavjudmi?
8. Sizning fikringizcha Farxod Qodirov qanday yechimni qo'llashi zarur. Nima uchun?
9. Farxod Qodirov ishlab chiqarish sinovini qayta o'tkazsa bo'lmasmidi?
10. Chiqimning kam bo'lishi nimalarga bog'liq?
11. Chiqimni kam bo'lishiga sabab nimada deb o'ylaysiz?
12. Korxona rahbari bo'lsangiz qanday xulosaga kelgan bo'lar edingiz? Nima uchun?
12. Muammoning yuzaga kelishiga nima sabab?
13. Siz qaysi yechimni tanlagan bo'lar edingiz?

## VI. GLOSSARIY

| <b>Tayanch soʻz</b>                                              | <b>Oʻzbek tilidagi sharhi</b>                                                                                                                                                                                      | <b>Ingliz tilidagi sharhi</b>                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><i>Kompozitsion material</i></b>                              | Ishlab chiqarilgan, ikki yoki koʻproq fizikaviy va/yoki kimyoviy har xil boʻlgan, matritsa (interfeys) ichida tartibli joylashgan fazalardan tashkil topgan material.                                              | It is manufactured, it consists of two or more physically and/or chemically distinct, suitably arranged or distributed phases with an interface separating them.                    |
| <b><i>Matritsa, interfeys</i></b>                                | Kompozitsion materialning bir butunligini taʼminlovchi bogʻlovchi komponent                                                                                                                                        | The binding material ensuring the integrity of the structure                                                                                                                        |
| <b><i>Matritsa materiallari</i></b>                              | Metall, keramika, polimer                                                                                                                                                                                          | Metal, ceramics, polymer                                                                                                                                                            |
| <b><i>Bogʻlovchi materialning vazifasi</i></b>                   | Mahsulotga maʼlum geometrik shakl berib, kuchlanishlarni hajm boʻyicha bir xil taqsimlanishini taʼminlaydi va maʼlum mexanik xossani shakllantiradi, hamda armatura yoki qoʻshimchalarni tashqi muhitdan saqlaydi. | Gives the material the necessary geometric shape, distributes the load evenly throughout the volume, keeps the armature or fillers from the effects of the environment              |
| <b><i>Kompozitning mustahkamligini oshiradigan komponent</i></b> | Mustahkamlashtiruvchi komponent, armirovka materiali, armatura                                                                                                                                                     | Reinforcement material, reinforcement                                                                                                                                               |
| <b><i>Nol-oʻlchamli qoʻshimchalar</i></b>                        | Oʻlchami uch yoʻnalishda kichik boʻlgan qoʻshimchalar - qum, mayda(kukun) donachalarga ega boʻlgan metallar, fosfatlar, shisha va loysimon mikrosfera shakldagi materiallar.                                       | The dimensions of the reinforcing additive is very small in all 3 directions – the particles of sand, metal powders, phosphates, glasses, materials with forms of clay microspheres |
| <b><i>Ikki oʻlchamli toʻldiruvchilar</i></b>                     | Lentalar, matolar, matlar, toʻrsimon elementlar.                                                                                                                                                                   | Tapes, mats, fabrics, nets elements.                                                                                                                                                |
| <b><i>Izotrop kompozitsion material</i></b>                      | Materiallarning xossalari hamma yoʻnalishda bir xil boʻlishi kerak.                                                                                                                                                | Material properties in all directions are the same.                                                                                                                                 |

|                                                                                                  |                                                                                                                                       |                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><i>Izotrop kompozitlardagi mustahkamlashtiruvchi i komponent</i></b>                          | Dispers holdagi mustahkamlashtiruvchi komponentlar: mikro- va nano zarrachalar.                                                       | Dispersed reinforcing components: micro-and nanopowders.                                    |
| <b><i>Anizotrop kompozitsion material</i></b>                                                    | Materiallarning turli yoʻnalishlardagi xossalari farq qiladi.                                                                         | Material properties in all directions different                                             |
| <b><i>Anizotrop kompozitlardagi mustahkamlashtiruvchi i komponent</i></b>                        | Armatura sifatida tolalar, plastinkalar, matolar, toʻrlar maʼlum yoʻnalishda joylashtirilgan boʻladi.                                 | As reinforcement in a particular order fibers, plates, fabrics, nets are arranged           |
| <b><i>Poliarmirovka qilingan kompozitlar.</i></b>                                                | Ikki va undan koʻp turdagi mustahkamlashtirish toʻldirgichlari qoʻllanilgan kompozitsion materiallar.                                 | Composite materials, reinforced by two or more types of reinforcers                         |
| <b><i>Dispers-mustahkamlashtirilgan kompozitsion materiallar</i></b>                             | Matrisa ogʻirlik va mustahkamlikni taʼminlovchi asosiyelement, dispers zarrachalarning oʻlchamlari 0,01...0,1 mkm                     | The matrix provides strength and weight, the particle size of 0,01... 0,1 $\mu\text{m}$     |
| <b><i>Dispers-mustahkamlashtirilgan kompozitsion materiallar</i></b>                             | Izotrop xususiyatlarga ega material                                                                                                   | Isotropic material                                                                          |
| <b><i>Dispers-mustahkamlashtirilgan kompozitsion materiallarni ishlab chiqarish usullari</i></b> | Kukun metallurgiya usullari yoki suyuq metall tarkibiga quyish oldidan toʻldirgichlar qoʻshish usullari yordamida ishlab chiqariladi. | Powder metallurgical methods, the method of adding additives to liquid metal before casting |

|                                                      |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><i>Kuydirilgan alyuminiy kukuni (SAP)</i></b>     | <b>Alyuminiy matritsasi va 18% gacha alyuminiy oksidi</b> zarrachalaridan iborat bo‘ladi.                                                                                                  | Consists of a matrix of aluminum with additions of up to 18% of particles of aluminum oxide                                                        |
| <b><i>Nikel asosida tayyorlangan kompozitlar</i></b> | Matrisa sifatida nikel va uning xrom bilan qotishmalari qo‘llaniladi (xromning miqdori - 20% gacha), mustahkamlashtirish komponentlari - toriy va gafniy oksidlari.                        | As the matrix involved nickel and its chromium alloy (chromium content up to 20%), reinforcing components – thorium and hafnium oxides             |
| <b><i>Bor tolalari</i></b>                           | Yuqori mustahkamlik, qattqlik, yuqori haroratda buzilishga chidamli; 70...200 mkm diametriga ega; ular metallik va polimer matritsalarini armirovka qilish uchun qo‘llaniladi.             | Have high strength, hardness, are not destroyed at high temperature, diameter 70...2000μm, are used for reinforcement of metal and polymer matrix  |
| <b><i>Uglerodtolalari</i></b>                        | Yuqori mustahkamlikga ega, mexanik xossalari termik barqaror; alyuminiy va magniyni armirovka qilish uchun qo‘llaniladi;                                                                   | Have high strength, mechanical properties resistant to the temperatures; used for the reinforcement of aluminum and magnesium                      |
| <b><i>Keramiktolalar</i></b>                         | Oksid, nitrid, karbidlar asosida tayyorlanadi, yuqori qattqlik, mustahkamlik va termik barqarorlikga ega; alyuminiy va magniyni armirovka qilish uchun qo‘llaniladi.                       | Are made of oxides, nitrides, carbides; have high hardness, strength and heat resistance; used for the reinforcement of aluminum and magnesium     |
| <b><i>Shishatola</i></b>                             | Mustahkamlik, termik bardoshlik, dielektrik xossalarga va past issiqlik o‘tkazuvchanlikga ega; issiqlik izolyatsiya materiallar, konstruksion materiallar ishlab chiqarishda qo‘llaniladi. | Have strength, heat resistance, dielectric properties and low thermal conductivity, used in the manufacture of insulating and structural materials |

|                                              |                                                                                                                                           |                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>“E–glass”<br/>(E-shisha)</b>              | Elektrik tolalar belgilanadi, E-shisha yaxshi elektr izolyator, yaxshi mexanik va elastiklik moduliga ega.                                | Electric fiber, E-glass is a good insulator, has good mechanical elastic properties                                                     |
| <b>“S-glass”<br/>(S-shisha)</b>              | Korroziya turdagi tolalar belgilanadi, S-shisha yuqori kimyoviy korroziyaga bardoshligi bilan tavsiflanadi;                               | Corrosion fiber, S-glass has high chemical resistance                                                                                   |
| <b>“S–glass”<br/>(Sshish)</b>                | Eng yuqori termik va olovbardoshlikga ega shishalar.                                                                                      | Have the highest temperature resistance and refractoriness                                                                              |
| <b>Kevlar-29<br/>aramidtolasi</b>            | Kanatlar, kabellar, qoplamali matolar, arxitektura matolari va ballistik himoya matolari - bronejiletlar ishlab chiqarishda qoʻllaniladi. | Used in the manufacture of ropes, cables, protection fabrics, architectural fabrics and fabrics for ballistic protection of body -armor |
| <b>Getinaks</b>                              | Qatlamli kompozit, tarkibida qogʻoz va smola mavjud (fenoloformaldegid yoki b.).                                                          | Layered composite, composed of paper and resin (phenolformaldehyde, etc.)                                                               |
| <b>Yogʻoch-qatlamli plastiklar<br/>(DSP)</b> | Fenoloformaldegid va Krezoloformaldegid smola matritsasi/yogʻoch shponidan iboratdir.                                                     | Consists of phenolformaldehyde and cresol formaldehyde resin/veneer                                                                     |
| <b>Matrisa</b>                               | Materialning butun hajmi boʻyicha uzluksiz joylashgan komponent ataladi.                                                                  | Component located continuously throughout the volume of the material                                                                    |
| <b>Armirovka<br/>komponentlari</b>           | Konstruksion kompozitlarda asosan kerakli mexanik xususiyatlarni (mustahkamlik, qattqlik va b.) taʼminlaydi                               | Provide in composite materials the necessary mechanical properties (strength, hardness, etc.)                                           |

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><i>Termoreaktiv polimerlar</i></b>        | Polimer zanjiri hosil bo'layotganda qotish reaksiyasi ham sodir bo'ladi. Bu reaksiyalar maxsus kimyoviy moddalar ta'sirida, yoki issiqlik va bosim ta'sirida, yoki monomerlarga elektronlar oqimini ta'sir etish natijasida sodir bo'ladi. | During the formation of the polymer chain occurs in the hardening reaction. The hardening reaction can be initiated using the appropriate chemicals or by applying heat and pressure, or by exposure to a monomer to an electron beam. |
| <b><i>Termoplastlar</i></b>                  | Polimerlar temperature va bosim ta'sirida oquvchanlik ega bo'ladilar va issiqlik ta'sirida yumshoq yoki plastik holatga o'tadilar. Xona haroratigacha sovutilganda bunday polimerlar ham qotadi.                                           | Polymers that flow when exposed to temperature and pressure, i.e., they soften or become plastic when heated. After cooling to room temperature, the thermoplastic solidifies.                                                         |
| <b><i>Polimer matritsali kompozitlar</i></b> | Tayerlashda asosan poliefir, epoksid yoki fenoloformaldegid bog'lovchilar qo'llaniladi, bular qotgan holatda yetarli mustahkamlikga ega.                                                                                                   | For the manufacture of polymer-matrix Composites most commonly used polyester, epoxy or phenol- formaldehyde binder, as the most efficient, with reasonably high strength properties in the cured state                                |
| <b><i>Termoplastik polimerlar</i></b>        | Harorat ta'sirida yumshaydigan yoki eriydigan polimerlar, bu turga past va yuqori zichlikdagi polietilen, polistirol va polimetil metakrilatlar kiradi.                                                                                    | Polymers that soften or melt when heated; examples include polyethylene low and high density, polystyrene and polymethylmethacrylate.                                                                                                  |
| <b><i>Polimerlarning olovbardoshligi</i></b> | Quyidagilarga bog'liq bo'ladi: olov tarqalish maydoni, yoqilg'ini ta'siri va kislorod indeksi.                                                                                                                                             | Depends on the surface flame spread and penetration of fuel and oxygen index.                                                                                                                                                          |
| <b><i>Kislorod indeksi (LOI)</i></b>         | Yonish davom etish uchun zarur bo'lgan kislorodning minimal qiymatini belgilaydi.                                                                                                                                                          | The minimum amount of oxygen that will support combustion.                                                                                                                                                                             |

|                                                                    |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Polimer matritsa li kompozitlarda termoplastik matritsa lar</b> | Polipropilen, neylon, termoplastik poliefirlar (PET, PBT) va polikarbonatlar, poliamid imid, polifenilensulfid (PFS), poliarilsulfon (polyarylsulfone) va poliefir- efirketon ketonlardir (PEEK). | Polypropylene, nylon, thermoplastic polyesters (PET,PBT), and polycarbonates, polyamide imide,polyphenylene sulfide(PPS),polyarylsulfone (polyarylsulfone)and polyester-etherketone ketone (PEEK).                  |
| <b>Metallar kristall singoniyalari</b>                             | Asosan 3ta kristall singoniyalarda kristallanadi: Yonlari markazlashgan kubik (GSK) hajmi–markazlashgan kubik (OSK)olti burchakli zich upakovka qilingan (HCP)                                    | Most often, one of the following three crystalline forms:<br>face-centeredcubic (FCC) body-centered cubic (BCC) Hexagonalclose-Packed (HCP)                                                                         |
| <b>Metall matritsali kompozitlarning turlari</b>                   | 3turi mavjud:<br>•Dispers-mustahkamlashtirilgan MMK<br>•qisqa tola va mo'ylovlar bilan armirovka qilingan MMK<br>• uzluksiztolavalistlarilan armirovka qilingan MMK.                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• particle-reinforced MMCs</li> <li>• MMCs reinforced with short fibers or whiskers</li> <li>• MMCs reinforced with continuous fibre or sheet reinforced MMCs</li> </ul>     |
| <b>Evtektik kompozitsion materiallar</b>                           | Evtektik tarkibli kompozitlar, mustahkamlashtiruvchi faza sifatida massa tarkibida yo'naltirilgan kristallizatsiya jarayonlari natijasida hosil bo'lgan kristallar xizmat qiladi.                 | Alloys of eutectic composition, in which the reinforcing phase are oriented crystals, which are formed by directional solidification.                                                                               |
| <b>Shisha keramik materilalar</b>                                  | Hajm bo'yicha 95-98 foizi kristall fazadan, qolgan qismi esa shisha fazadan iborat bo'ladi. Kristall faza o'ta nozik (zarrachalar diametri 100 nmdan kichik) strukturaga ega.                     | They form a sort of composite material, asthey consist by volume of 95-98% crystalline phase, and the rest submitted to the glassy phase. Crystalline phase is very fine (grain size less than 100 nm in diameter). |

|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><i>Keramika</i></b>                                                                   | Grekcha keramika (yunoncha keramos) – tuproq                                                                                                                                                                         | From ancient Greek (keramos) - clay                                                                                                                                |
| <b><i>Keramika materiali</i></b>                                                         | Tabiiy tuproq yoki tuproq bilan turli minerallar aralashmasidan hosil qilingan loyni pishitib, quyib, quritib va keyin qattiq qizdirib hosil qilingan mahsulot                                                       | The product of high temperature calcination of a mixture of natural clay and other minerals                                                                        |
| <b><i>Shisha</i></b>                                                                     | Kimyoviy tarkib va qotish temperaturasiga bog‘liqsiz ravishda yuqori harorat ta’sirida hosil qilingan eritmani o‘ta sovitish orqali olinadigan qattiq jismlarning hossalarni qabul qilinadigan barcha amorf jismlar. | Amorphous solids obtained by quenching the melt irrespective of the chemical composition and. The solidification temperature.                                      |
| <b><i>Olovbardosh buyum</i></b>                                                          | Keramika texnologiyasi bo‘yicha ishlab chiqarilgan, o‘txona va pechlar qurishda ishlatiladigan, olovbardoshligi 1580° C dan kam bo‘lmagan keramika buyumi.                                                           | The product obtained by ceramic technology and used in the furnaces and high temperature furnaces construction, it’s fire resistance not less than 1580° C         |
| <b><i>Texnia keramikasi buyumi</i></b>                                                   | Keramika texnologiyasi asosida yasalgan o‘tkazgich, yarim o‘tkazgich, izolyator, maxsus xossali (magnit, optik, elektrik) buyum va boshqalar                                                                         | A conductor, semiconductor, insulator or a product with special properties (magnetic, optical, electrical) obtained by ceramic technology.                         |
| <b><i>Keramik matritsali kompozitlar ishlab chiqarishda issiq presslash jarayoni</i></b> | Bir vaqtning o‘zida matreialga yuqori harorat va bosimni ta’sir etish natijasida zich strukturali, g‘ovaksiz va mayda zarrachali kompozitsiya hosil bo‘ladi.                                                         | The simultaneous application of pressure and high temperature can accelerate the rate of densification and allows to obtain non-porous and fine-grained structure. |

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><i>Kermetlar</i></b>                       | Metall zarrachalar bilan mustahkamlashtirilgan keramika yuqori mexanik mustahkamlik, issiqlik zarbga bardoshligi, yuqori issiqlik o'tkazuvchanlikga ega.                                                                                              | Reinforcement of ceramic dispersed metal particles leads to new materials (cermet) with increased resistance, resistance relative to thermal shock, high thermal conductivity.                       |
| <b><i>Kermetlar qo'llanilish sohalari</i></b> | Yuqori haroratli kermetlar asosida gaz turbinalar detallari, elektr pechlar armaturasi, raketa va reaktiv texnika detallari tayyorlanadi. Qattiq ishqalanishga chidamli kermetlar qirqish instrumentlari va detallari tayyorlashda keng qo'llaniladi. | High temperature cermets used to make parts for gas turbines, valves furnaces, parts for rocket and jet technology. Hard ware resistant cermets are used to manufacture the cutting tools and parts. |
| <b><i>OSB</i></b>                             | Oriyentirlangan qirindili plitalar                                                                                                                                                                                                                    | Oriented strand board                                                                                                                                                                                |
| <b><i>MDF</i></b>                             | O'rtacha zichlikdagi yog'och tolali plitalar                                                                                                                                                                                                          | Medium Density Fibreboard                                                                                                                                                                            |
| <b><i>Fanera</i></b>                          | shpon qatlamlaridan presslab olinadigan plita materiali                                                                                                                                                                                               | the tiled material received by pressing of layers of an interline interval                                                                                                                           |
| <b><i>Yopishqoqlik</i></b>                    | Yelim yuzasining asos yuza bilan ta'sirlashishi                                                                                                                                                                                                       | Interaction of a surface of glue with a basis surface                                                                                                                                                |
| <b><i>Dispers bog'lanish</i></b>              | Bir-biriga juda yaqin joylashgan molekulalar o'rtasidagi bog'lanish                                                                                                                                                                                   | Communications between very closely located molecules                                                                                                                                                |
| <b><i>Vodorod bog'lanish</i></b>              | Vodorod atomining ikkita qutblangan guruhga taqsimlanishi natijasida hosil bo'ladigan bog'lanish                                                                                                                                                      | Communication, formed in a consequence of division of atom of hydrogen into two polar groups                                                                                                         |
| <b><i>Parenxim hujayralari</i></b>            | Yog'ochdagi cho'zinchoq bo'lmagan hujayralar (o'zak nurlari, smola yo'llari va h.k.)                                                                                                                                                                  | The wood cages(beams, the pitch courses, etc.) which aren't extended on length                                                                                                                       |

|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aerogel</b>                                                                        | <b>Aerogel:</b> suyuqligi yutilgan gaz bilan o‘rin almashgan geldan olingan g‘ovaksimon qattiq cho‘kma                                                                                                                                   | <b>Aerogel:</b> a porous solid formed from a gel in which the liquid is replaced with a gas with gas entrapment                                                                                                |
| <b>Atom-kuchlanishli mikroskopiya (AFM) yoki skanerlovchi zond mikroskopiya (SZM)</b> | <b>Atom-kuchlanishli mikroskopiya (AFM) yoki skanerlovchi zond mikroskopiya (SZM):</b> atom ko‘rsatgichli yuzadagi atomlarning tasvirini yoki boshqa funksional xossalarini tasvirlash uchun qo‘llaniluvchi yuqori ko‘rsatgichli qurilma | <b>Atomic force microscopy (AFM) or scanning probe microscopy (SPM):</b> a high-resolution device used to map topography or other functional properties of the surface atoms at atomic resolution capabilities |
| <b>Atom manipulyatsiya</b>                                                            | <b>Atom manipulyatsiya:</b> atom-kuchlanishli mikroskopiya va skanerlovchi tunelli mikroskop kabi ilg‘or usullar tufayli imkoniyati tug‘ilgan yuzaning tuzilishini atom ortidan atom yoki kimyoviy modifikatsiyalash                     | <b>Atomic manipulation:</b> atom by atom modification of surface structure or chemistry made possible by advanced techniques like atomic force microscope and scanning tunneling microscope                    |
| <b>Ta‘qiqlangan chegaraning kengligi</b>                                              | <b>Ta‘qiqlangan chegaraning kengligi:</b> barcha elektron energetik holatlar ta‘qiqlangan qattiq jismdagi valent chegara va o‘tkazuvchanlik chegarasi orasidagi energetik tuynuk                                                         | <b>Band gap:</b> energy gap between the valence band and conduction band in a solid in which all electronic energy states are forbidden                                                                        |
| <b>Biomoslashuvchanlik</b>                                                            | <b>Biomoslashuvchanlik:</b> noxush o‘zgarishlarni chaqirmay materialning biologik tizim bilan ta‘sirlashuvda o‘z vazifalarini bajarishi                                                                                                  | <b>Biocompatibility:</b> capability of a material in contact with a biological system to perform its intended function without causing deleterious changes                                                     |
| <b>Biomimetika</b>                                                                    | <b>Biomimetika:</b> zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash bilan muhandislik tizimlarni tadqiq qilish va loyihalashtirish uchun tabiiy tizimlarga o‘xshash, injeneriya yoki taqlid qilish to‘g‘risidagi fan                                 | <b>Biomimetic:</b> the science of imitating or reverse engineering from natural systems to the study and design of engineered systems using modern technology                                                  |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bot</b>                               | <b>Bot:</b> robot yoki avtomatlashtirilgan intellectual mashina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Bot:</b> a robot or automated intelligent machine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Pastdandan-tepaga</b>                 | <b>Pastdan-tepaga:</b> asosiy birliklari nano zarrachalar/nano tizimlarni hosil qilish bilan birlashadigan atom miqyosidagi asosiy birliklaridan nanomateriallarning sintez qilish strategiyasi                                                                                                                                                                                                                          | <b>Bottom-up:</b> a strategy for synthesizing nanomaterials from atomic scale fundamental units where the fundamental units link up to form nanoparticles/nanostructures                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Bakminster-fulleren</b>               | <b>Bakminster - fulleren:</b> Richard Bakminster Fulleren tomonidan loyihalashtirilgan geodezik gumbazga o'xshashi tufayli uning sharafiga nomlangan $S_{60}$ formulali doirasimon molekula; Bakminsterfulleren fullerenning dastlabki topilgan molekulasidir hisoblanadi, shu bilan birga qurumda oz miqdorda topilishi mumkin bo'lganligi uchun tabiiy hosil bo'lishi nuqtai nazaridan eng ko'p tarqalgan hisoblanadi. | <b>Buckminster fullerene:</b> a spherical molecule with the formula $C_{60}$ , named in homage to Richard Buckminster Fuller, due to its resemblance to the geodesic dome designed by him; Buckminster fullerene is the first fullerene molecule to be discovered and is also the most common in terms of natural occurrence, as it can be found in small quantities in soot |
| <b>Zaryad bog'lanishli qurilma (CCD)</b> | <b>Zaryad bog'lanishli qurilma (CCD):</b> zaryadlangan pozitsion-sezgir axborotni yig'a oladigan va raqamli tasvirlarni ishlatish uchun keng qo'llaniladigan manipulyatsiyalar uchun raqamli ma'lumotlarga o'tkaza oladigan qurilma                                                                                                                                                                                      | <b>Charge-coupled device (CCD):</b> a device that can gather position-sensitive charge information and convert to digital data for manipulation, which is used extensively for digital imaging applications                                                                                                                                                                  |

|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Komplementar metal oksidli yarim o'tkazgich (CMOS)</b> | <b>Komplementar metaloksidli yarim o'tkazgich (CMOS):</b> integral sxemalar (ICs) va o'ta katta integral sxemalarni (VLSI) yasash uchun yangi texnologiya, asosiy afzalliklari kam energiya sarf qilishi va yuqori shovqin darajasida bo'lib bu o'z navbatida yuza birligi doirasida qurilmalarning yuqori zichligini ta'minlaydi | <b>Complementary metal– oxide semiconductor (CMOS):</b> an emerging technology for the fabrication of ICs and VLSI, the main advantage being low power consumption and high noise, enabling larger density of devices within unit area |
| <b>Uglerodli nanotrubka (CNT)</b>                         | <b>Uglerodli nanotrubka (CNT):</b> tasvir formatining yuqori o'zgartirilib turishli silindrsimon nanostrukturali uglerodning allotropik shakli; ularning o'zgacha bo'lgan elektron va magnit xossalari keng qo'llaniladi.                                                                                                         | <b>Carbon nanotube (CNT):</b> an allotrope of carbon with cylindrical nanostructure and having high aspect ratios; their unusual electronic and magnetic properties find wide applications                                             |
| <b>Kolloid</b>                                            | <b>Kolloid:</b> uzluksiz muhitdagi dispersiyalangan moddaning bir turdagi suspenziyasi; qattiq, suyuq yoki gazsimon bo'lishi mumkin.                                                                                                                                                                                              | <b>Colloid:</b> a homogenous suspension of a dispersoid in a continuous medium; it may be a solid, liquid or gas                                                                                                                       |
| <b>Bug' fazasidan kimyoviy cho'ktirish (CVD)</b>          | <b>Bug' fazasidan kimyoviy cho'ktirish(CVD):</b> gazsimon reagentlarning qo'llanilishi bilan yupqa plenkalarining taglikda cho'ktirish uslubi                                                                                                                                                                                     | <b>Chemical vapour deposition (CVD):</b> a technique for depositing thin films on a substrate using gaseous reactants                                                                                                                  |
| <b>Holilashtirilgan Hudud</b>                             | <b>Holilashtirilgan hudud:</b> zaryadlarni erkin tashuvchilaridan holi bo'lgan yarim o'tkazgich materiallarning birlashish joyi                                                                                                                                                                                                   | <b>Depletion zone:</b> a region at the junction of semiconducting materials that is devoid of free charge carriers                                                                                                                     |
| <b>DNK-chip</b>                                           | <b>DNK-chip:</b> gendagi mutatsiyalarni yoki o'zgarishlarni identifikatsiyalash uchun qo'llaniladigan yarimo'tkazgichli microchip asosidagi datchik                                                                                                                                                                               | <b>DNA chip:</b> a sensor based on a semiconductor microchip used to identify mutations or alterations in a gene                                                                                                                       |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Teng kanalli burchakli presslash (ECAP)</b> | <b>Teng kanalli burchakli presslash (ECAP):</b> shakl va o'lchamlarini o'zgartirishsiz katta miqdordagi deformatsion siljishni kirituvchi ultradispers tuzilishli zarrachalarni ishlab chiqarish uchun plastik Deformatsiyaning og'ir texnikasi; ekstruziya ishtirokidagi o'xshash jarayonni namoyon qiluvchi teng kanalli burchak ekstruziyasi (ECAE) | <b>Equal channel angular pressing (ECAP):</b> a severe plastic deformation technique for producing ultrafine grain structures, which introduces a large amount of shear strain into the materials without changing its shape or dimensions; equichannel angular extrusion (ECAE) is a similar process involving extrusion |
| <b>Elektron mikroskop</b>                      | <b>Elektron mikroskop:</b> tezlashtirilgan elektronlarning kollimirlangan dastasini namunaga fokuslab atom o'lchamidagi kattalashtirilgan tasvirni olish uchun qo'llaniladigan mikroskop                                                                                                                                                               | <b>Electron microscope:</b> a microscope that focusses a collimated accelerated electron beam on the specimen to produce a magnified image at atomic resolution                                                                                                                                                           |
| <b>Elektron burun</b>                          | <b>Elektron burun:</b> xid yoki ta'mlarni aniqlash uchun bir necha kimyoviy sensorlardan tashkil topgan qurilma                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Electronic nose:</b> a device consisting of an array of chemical sensors to detect odours or flavours                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Elektron til</b>                            | <b>Elektron til:</b> ta'mlarni aniqlash va taqqoslash uchun bir necha kimyoviy datchiklardan tashkil topgan qurilma                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Electronic tongue:</b> a device consisting of an array of chemical sensors to detect and compare tastes                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Epitaksiya</b>                              | <b>Epitaksiya:</b> asosiy taglik bilan kristallografik tartibni (kogerentlikni) ta'minlash uchun ikkilamchi fazaning o'sishi                                                                                                                                                                                                                           | <b>Epitaxy:</b> growth of a secondary phase maintaining a perfect crystallographic registry (coherency) with the underlying substrate                                                                                                                                                                                     |
| <b>Fab</b>                                     | <b>Fab:</b> integral sxemalar va yarimo'tkazgichli asboblarni ishlab chiqarish uchun nazorat qilinuvchi cho'ktirish jarayonlari va toza xonalardan tashkil topgan mikrotexnologik obyekt                                                                                                                                                               | <b>Fab:</b> a microfabrication facility consisting of clean rooms and controlled deposition process for the fabrication of semiconductor devices and ICs                                                                                                                                                                  |

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Maydon<br/>effektli<br/>tranzistor<br/>(FET)</b>  | <b>Maydon effektli tranzistor (FET):</b> elektr maydoni yordamida o'tkazuvchanligini boshqarish mumkin bo'lgan tranzistor                                                                                        | <b>Field effect transistor (FET):</b> a transistor whose conductivity can be controlled by electrical field                                                                                                     |
| <b>Yoqilg'i<br/>elementi</b>                         | <b>Yoqilg'i elementi:</b> tashqi manba yoqilg'isi yoki reagenti asosida elektr energiyasini ishlab chiqarish imkoniyatiga ega elektrokimyoviy yacheyka                                                           | <b>Fuelcell:</b> an electrochemical cell capable of producing electrical energy with fuel or reactant being used up from an external source                                                                     |
| <b>Gigant magnit<br/>qarshiligi<br/>(GMR)</b>        | <b>Gigant magnit qarshiligi (GMR):</b> yupqa plenkali strukturalarda kuzatiladigan kvant-mexanik effekt: ferromagnit qavatning magnit maydoni ta'siriga uchraganda elektr qarshiligi sezilarli darajada kamayadi | <b>Giant magnetoresistance (GMR):</b> quantum mechanical effect observed in thin film structures: the electrical resistance decreases significantly when the ferromagnetic layer is exposed to a magnetic field |
| <b>Zarrachalarni<br/>ng chegarasi</b>                | <b>Zarrachalarning chegarasi:</b> 2D-defekt, aniq aniqlangan ikkita chegaralanuvchi kristallarning interfeysi                                                                                                    | <b>Grain boundary:</b> a 2D defect, the interface bordering two well-defined crystals                                                                                                                           |
| <b>Zarrachalar<br/>chegarasining<br/>migrasiyasi</b> | <b>Zarrachalar chegarasining migrasiyasi:</b> termik yoki mexanik kuchlanish yo'li yordamida faollashtirilgan zarrachalar chegaralarining kelishilgan harakati                                                   | <b>Grain boundary migration:</b> coordinated movement of grain boundaries activated either thermally or by mechanical stress                                                                                    |
| <b>Xoll-Petch<br/>qonuni</b>                         | <b>Xoll-Petch qonuni:</b> asosan chegaradagi zarrachaning mustaxkamlashuvi xisobiga xosil bo'luvchi kristalsimon moddaning qattiqligiga zarrachalarning o'lchamini teskari ta'sirini tavsiflovchi effekti        | <b>Hall-Petch relation:</b> the effect describing the inverse effect of grain size on the hardness of a crystalline solid that arises mainly due to grain boundary strengthening                                |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Issik izostatik preslash (HIPing)</b> | <b>Issik izostatik preslash (HIPing):</b> mayin zarrachalarni yaxlit qismlarga siqish uchun yuqori gidrostatik bosim va haroratni qo‘llash jarayoni                                                                     | <b>Hot isostatic pressing (HIPing):</b> the process of using high hydrostatic pressure and temperature to compress fine particles into coherent parts                                             |
| <b>Krider qonuni</b>                     | <b>Krider qonuni:</b> qattiq disklarning xotira hajmi deyarli har yili ikki barobar ko‘payadi                                                                                                                           | <b>Kryder’s law:</b> the memory storage capacity of hard drives doubles almost every year                                                                                                         |
| <b>Svetodiod (LED)</b>                   | <b>Svetodiod (LED):</b> elektro lyumin essensiya prinsipiga asosan ishlovchi yarimo‘tkazgichli nur manbai, nurlanuvchi yorug‘likning to‘lqin uzunligi yarimo‘tkazgichlarning ta’qiqlangan hududi kengligiga bog‘liq     | <b>Light-emitting diode (LED):</b> a semiconductor light source working on the principle of electrolumin escence, where the wavelength of light emitted depends on the band gap of semiconductors |
| <b>Suyuq Kristal (SK)</b>                | <b>Suyuq kristal (SK):</b> suyuqlik va qattiq kristalsimon modda xossalari oralig‘idagi materiya; suyuq qristalli displeylarda keng qo‘llaniladi                                                                        | <b>Liquid crystal (LC):</b> a state of matter with properties between a liquid and solid crystal; it is used extensively in liquid crystal displays                                               |
| <b>Magik son</b>                         | <b>Magik son:</b> anchagina yuqori bo‘lgan strukturaviy va potensial turg‘unlikni ta’minlovchi klasterdagi atomlarning kritik soni                                                                                      | <b>Magic number:</b> a critical number of atoms in a cluster size providing it higher structural and potential stability                                                                          |
| <b>Mexanik qotishmalash</b>              | <b>Mexanik qotishmalash:</b> yuqori energiyali sharli tegirmonda zarrachalarning qayta deformasiyalanishi va yoriqlari natijasida maydalanishi, kukunlarning zarrachalari sovuq payvanlanadigan qattiq jismdagi jarayon | <b>Mechanical alloying:</b> asolid state process in which grain refinement occurs by repeated deformation, fracturing and cold welding of powder particles in a high-energy ball mill             |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Suyuqlanish haroratining ossillyatsiyasi</b> | <b>Suyuqlanish haroratining ossillyatsiyasi:</b> zarrachalarning o'lchami assosiy massadan subnanometrgacha kamayib miqdorining oshishi natijasidagi suyuqlanish haroratini bostirish hodisasi                                                | <b>Melting point oscillation:</b> the phenomenon of suppression of melting point followed by elevation as the particle size is reduced from bulk to sub-nanometre size                                                                       |
| <b>Mikroelektromexanik sistemalar (MEMS)</b>    | <b>Mikroelektromexanik sistemalar (MEMS):</b> elektr energiyasi bilan boshqariladigan mikroramermexanik tizim; mexanik qurilmalarning o'lchamlari nanometrik diapazonga yaqinlashganda ularni nanoelektromexanik tizimlar deb atashadi (NEMS) | <b>Microelectromechanical systems (MEMS):</b> a microdimensional mechanical system driven by electrical energy; when the dimensions of the mechanical devices approach nanometric range they are termed nanoelectromechanical systems (NEMS) |
| <b>Mezog'ovakli</b>                             | <b>Mezog'ovakli:</b> bir me'yorda bir tekis joylashgan mezog'ovakli (diametri 2-50 nm) g'ovaksimon materiallar; yuza sirtining kattaligi ularni adsorbent yoki katalizatorlar sifatida foydali qiladi                                         | <b>Mesoporous:</b> porous materials with regularly arranged, uniform mesopores (2–50 nm in diameter); their large surface areas make them useful as adsorbents or catalysts                                                                  |
| <b>Mikrokantilever</b>                          | <b>Mikrokantilever:</b> mikrometr miqyosidagi o'lchamli kantiliverli nur, MEMS sohasida, datchiklarda, rezonatorlarda va h.k.z keng qo'llaniladi                                                                                              | <b>Microcantilever:</b> a cantilever beam with dimensions in the micrometer scale that is extensively used in the field of MEMS, sensors, resonators, etc.                                                                                   |
| <b>Molekulyar elektronika</b>                   | <b>Molekulyar elektronika:</b> elektron qurilmalarda qo'llanilishi uchun molekulalarning tadqiqi va qo'llanilishi                                                                                                                             | <b>Molecular electronics:</b> the study and application of molecules for electronic device applications                                                                                                                                      |

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mur qonuni</b>                             | <b>Mur qonuni:</b> qurilmaning yuza birligiga oʻrnatilgan tranzistorlarning soni taxminan har 18 oyda ikki barobar koʻpayishini nazarda tutuvchi hisoblash qurilmalaridagi uzoq muddatli trend                                        | <b>Moore's law:</b> a long-term trend in computing hardware suggesting that the number of transistors built in a unit area of the device approximately doubles every 18 months                                              |
| <b>Multiplet ikkilamchi zarrachalar (MTP)</b> | <b>Multiplet ikkilamchi zarrachalar (MTP):</b> olmos (C,Si,Ge) va qotishmalar tipidagi yarimoʻtkazgichlardan, kubsimon                                                                                                                | <b>Multiply twinned particles (MTP):</b> observed frequently with a pseudo five-fold symmetry in nanocrystalline particles and thin films (deposited on crystalline                                                         |
|                                               | yoqlari markazlashtirilgan metallardan olingan yupqa plenkalar (kristall tagliklarda choʻktirilgan) va nanokristall zarrachalardagi beshinchi tartibli psevdosimmetriyaning kuzatilishi                                               | substrates) of cubic face-centred metals, diamond- type semiconductors (C, Si, Ge) and alloys                                                                                                                               |
| <b>Multiqavatlar</b>                          | <b>Multiqavatlar:</b> bir-biriga joylashtirilgan turli xil kimyoviy tarkibli yoki strukturali yupqa plenkalar                                                                                                                         | <b>Multilayers:</b> thin films of differing chemistry or structure deposited one over The other                                                                                                                             |
| <b>Nano</b>                                   | <b>Nano:</b> karlikni yoki biron-bir kichik narsani bildiruvchi grekcha old qoʻshimchasi,bir milliarddan bir qismini bildiradi ( $10^{-9}$ )                                                                                          | <b>Nano:</b> Greek prefix meaning dwarf or something very small; depicts one billionth ( $10^{-9}$ ) of a unit                                                                                                              |
| <b>Nanobot</b>                                | <b>Nanobot:</b> nanometrli oʻlchamlardan tashkil topgan komponentli robot (yarim yoki toʻliq avtomatlashtirilgan integral mashina); ular nanorobotlar, nanoidlar, nanitlar, nanomashinalar yoki nanomitlar nomlari bilan ham uchraydi | <b>Nanobots:</b> a robot (semi- or fully-automated intelligent machine) consisting of components of a fewhundred nanometre-dimensions; they are also referred to as nanorobots, nanoids, nanites, nanomachines or nanomites |
| <b>Nanotolalar</b>                            | <b>Nanotolalar:</b> 100 nm dan kichik boʻlgan diametrli tolalar                                                                                                                                                                       | <b>Nanofibre:</b> fibres with diameter less than 100 nm                                                                                                                                                                     |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nanodispersiya</b>           | <b>Nanodispersiya:</b> metallar, keramik, uglerodli nanotrubkalar va h.k.z nanozarrachalarning kolloid suspenziyasi                                                                                                                                                                               | <b>Nanofluid:</b> colloidal suspension of nanoparticles of metals, ceramic, carbon nanotubes, etc.                                                                                                                                                                                  |
| <b>Nanoindentifikatsiyalash</b> | <b>Nanoindentifikatsiyalash:</b> nanoo'lchamli hajmlarga qo'llaniluvchi bosishdagi qattqlik testi, kichik bosimlarda alohida nanozarrachalarning qattqligini aniqlash uchun                                                                                                                       | <b>Nanoindentation:</b> an indentation hardness test applied to nanoscale volumes at small loads to obtain the hardness of individual nanoparticles                                                                                                                                 |
| <b>Nanolitografiya</b>          | <b>Nanolitografiya:</b> nanoo'lchamli detallarni shakllash uchun nano ishlab chiqarish texnikasi; integral sxemalar va NEMS lar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi                                                                                                                              | <b>Nanolithography:</b> a nanofabrication technique for patterning nanoscale features; used extensively in the fabrication of IC and NEMS                                                                                                                                           |
| <b>Nanomaterial</b>             | <b>Nanomaterial:</b> biron bir o'zgarishi nano darajada (<100nm) bo'lgan materiallarning sinfi                                                                                                                                                                                                    | <b>Nanomaterial:</b> class of materials in which at least one of the dimensions is on the nanoscale (<100nm)                                                                                                                                                                        |
| <b>Nanosterjnlar</b>            | <b>Nanosterjnlar:</b> yoqlarining nisbati 3-5 diapazonida bo'lgan 3D nanostrukturalar; ularning barcha o'lchamlari 1-100 nm diapazonida bo'ladi                                                                                                                                                   | <b>Nanorods:</b> 3D nanostructures with aspect ratio typically in the range of 3-5; all their dimensions are in the range 1-100 nm                                                                                                                                                  |
| <b>Nanoqobiqlar</b>             | <b>Nanoqobiqlar:</b> diametri bir necha o'nlikdagi nanometrdagi bo'lgan obyekt yadrosi ustidagi yupqa qobiq                                                                                                                                                                                       | <b>Nanoshells:</b> a thin coating over a core object a few tens of nanometres in diameter                                                                                                                                                                                           |
| <b>Nanotexnologiyalar</b>       | <b>Nanotexnologiyalar:</b> atom va molekula darajasida moddalarning ustidagi manipulyasiyalar; odatda 1 dan 100 nanometrgacha bo'lgan o'lchamdagi strukturalar bilan ishlanadi, hamda bir ko'rsatgichi shu o'lchamlarda bo'lgan materiallarni yoki qurilmalarni ishlab chiqishni o'z ichiga oladi | <b>Nanotechnology:</b> study of manipulating matter on an atomic and molecular scale; generally deals with structures sized between 1 and 100 nanometres in at least one dimension, and involves developing materials or devices possessing at least one dimension within that size |

|                                                  |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nanosimlar</b>                                | <b>Nanosimlar:</b> nanometr o'lchamli kenglikdagi va geometric o'lchamlarining nisbati 1000 va undan yuqori bo'lgan 1D nanostrukturalar                                                                          | <b>Nanowires:</b> 1D nanostructures with width of nanometric dimensions and exhibiting aspect ratios of 1000 or more                                                                 |
| <b>Hanoielektromexanicheskiye sistemi (NEMS)</b> | <b>Hanoielektromexanicheskiye sistemi (NEMS):</b> smMEMS                                                                                                                                                         | <b>Nanoelectromechanical systems (NEMS):</b> refer MEMS                                                                                                                              |
| <b>Optoelektronika</b>                           | <b>Optoelektronika:</b> elektron qurilmalardanani elektromagnit fotonlarning qo'llanilishi; "elektr signalini optik signalga" yoki "optik signalni elektr signalga" o'tkazuvchi o'zgartirgichlar bo'lishi mumkin | <b>Opto-electronics:</b> an application of electromagnetic photons for electronic device applications; they can be either electrical-to-optical or optical-to-electrical transducers |
| <b>Fotokataliz</b>                               | <b>Fotokataliz:</b> katalizator ishtirokida fotonlar oqimini qo'llash bilan kimyoviy reaksiya tezligini tezlashtirish fenomeni                                                                                   | <b>Photocatalysis:</b> phenomenon of accelerating a chemical reaction rate using a photon beam in the presence of a catalyst                                                         |
| <b>Fotolumin essensiya (PL)</b>                  | <b>Fotolumin essensiya (PL):</b> ba'zi bir moddalarning ma'lum bir to'lqin uzunlikdagi elektromagnit nurlarni yutib va qaytadan fotonlarni turli xil to'lqin uzunlikda nurlatuvchi jarayon                       | <b>Photoluminescence (PL):</b> a process by which certain substances absorb electromagnetic radiations of specific wave lengths and re-radiate photons of different wave length      |

|                                                   |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Foton kristallar</b>                           | <b>Foton kristallar:</b> elektromagnit to'qlarni tarqatilishiga ta'sir etishga mo'ljallangan davriy dielektrik yoki metall dielektrik optic nanostrukturalar                                  | <b>Photonic crystals:</b> periodic dielectric or metallo- dielectric optical nanostructures that are designed to affect the propagation of electromagnetic waves (EM) in the same way as the periodic potential in a semiconductor crystal affects electron motion by defining allowed and forbidden electronic energy bands |
| <b>Fotonika</b>                                   | <b>Fotonika:</b> Ma'lumotlarni boshqarishda elektronlar o'rniga yorug'likni (fotonlarni) qo'llovchi elektronika                                                                               | <b>Photonics:</b> electronics using light (photons) instead of electrons to manage data                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Pyerezozistiv effekt</b>                       | <b>Pyerezozistiv effekt:</b> tashqaridan mexanik bosim ta'siriga bog'liq ravishda materialning elektr qarshiligining o'zgarish hodisasi                                                       | <b>Piezoresistive effect:</b> phenomenon by which electrical resistance of a material varies with externally applied mechanical pressure                                                                                                                                                                                     |
| <b>Plazma</b>                                     | <b>Plazma:</b> ionlashgan moddaning anchagina katta fraksiyasini o'zida saqlovchi moddaning holati; plazmaning xossalari qattiq moddalardan, suyuqliklardan yoki gazlardan tubdan farq qiladi | <b>Plasma:</b> a state of matter containing a significantly large fraction of ionized matter; plasma properties differ significantly from those of solids, liquids or gases                                                                                                                                                  |
| <b>Bug' fazasidan fizikaviy cho'ktirish (PVD)</b> | <b>Bug' fazasidan fizikaviy cho'ktirish (PVD):</b> taglikda yupqa plenkalarni olish uchun atomlarni mo'ljal materialidan bug'latish Ishtirokida vakuum                                        | <b>Physical vapour deposition (PVD):</b> a variety of vacuum deposition technique involving vaporization of atoms from target material to produce a thin film on a                                                                                                                                                           |
|                                                   | cho'ktirishning turli texnologiyalari                                                                                                                                                         | substrate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                              |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Piroliz</b>                               | <b>Piroliz:</b> alanga( <i>pyr</i> ) ostida ajratishni ( <i>lysis</i> ) anglatuvchi grekcha soʻz; kislorod ishtirokisiz yuqori haroratlarda organik moddani parchalashni oʻz ichiga oluvchi termokimyoviy usul | <b>Pyrolysis:</b> Greek word denoting separation ( <i>lysis</i> ) under fire ( <i>pyr</i> ); a thermochemical method involving decomposition of organic material at elevated temperatures in the absence of oxygen |
| <b>Kvant kompyuterlar</b>                    | <b>Kvantkompyuterlar:</b> kirish maʼlumotlaridagi operatsiyalarda kvant-mexanik hodisalarini qoʻllovchi hisoblash asboblari                                                                                    | <b>Quantum computers:</b> a computational device using quantum mechanical phenomena for operations on input data                                                                                                   |
| <b>Kvant nuqtalari</b>                       | <b>Kvant nuqtalari:</b> elektronlarning energiya holatlari barcha uchta kenglik oʻlchamlarida aniqlanadigan 0D nanostrukturalar; ularning elektron xossalari klasterlar va yarimoʻtkazgichlar orasida boʻladi  | <b>Quantum dots:</b> 0D nanostructures in which electron energy states are confined in all three spatial dimensions; their electronic properties are between that of clusters and bulk semiconductors              |
| <b>Kubit</b>                                 | <b>Kubit:</b> hisoblashlardagi bitning kvant ekvivalenti; atomlarning kvant xossalari oʻlchash qoʻshimchasi bilan                                                                                              | <b>Qubit:</b> a quantum- computing equivalent to a bit; with an additional dimension of quantum properties of atoms                                                                                                |
| <b>Rezonansli tunnelling qurilma (RTD)</b>   | <b>Rezonansli tunnelling qurilma (RTD):</b> elektronlarni faqatgina ikki yoʻnalishda ushlab qoluvchi uzun va qisqa yarimoʻtkazgichli orolchalardan tashkil topgan 2D kvant uskunalari                          | <b>Resonant tunnelling devices (RTD):</b> 2D quantum devices that consist of a long and narrow semiconductor island, with electron confinement only in two directions                                              |
| <b>Rezonans-tunnelli tranzistorlar (RTT)</b> | <b>Rezonans-tunnelli tranzistorlar (RTT):</b> RTD ga qarang                                                                                                                                                    | <b>Resonant tunnelling transistors (RTT):</b> see RTD                                                                                                                                                              |

|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Skanirlovchi yaqin hududli optik mikroskopiya (SNOM)</b> | <b>Skanirlovchi yaqin hududli optik mikroskopiya(SNOM):</b> namunani ishlatilayotgan nurning to'liq uzunligidan kichik bo'lgan o'lchamdagi tirqish orqali yoritadi, namunani yaqin hududli manba rejimi doirasida joylashtiriladi; oddiy obyektiv yordamida namunadagi diafragmaning skanerlash yo'li bilan tasvir shakllanishi mumkin bo'ladi | <b>Scanning near-field optical microscopy (SNOM):</b> illuminates a specimen through an aperture of a size smaller than the wavelength of light used and with the specimen positioned within the near-field regime of the source; by scanning the aperture across the sample through a conventional objective, an image can be formed |
| <b>O'z-o'zini yig'ish</b>                                   | <b>O'z-o'zini yig'ish:</b> biror bir tashqi kuch ta'sirisiz bir tekis yoki tashkillashtirilgan tuzilish hosil qilish uchun komponentlarning o'z ichida o'zaro ta'sirlashuv jarayoni                                                                                                                                                            | <b>Self-assembly:</b> process in which the components interact within themselves to form aligned or organized structures without any external force                                                                                                                                                                                   |
| <b>Shakl xotirali polimerlar</b>                            | <b>Shakl xotirali polimerlar:</b> haroratning o'zgarishi kabi tashqi kuchlar ta'sirida vujudga kelgan tashqi kuchlar ta'sirida deformasiyadan so'ng o'zining dastlabki shakliga qaytish qobiliyatiga ega aqlli polimerlar                                                                                                                      | <b>Shape memory polymers:</b> smart polymers capable of returning to their original shape after being deformed by external forces, when triggered by an external stimulus such as temperature change                                                                                                                                  |
| <b>Bir elektronli transistor (SET)</b>                      | <b>Bir elektronli tranzistor (SET):</b> chiquvchi zaryadning juda kichik o'zgarishlarini aniqlash qobiliyatiga ega moslamalar; birgina elektron uchun ham zaryadlar farqi "yoqib-o'chirish" funksiyasini chaqirishi mumkin                                                                                                                     | <b>Single electron transistor (SET):</b> devices that are capable of detecting very small variations in the charge of the gate; charge differences of even one electron can cause the on-and-off switching function of SET                                                                                                            |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Zol-gel usul</b>                                | <b>Zol-gel usul:</b> keyinchalik qovushqoq gel va qattiq materialga o'tuvchi kolloid suspenziyani ("zol") generasialashni o'z ichiga oluchi jarayon                                                          | <b>Sol-gel method:</b> a process that involves the generation of a colloidal suspension ('sol'), which is subsequently converted to viscous gel and solid material                                        |
| <b>Spintronika (spin asosidagi elektronika)</b>    | <b>Spintronika (spin asosidagi elektronika):</b> elektronlarning ikkilangan xossalarini, jumladan zaryad va spin holatini qo'llovchi yangi texnologiya; manito-elektronika sifatida ham ma'lum               | <b>Spintronics (spin-based electronics):</b> an emerging technology, which exploits the dual property of electrons, namely charge and spin state; also known as magneto-electronics                       |
| <b>Uchqunli plazmali pishirish (SPS)</b>           | <b>Uchqunli plazmali pishirish (SPS):</b> grafit matritsasi shuningdek o'tkazuvchan namunalar holatida pishirilayotgan kukundan bevosita o'tayotgan doimiy impuls toki qo'llanilishidagi pishirish texnikasi | <b>Spark plasma sintering (SPS):</b> a sintering technique using pulsed DC current that directly passes through the graphite die, as well as the powder to be consolidated, in case of conductive samples |
| <b>O'ta o'kazuvchan kvantinterferometr (SQUID)</b> | <b>O'ta o'kazuvchan kvantinterferometr (SQUID):</b> o'ta kuchsiz magnit maydonlarini o'lchash imkoniyatiga ega moslama                                                                                       | <b>Superconducting quantum interference device (SQUID):</b> a device capable of measuring extremely weak magnetic fields                                                                                  |
| <b>Joylashish defektlari</b>                       | <b>Joylashish defektlari:</b> atomlarning noto'g'ri ketma-ket planar joylashuvi natijasida hosil bo'luvchi kristallografik defektlar                                                                         | <b>Stacking faults:</b> crystallographic defects arising due to wrong stacking sequence of planar arrangement of atoms                                                                                    |
| <b>Skannirlovchi tunnelli mikroskop (STM)</b>      | <b>Skannirlovchi tunnelli mikroskop (STM):</b> atom darajasida yuzalarning tasvirlarini qayta ishlashda qo'llaniladigan qurilma; kvant tunellash qoidasi asosida ishlaydi                                    | <b>Scanning tunnelling microscope (STM):</b> an instrument used for imaging surfaces at the atomic level; it works on the principle of quantum tunnelling                                                 |

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>O'ta egiluvchanlik</b>                 | <b>O'ta egiluvchanlik:</b> cho'ziluvchanlikka bo'lgan tadqiqotlarda kutilayotgan normalarning chegaralaridan ancha katta bo'lgan materialning Deformasiyalanish qobiliyati                                                                         | <b>Superplasticity:</b> ability to deform a material well beyond the limits expected from normal tensile tests                                                                           |
| <b>Yuza plazmon(SP)</b>                   | <b>Yuza plazmon (SP):</b> yorug'lik bilan kuchli ta'sirlashish natijasida polyaritonga olib keluvchi yuzaga mos keluvchi plazmonlar                                                                                                                | <b>Surface plasmon (SP):</b> plasmons that are confined to surfaces and interact strongly with light resulting in a polariton                                                            |
| <b>Dorilarni maqsadli yetkazish</b>       | <b>Dorilarni maqsadli yetkazish:</b> terapiyada lokallashtirilgan zararlangan hujayralarga/to'qimalarga kerak bo'lgan miqdorda farmasevtik birikmani kiritish                                                                                      | <b>Targeted drug delivery:</b> administration of a pharmaceutical compound in desired amount to a localized diseased cell/tissue for therapy                                             |
| <b>Yupqa plenkali tranzistorlar (TFT)</b> | <b>Yupqa plenkali tranzistorlar (TFT):</b> yarimo'tkazgichli va dielektrik materialli yupqa plenka qavatli tranzistorlar; radiografiyaning LCD va raqamli ilovalarida qo'llaniladi                                                                 | <b>Thin film transistors (TFT):</b> an FET made of thin film layers of semiconducting and dielectric materials; used in LCD and digital radiography applications                         |
| <b>Yupqa plenklar</b>                     | <b>Yupqa plenklar:</b> atomar konstruksiyalangan qavatlar nanometrdan maksimum bir necha mikrongacha bo'lgan diapazonda bo'lgan qalinlikdagi plenklar                                                                                              | <b>Thin films:</b> atomically engineered layers with film thickness usually in the range of nanometers to a maximum of a few microns                                                     |
| <b>To'qimali injeneriya</b>               | <b>To'qimali injeneriya:</b> sut emizuvchilarning asosiy to'qimalarining tuzilishi va funksional asoslari hamda funksiyalarini tiklash, qo'llab turish yoki yaxshilash uchun biyomateriallar o'rni bosuvchilarning qo'llanilishi to'g'risidagi fan | <b>Tissue engineering:</b> science of structural and functional fundamentals of mammalian tissues and application of biocompatible substitutes to restore, maintain or improve functions |

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tepadan pastga</b>                             | <b>Tepadan pastga:</b> nanokristall materialni olish bilan mikrokristall moddaning maydalashni o'z ichiga oladi; nanostrukturalarni sintez qilishning qattiq moddali yo'llari shu kategoriyaga kiradi                                                                                                                                                    | <b>Top-down:</b> involves fragmentation of a microcrystalline material to yield a nanocrystalline material; all solid state synthesis routes of nanostructures fall into this category                                                                                                                                         |
| <b>Uchkarrali tugun</b>                           | <b>Uchkarrali tugun:</b> uchta kristallarning yoki zarralarning to'qnashuvidagi tugun                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Triple junction:</b> a node at the intersection of three crystals or grains                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Bug'-suyuqlik-qattiqmoddau suli (VLS)</b>      | <b>Bug'-suyuqlik-qattiqmodda usuli (VLS):</b> bug' fazasidan kimyoviy cho'ktirishdagi nanosimlar kabi bir o'lchamli nanostrukturalarning o'sishi uchun mexanizm; kristallarning o'sishi va kinetikasi samaradorligini oshishi uchun qo'llaniladi, katalitik suyuq qotishmali faza bug'larni o'ta to'yinganlik darajasigacha tezda adsorbsiyalashi mumkin | <b>Vapour-liquid-solid method (VLS):</b> a mechanism for the growth of one-dimensional nanostructures, such as nanowires, from chemical vapour deposition; to enhance the efficiency and kinetics for the growth of crystals, a catalytic liquid alloy phase which can rapidly adsorb vapour to supersaturation levels is used |
| <b>Viskerlar</b>                                  | <b>Viskerlar:</b> erkin dislokasiyalanadigan kristallning nozik tolali o'sishi                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Whiskers:</b> thin fibrous growth of a dislocation free crystal                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Rentgenfotoelektron spektroskopiyasi (XPS)</b> | <b>Rentgenfotoelektron spektroskopiyasi (XPS):</b> kimyoviy moddaning yuzasini miqdoriy analiz qilish uslubi, element tarkibini aniqlaydi; Usul, rentgen nurlari bilan qattiq moddaning nurlash yordamida olingan fotoelektronlarning tavsifini o'z ichiga oladi                                                                                         | <b>X-ray photoelectron spectroscopy (XPS):</b> a quantitative surface chemical analysis technique that measures the elemental composition; the technique involves characterization of photoelectrons produced by irradiating a solid                                                                                           |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kalsinasiyalangan (Calcined)</b>                | Termik ishlovga berish natijasida uchuvchan moddalarni yo‘qotish                                                                                                                                                                                                                                               | Subjected to a heat treatment that drives off volatile matter and causes thermal decomposition                                                                                                                             |
| <b>Oleum yoki tutovchi sulfat kislota</b>          | sulfat anhidridning sulfat kislota-dagi eritmasi bo‘lib, uni tarkibidagi erkin sulfat anhidridning (100% $H_2SO_4$ dan yuqori) yoki $SO_3$ ning umumiy foiz miqdori bilan tavsiflanadi                                                                                                                         | sulfur dioxide in the sulfuric acid solution, and the content of sulfur dioxide (greater than 100% $H_2SO_4$ ) or $SO_3$ , is characterized by the total amount of interest                                                |
| <b>Gidrid (Hydride)</b>                            | Vodorod saqlovchi birikma                                                                                                                                                                                                                                                                                      | A hydrogen-bearing compound                                                                                                                                                                                                |
| <b>Organik o‘g‘itlar</b>                           | ulardagi elementlar o‘simlik va hayvonlardan olinadigan chiqindi moddalar tarkibida bo‘ladi. bunday o‘g‘itlarga birinchi navbatda gung, shuningdek o‘simlik va hayvonlardan chiqadigan chiqindilarni qayta ishlash natijasida olinadigan mahsulotlar ham kiradi, bunga yashil o‘g‘itlarni ham kiritish mumkin. | their elements in the structure of plant and animal waste. Such fertilizers primarily deal, as well as plants and animals out of waste also includes products derived from the processing of green fertilizers .           |
| <b>Bakterial o‘g‘itlar</b>                         | tuproqdagi va o‘g‘itlardagi havo azoti yoki minerallashtirilgan organik moddalar bilan oziklanuvchi mikroorganizmlar tutgan preparatlar kiradi. bunday o‘g‘itlar qatoriga azotobakterin, tuproq nitragini kiradi.                                                                                              | The organic matter in the soil and air or nitrogen fertilizers mineralized microorganisms pigeon-fed drugs. such fertilizers include soil azotobakterin nitragini.                                                         |
| <b>To‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlatiladigan o‘g‘itlar</b> | o‘simliklarning bevosita oziqlanishiga mo‘ljallangan o‘g‘itlar. ular tarkibida o‘simliklar xayoti uchun muxim bo‘lgan elementlar: azot, fosfor, kaliy, magniy, oltingugurt, temir, shuningdek mikroelementlar (bor, molibden, mis, rux, kobalt) tutadi.                                                        | plants intended for direct feeding fertilizers. for the life of the plants they contain important elements: nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, sulfur, iron, as well as trace elements (molybdenum, copper, zinc, |

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlatiladigan o‘g‘itlar, uz navbatida, oddiy (bir yoklama) va kompleks (ko‘p yoqlama) o‘g‘itlarga bo‘linadi.                                                                                                                                                               | cobalt). the direct use of fertilizers, in turn, simple (one defended his) and complex (double) is divided into fertilizers.                                                                                                                         |
| <b>Oddiy o‘g‘itlar</b>    | tarkibida o‘simliklar oziqluvchi elementlar: azot, fosfor, kaliy, magniy, bor va boshqalardan bittasi bo‘ladigan o‘g‘itlar.                                                                                                                                                                    | oziqluvchi plants in the structure of elements: nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, iron, fertilizers, and one of the others.                                                                                                                |
| <b>Mikroo‘g‘itlar</b>     | kam me‘yorda (gektariga gramm va kilogrammlarda) qo‘llaniladigan o‘g‘itlar. tarkibida mikroelementlar to‘tgan — borat kislota, mis(p)-sulfat, ammoniy molibdat va boshqa texnik tuzlar ishlatiladi. qishloq ho‘jaligida suvda eriydigan xam, suvda erimaydigan ham mikroo‘g‘itlar ishlatiladi. | ess than normal (in grams and kilograms per hectare) used in fertilizers. microelements - boric acid, copper (2) sulfate, ammonium molybdate, and other technical salts. agriculture also water-soluble, water-insoluble micro fertilizers are used. |
| <b>Murakkab o‘g‘itlar</b> | Tarkibidakamidaikkita ozuqaelem entitutgano‘g‘itlar. Ikkilamchikompleks laro‘g‘itlar va uchlamchikomplekso‘g‘itlarturlar gabo‘linadi. Murakkabo‘g‘itlartarkibidashunin gdek mikroelementlar, pestisid va ustiruvchi moddalar qush imchalarixam bo‘lishi mumkin.                                | contains at least two elements pigeon feed fertilizers. secondary complex fertilizer and the tertiary complex fertilizers types. as well as the structure of complex fertilizers, micronutrients, pesticides and growth supplements also can be.     |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fiziologik kislotali o'g'itlar</b> | o'simliklar asosan kationlarini uzlashtiradigan o'g'itlar, anionlar esa tuproq eritmasini kislotaliligini oshiradi, masalan, ammoniy sulfat, ammoniy nitrat, kaliy xlorid, kaliy sulfat va boshqalar. fiziologik kislotali o'g'itlarga ammoniyli azotli o'g'itlar, shuningdek karbamid xam kirishi mumkin. nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar ta'sirida ammiak nitrat kislotaligacha oksidlanishi natijasida tuproq kislotaliligi ortadi. | plants mainly fertilizers uzlashtiradigan cations, anions in the solution increases the acidity of the soil, for example, ammonium sulfate, ammonium nitrate, potassium chloride, potassium sulfate, and others. physiologically acidic fertilizers ammonium nitrogen fertilizers, including urea can also enter. nitrifikatsiyalovchi bacteria, ammonia, nitric acids increase the acidity of the soil as a result of the action. |
| <b>Fiziologik ishqoriy o'g'itlar</b>  | anioni o'simliklarga assimilyasiyalanadigan o'g'itlar ulardagi kation tuproq muhitini ishqorlashtirgan holda tuplanadi. masalan, bunday o'g'itlarga natriy, kaliy va kalsiy nitratlari kiradi                                                                                                                                                                                                                                            | anion build fertilizer plants collected without their alkali cations in the soil environment. for example, such as fertilizers, sodium, potassium and calcium nitrate                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Silvin</b>                         | kaliy xloridi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | potassium chloride                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Galit</b>                          | natriy xloridi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | sodium chloride                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Sun'iy kainit</b>                  | langbeynitli nomakop                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | langbeynitium salt water                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Aralasho'g'it</b>                  | kaliy xlorid va yanchilgan silvinit aralashmasi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | a mixture of potassium chloride and ground sylvinite                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Silikat materiallar</b>            | Keramika va olovbardosh buyumlar, chinni va sopol, shisha va sitall, emal va ximoyalovchi koplamlar, asbosement va bog'lovchi materiallar, sement, gips, magnezial, suyuq shisha.                                                                                                                                                                                                                                                        | Seramics, refractory ceramics, porcelain and faience, glass and ceramics, enamel coatings, asbestos, binders, cement, gypsum, magnesia, liquid glass                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Silikat materiallar texnologiyasi sohalari (Field of silicate materials technology)</b> | Uch katta soxadan iborat: 1.Keramika va o'tga chidamli materiallar kimyoviy texnologiyasi; 2.Shisha va sitallar kimyoviy texnologiyasi; 3.Bog'lovchi moddalar kimyoviy texnologiyasi.                                                                          | It consists of 3 parts – 1. The technology of ceramics and refractories, 2. Technology of glass and glassceramics. 3. Chemical technology of binders.                                                                                 |
| <b>Texnologik tizim (Technology)</b>                                                       | Kyerakli xom-ashyolarga ishlov berish yo'li bilan ma'lum xossa va xususiyatlarga ega bo'lgan mahsulotlarni ishlab chiqarishning uzviy bog'langan jarayonlari majmuasi.                                                                                         | Is the collection of techniques, <a href="#">skills</a> , methods and processes used in the production of <a href="#">goods</a> or <a href="#">services</a> or in the accomplishment of objectives, such as scientific investigation. |
| <b>Bog'lovchi moddalar (Cement)</b>                                                        | Sement, gips yoki ohak xamiri - bog'lovchi modda bilan suv yoxud biror suyuqlik aralashmasi. Qotgan xamir tosh deb ataladi.                                                                                                                                    | Cement, gypsum or lime putty - a mixture of the binder with water or other liquid. Once cured, it is called the stone.                                                                                                                |
| <b>Qorishma aralashmasi (Masonry mortar )</b>                                              | Bog'lovchi modda, suv va mayda to'ldirg'ichning (qum) qotmagan aralashmasi.                                                                                                                                                                                    | A mixture of binder, water and fine aggregate (sand).                                                                                                                                                                                 |
| <b>Beton qorishmasi (soncrete)</b>                                                         | Bog'lovchi moddaning suv hamda to'ldiruvchi inert moddalar (mayda va yirik to'ldirg'ichlar - qum, shag'al yoki chaqiq tosh) bilan hosil qilgan sun'iy aralashmasi. Qotib qolgan shunday qorishma beton, po'lat armaturali beton esa temir - beton deb ataladi. | The artificial mixture of the binder material with water and an inert aggregate (fine and coarse aggregate – sand, gravel). The solidified mixture is called concrete, with metal reinforcement – reinforced concrete.                |
| <b>Gidravlik oxak (hydraulic lime)</b>                                                     | 1756-yili angliyalik D.Smit tomonidan yaratilgan ohaktoshga 6-25% gil qo'shish orqali yangi suvga chidamli bog'lovchi                                                                                                                                          | Established in 1756 by D. Smith new waterproof binder – limestone with 6-25% clay                                                                                                                                                     |

|                                                                       |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sement (cement)</b>                                                | Sun'iy noorganik bog'lovchi modda, suv, tuzlarning suvli eritmalari yoki boshqa suyuqlik bilan qorilganda plastik massa hosil qiladi va vaqt davomida qotib, qattik toshga aylanadi. | Artificial inorganic binder which, in contact with water, aqueous salt solutions and other liquids forms a plastic mass, which then hardens and turns into rock substance. |
| <b>Havoda qotadigan bog'lovchi materiallar (hydraulic binders)</b>    | Faqat havo sharoitida qotadi va nam bo'lmagan sharoitlarda ishlatiladi. Ularga ohak, gips, kaustik magnezit va boshqalar kiradi;                                                     | Harden only in air and dry environments. Includes lime, gypsum, caustic magnesite and others.                                                                              |
| <b>Gidravlik bog'lovchi materiallar</b>                               | Faqat havodagana emas, balki namlik va suvda ham yaxshi qotadi. Bunday moddalar qatoriga barcha turdagi sementlar, gidravlik ohak kiradi                                             | Harden not only in air but in a moist environment and in the water. Includes all cements, hydraulic lime.                                                                  |
| <b>Kislota chidamli bog'lovchilar (acid proof binders)</b>            | Kislota ta'siri sharoitlarida ishlatiladi. Eruvchan suyuq shisha, ishqor va fosfat kislotasi, ularning tuzlari asosidagi sementlar bunday bog'lovchilar qatoriga kiradi.             | Used in acidic environment. Include cements on the basis of liquid glass, bases, phosphoric acid and its salts.                                                            |
| <b>Portlandsement xom-ashyosi (Raw materials for Portland cement)</b> | Ohaktosh va tuproq aralashmasi                                                                                                                                                       | A mixture of limestone and clay                                                                                                                                            |
| <b>Portlandsement klinkeri</b>                                        | Oxaktosh va tuproq aralashmasining 1450-1480 °C gacha qizdirish natijasida olingan yarim fabrikat mahsulot.                                                                          | Semi product obtained by heating of limestone and clay to 1450-1480 °C temperature.                                                                                        |
| <b>Klinker mineralari</b>                                             | Alit, belit, uch kalsiyli alyuminat va to'rt kalsiyli alyumoferrit                                                                                                                   | Alite, belite, tricalcium aluminate and calcium aluminoferrite                                                                                                             |
| <b>Portlandsement ishlab chiqarish</b>                                | xo'l va quruq usullarga asoslangan maydalash, unlash, kuydirish kabi ko'p sonli jarayonlar yig'indisi.                                                                               | Multi-stage processes of grinding, mixing, firing on the basis of dry and wet methods                                                                                      |

|                                                            |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Portlandsement klinkerini kuydirish pechlari</b>        | Aylanma va shaxtali pechlar                                                                                                                                                              | Rotary and shaft kiln                                                                                                                                           |
| <b>Sement (cement)</b>                                     | Klinker va gipsning mayin tuyish orqali olinadi.                                                                                                                                         | Cement is produced by fine grinding of clinker and gypsum.                                                                                                      |
| <b>Portlandsementni qotishi (Solidification of cement)</b> | Uch bosqichli gidratasiya jarayonlari - eritish, kolloidlar hosil qilish va jipslashish jarayonlari                                                                                      | Three-stage process of hydration consists of dissolution, colloidization and solidification processes.                                                          |
| <b>Portlandsement korroziyasi</b>                          | Sementdan yasalgan buyumlarning suv va minerallashgan mahsulotlar - suv, tuz eritmasi, kislota va organik birikmalar taʼsirida yemirilib oʻz shaklini qisman yoki butunlayin yoʻqotishi. | Partial or complete loss of form of cement products under the influence of water and mineral substances – water, salts solutions, acids and organic substances. |
| <b>Keramika</b>                                            | Grekcha ceramice (yunoncha ceramos) – tuproq                                                                                                                                             | From ancient Greek (ceramos) - clay                                                                                                                             |
| <b>Keramika materiali</b>                                  | Tabiiy tuproq yoki tuproq bilan turli minerallar aralashmasidan hosil qilingan loyni pishitib, quyib, quritib va keyin qattiq qizdirib hosil qilingan mahsulot                           | The product of high temperature calcination of a mixture of natural clay and other minerals                                                                     |
| <b>Olovbardosh buyum</b>                                   | Keramika texnologiyasi boʻyicha ishlab chiqarilgan, oʻtxona va pechlar qurishda ishlatiladigan, olovbardoshligi 1580°S dan kam boʻlmagan keramika buyumi.                                | The product obtained by ceramic technology and used in the furnaces and high temperature furnaces construction, it's fire resistance not less than 1580°C       |
| <b>Qurilish keramikasi</b>                                 | Oddiy tuproq yoki tuproq bilan maxsus qoʻshilmalardan yasalgan, yuqori haroratda ishlov berish yoʻli bilan olingan va qurilishda devor kabilarni yasash uchun xizmat qiladigan mahsulot. | The high-temperature product of the calcination of clay or mixture of clay and special additives used in construction.                                          |

|                                              |                                                                                                                                                |                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Texnika keramikasi buyumi</b>             | Keramika texnologiyasi asosida yasalgan o'tkazgich, yarim o'tkazgich, izolyator, maxsus xossalari (magnit, optik, elektrik) buyum va boshqalar | A conductor, semiconductor, insulator or a product with special properties (magnetic, optical, electrical) obtained by ceramic technology. |
| <b>Maishiy-xo'jalik keramik materiallari</b> | Keramika texnologiyasi bo'yicha gil, kaolin, kvars va dala shpati aralashmasidan olingan chinni va sopol kabi nafis mahsulotlar                | Thin ceramics obtained by ceramic technology from clay, kaolin, quartz and feldspar                                                        |
| <b>Qurilish keramikasi mahsulotlari</b>      | Mayda va yirik donalik keramika massalari asosida olingan va qurilishda ishlatishga mo'ljallangan g'isht va cherepisa kabi materiallar.        | Materials like bricks and tiles obtained from fine and coarse ceramic mass                                                                 |
| <b>Devorbop keramika buyumi</b>              | Oddiy tuproqdan yasalgan, yuqori xaroratda ishlov berish yo'li bilan olingan va devor yasash uchun xizmat qiladigan mahsulot.                  | The product made by firing from ordinary clay and used for construction of walls and partitions.                                           |
| <b>Effektiv g'ovak keramika</b>              | Keramzit, agloporit, graviy kabi g'ovak keramika materiallari                                                                                  | Ceramic porous materials, such as expanded clay, agglomerite, gravel                                                                       |
| <b>Yumshoq nafis keramika</b>                | Yarim chinni, qattiq fayans, tuproqli fayans, ohakli fayans, mayolika, sanitariya-qurilish va sanitariya-texnika buyumlari.                    | Semi porcelain, hard ware, clay ware, lime ware, majolica, sanitary construction and sanitary ware.                                        |
| <b>Qattiq nafis keramika</b>                 | Xo'jalik, dekorativ va elektrotexnika chinnisi, titan-magnezial va boshqa maxsus massalar.                                                     | Household, decorative, electrical porcelain, titanium-magnesia and other special masses                                                    |
| <b>Chinnining asosiy xususiyatlari</b>       | Nafisligi, tiniq rangli bo'lishi, jarangliligi, toshlardek pishiqligi, suv shimmasligi va jilvalanishi.                                        | Thin, pure color, clear, stone, dense-sintered, waterproof.                                                                                |

|                                        |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Chinni</b>                          | Kaolin, o'tga chidamli tuproq, dala shpat iva qumdan tashkil topgan, termik ishlov berilgan, zich, mustaxkam, kimyoviy muhitlarga bardoshli bo'lgan material.                                                     | The material obtained by heat treatment of kaolin, refractory clay, feldspar and sand mixture, it's dense, durable, chemically resistant. |
| <b>Qattiq chinni</b>                   | Massa sopolagi 135 <sup>0</sup> gradusli haroratda zichlashadi.                                                                                                                                                   | The mass is sintered at a temperature of 135 <sup>0</sup> degrees.                                                                        |
| <b>Yumshoq chinni</b>                  | Massa sopolagi 1250-1280 gradusli haroratda zichlashadi.                                                                                                                                                          | The mass is sintered at a temperature of 1250-1280 degrees.                                                                               |
| <b>Tabiiy shisha</b>                   | Tabiatda ro'y beradigan tabiiy hodisalar natijasida hosil bo'lgan, obsidian va vulqon shisha nomi bilan yuritiluvchi shaffof jins.                                                                                | Transparent body called obsidian or volcanic glass, formed in nature under the natural processes influence.                               |
| <b>Sun'iy shisha</b>                   | Qum, soda, selitra kabi xom-ashyolar aralashmasini eritish va tez sovutish yo'li bilan olingan amorf material.                                                                                                    | The amorphous material obtained by melting and fast cooling of the batch of sand, soda ash, ammonium nitrate and other raw materials.     |
| <b>Shisha</b>                          | Kimyoviy tarkib va qotish temperaturasi bog'liqsiz ravishda yuqori harorat ta'sirida hosil qilingan eritmani o'ta sovutish orqali olinadigan qattiq jismlarning hossalari qabul qilinadigan barcha amorf jismlar. | Amorphous solids obtained by quenching the melt irrespective of the chemical composition and the solidification temperature.              |
| <b>Shishasimon xolat xususiyatlari</b> | Izotrop, issiqlikdan kengayish qiymati past, kichik elektr o'tkazuvchanligi, ma'lum erish temperaturasi yo'q, shartli beqaror.                                                                                    | Isotropic, small coefficient of thermal expansion, low conductivity, without a specific melting point, an unstable state.                 |

## VII.ADABIYOTLAR RO'YXATI

### MAXSUS ADABIYOTLAR

1. D.R. H. Jones, Michael F. Ashby. Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing. Fourth Edition. Elsevier, UK, 2012. -576 p.
2. William D.Callister, Jr., David G.Rethwisch. Materials Science And Engineering. An Introduction. Eight Edition. USA, Wiley, 2010. -1000 p.
3. Introduction to Nano. Editors: Amretashis Sengupta, Chandan Kumar Sarkar. USA. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 2015. ISBN 978-3- 662-47314-6.-226 p.
4. Zhen Guo, Li Tan. Fundamentals and Applications of Nanomaterials. USA. Artech House, 2009. -249 p.
5. Krishan K. Chawla. Composite Materials. Science and Engineering. Third Edition. Springer Science, New York-London, 2012. -542 p.
6. Rowell R.M. Handbook of wood chemistry and wood composites. CRC Press. 2012, –703 p.
7. Jeremy Ramsden Nanotechnology, Second Edition: AnIntroduction (Micro and Nano Technologies) 2nd Edition, Elsevier, 2011, 272 p.
8. Guozhong Cao, Ying Wang Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications and Edition, Imperial College Press, 2010, 596 p.
9. David Rickerby Nanotechnology for Sustainable Manufacturing, Taylor and Fransis, 2014, 283 p
10. ПулЧ.,Оуэнс.Ф.Мир материалов и технологий.М.:Техносфера, 2004.— 265 с.
11. Charles P. Poole, Frank J. Owens Introduction to Nanotechnology, John Wiley and Sons, 2003, 388 p.
12. Linda Williams, Wade Adams, Nanotechnology Demystified, McGraw-Hill, 2007, 343 p.
13. L.Uilyams,V.Adams. Nanotexnologii beztayn, Mc Graw-Hill, 364
- 14.. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию: Учебное пособие (пер. с японского). – М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2005. – 374 с.
15. Said Salaheldeen Elnashaie, Firoozeh Danafar, Hassan Hashemipour Rafsanjani Nanotechnology for Chemical Engineers, Springer, 2015, 278 p.
16. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса, Москва, 2002.
17. П. Харрис. Углеродные нанотрубы и родственные структуры, Москва, 2003.
18. Нанотехнологии-Азбука для всех. Под ред. Ю. А. Третьякова, - М. Физматлит, 2008, 368 с.
19. T.Pradeep Nano: the essentials. Understanding Nanoscience and Nanotechnology. McGraw-Hill, 2007.-432 p.

20. Словар нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов  
Под ред. С.В. Калюжного.-М.: Физматлит, 2010. -528 с.
21. Roger M. Rowell. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. CRC  
Press; 2 edition; 2012, 703 p. ISBN-13: 978-1439853801.
22. Harold A. Wittcoff, Bryan G. Reuben, Jeffery S. Plotkin. Industrial Organic  
Chemicals. UK, 2008.848 r.ISBN-10: 0470537434.
23. Donald G. Baird, Dimitris I. Collias. Polymer Processing:Principles and  
Design, 2nd Edition, USA, 2014. ASIN: B010WF8PF4
24. LangR.W.Wood worker's Guideto Sketch Up (DWD-ROM). USA, 2015.
25. Тялина Л.Н., Минаев А.М., Пручкин В.А. Новые композиционные  
материалы. Учебное пособие. Тамбов: ГОУ ВПО ТГТУ,2011.-82 с.
26. Шевченко А.А. Физикохимия и механика композиционных материалов.  
– М. : Профессия, 2010. – 224 с.
27. Нано и биоконпозиты под ред. А. К.-Т. Лау, Ф. Хуссейн, Х. Лафди ; пер.  
с англ. - М. :БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 390 с

### Internet resurslar

- 1 [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)29.
- 2 doi:10.3390/ma7031927
- 3 [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com)
- 4 <http://wiley.com>
- 5 www.Ziyonet. Uz
- 6 Infocom.uzelektronjurnali:www.infocom.uz
- 7 <http://link.springer.com/article>