

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

M.N.YUSUPOVA, A.A.ISMATOV

KERAMIKA VA OLOVBARDOSH MATERIALLAR TEXNOLOGIYASI

*Toshkent kimyo-texnologiya instituti Ilmiy Kengashi
tomonidan texnika oliy o'quv yurtlari talabalari
uchun darslik sifatida tavsiya etilgan*

TOSHKENT – 2011

UDK: 666.3 (075)

BBK 35.41я73

Y91

Y91 M.N.Yusupova, A.A.Ismatov Keramika va olovbardosh materiallar texnologiyasi. –T.: «Fan va texnologiya», 2011, 396 bet.

ISBN 978-9943-10-513-3

Darslikda keramika va olovbardosh materiallarning ta'rifi va xossalari, ishlab chiqarish texnologik usullari, jarayonlari, quritish, kuydirish, pishish haqida ma'lumot berilgan. Qurilish keramikasi materiallari ishlab chiqarishda ishlatiluvchi xomashyoning turlari, devorbop materiallarning effektiv turlarini ishlab chiqarish uchun qo'shimcha materiallar, koshinlar, cherepitsa, kanalizatsiya quvurlari ishlab chiqarish texnologiyasi, olovbardosh materiallar sanoati, olovbardosh materiallarni struktura tuzilishi va ishlatilishiga ko'ra tasniflanishi, xomashyo materiallarning turlari, olovbardosh material va aralashmalar, texnik keramika va maishiy-xo'jalik keramika texnologiyasining nazariy va amaliy asoslari keltirilgan.

Kitob besh bo'limdan iborat bo'lib, uning birinchi va ikkinchi bo'limlarida keramika mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyasi asoslari va qurilish keramikasi ishlab chiqarish texnologiyasi yoritilgan. Kitobning uchinchi - beshinchi bo'limlari texnika keramikasi, maishiy-xo'jalik keramikasi va olovbardosh materiallar ishlab chiqarishga bag'ishlangan.

Kitob oliy o'quv yurtlarining kimyo, kimyoviy texnologiya va qurilishga oid yo'nalishlari va ixtisosliklarini o'zlashtiruvchi talabalar uchun mo'ljallangan. Undan ilmiy mutaxassislar, ishlab chiqarishdagi muhandis va texnik xodimlar ham foydalanishlari mumkin.

UDK: 666.3 (075)

BBK 35.41я73

ISBN 978-9943-10-513-3

© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2011.

«Keramika va olovbardosh materiallar texnologiyasi» faniga bag‘ishlangan ushbu kitobda silikat sanoatining yirik sohasi – keramika va olovbardosh materiallar ishlab chiqarish texnologiyasi haqida so‘z yuritiladi. Unda sistematik ravishda keramika va olovbardosh materiallar ta‘rifi va tarkibi, klassifikatsiyasi va xossalari, ularning asosiy mahsulotlari – qurilish g‘ishti, plitka, cherepitsa, quvur, sopol, chinni, olovbardosh material, texnika keramikasi mahsuloti, issiqlik himoyalovchi keramika kabi material va buyumlar ishlab chiqarish texnologiyasining asoslari haqida ma’lumotlar keltiriladi. Kitobda mahsulotlar ishlab chiqarishning qisqacha tarixi, mahsulot xomashyosi, xomashyo va mahsulotlarning asosiy xususiyatlari va ishlatilishiga oid ma’lumotlar berilgan.

Shuning uchun ham «Keramika va olovbardosh materiallar texnologiyasi» fani silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar texnologiyasi yo‘nalishi va mutaxassisleri bo‘yicha kadrlar tayyorlovchi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining oliy o‘quv yurti o‘quv rejasidan mustaqil fan sifatida o‘rin egallagan.

Ushbu kitob oliy o‘quv yurti «Kimyoviy texnologiya» (Keramika materiallar ishlab chiqarish bo‘yicha) yo‘nalishi bakalavriatura talabalari uchun yozilgan bo‘lib, unda «Keramika va olovbardosh materiallar texnologiyasi» ixtisosliklariga taalluqli materiallar birinchi marotaba o‘zbek tilida yoritilgan.

Kitobda eng muhim keramika materiallari va mahsulotlarining tarkibi va xomashyosi, olinish yo‘llari, umumiy xossalari hamda ishlatilishiga oid asosiy ma’lumotlar bayon etilgan. Shuningdek, ishlab chiqarish jarayoniga oid nazariy masalalar, silikat materiallarining serquyosh Respublikamizda ishlab chiqarishga oid ma’lumotlar ham qisqacha yoritilgan.

Kitob shartli ravishda besh qismdan tashkil topgan. Birinchi va ikkinchi qismlarda keramika va olovbardosh materiallar texnologiyasi asoslari va qurilish keramikasi ishlab chiqarish texnologiyasiga oid umumiy masalalar qisqacha tarzda yoritilgan. Keyingi bo‘limlarda esa materiallarning xossalari va olinish yo‘llaridagi farqlarga asoslangan

keramika texnologiyasining uch qismi – texnika keramikasi, maishiy-xo‘jalik keramikasi va olovbardosh buyumlarni ishlab chiqarish alohida bayon etilgan.

Mazkur kitobni nashrga tayyorlashda foydali maslahatlar, tanqidiy fikr-mulohazalar bildirgan t.f.d., prof. S.M.Turobjanov , t.f.d., prof. R.I. Abdullayeva va k.f.d., prof. Z.R. Qodirovalarga mualliflar samimiy minnatdorchilik bildiradi.

Kitob birinchi bor nashr qilinayotganligi sababli foydalanuvchilarning quyidagi adresga yuborilgan barcha tanqidiy mulohaza, istak va fikrlari mamnuniyat bilan qabul qilinadi: Toshkent, Navoiy ko‘chasi, 32, ToshKTI.

BIRINCHI QISM. KERAMIKA MAHSULOTLARI ISHLAB CHIQUARISH TEXNOLOGIYASI ASOSLARI

1- bob. KERAMIKA MATERIALLARINING TARKIBI, TASNIFLANISHI VA XOSSALARI

1-§. Keramika materiallari kimyoviy tarkibi, mikrotuzilishi va g'ovakligi

Keramika so'zi grekcha keramike – kulol san'ati ma'nosini anglatadi. U aslida yunoncha keramos – tuproq, sopol, kuydirilgan gil so'zidan kelib chiqqan va xalq xo'jaligining barcha sohalarida keng ishlatiladigan buyum va materiallar qatoriga kiradi. Xo'jalikning turli idishlari (piyola, kosa, lagan, choynak va boshqalar), qurilishning turli materiallari (g'isht, cherepitsa, quvurlar, koshinlar, skulptura detallari), texnika, temir yo'l, suv va havo transportlarida keng qo'llaniladigan ko'pgina detallar keramikadan yasaladi.

Keramika materiallarining kimyoviy tarkibi turli-tuman. Unga asosan silikatlar va oksidlar, qisman metallar kiradi (1-jadval).

**Keramika sohasi mahsulotlarida keng uchraydigan faza
(birikma, mineral) lar strukturasi, zichligi va erish temperaturasi**

1-jadval

Sinf-lar	Formulasi	Kristall strukturasi	Mineral nomi	Zichligi, ρ , g/sm ³	Erishi, Tm, °S
Silikat-lar	$Al_6Si_2O_{13}$	Rombik	Mullit	3,16	1910
	$ZrSiO_4$	Tetragonal	Sirkon	4,66-4,70	Parch. 1676
	$MgSiO_3$	Rombik	Enstatit	3,10-3,30	1557
	$MgSiO_4$	Rombik	Forsterit	3,22	1890
	$CaSiO_3$	Triklin	Vollastonit	2,92	1544
	$LiAlSiO_4$	Geksagonal	Evkriptit	2,67	1388
	$LiAlSi_2O_6$	Monoklin	Spodumen	2,37	1380
	$Mg_2Al_4Si_5O_{18}$	Rombik	Kordierit	2,57-2,66	

	$\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$	Tetragonal	Gelenit	3,04	1590
	$\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$	Tetragonal	Akermanit	2,95	1458
	KAlSi_3O_8	Monoklin	Sanidin	2,57	1170
	KAlSi_3O_8	Monoklin	Adulyar	2,57	1170
	KAlSi_3O_8	Triklin	Mikroklin	2,55	1170
	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	Triklin	Albit	2,61- 2,625	1118
	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	Triklin	Anortit	2,74- 2,765	1558
	$\text{SrAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	Triklin	—	3,12	
	$\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	Geksagonal	—	3,30	1715
	$\text{K}_2\text{MgSi}_5\text{O}_{12}$	Kub	—	2,40	1089
	$\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$	Tetragonal	—	3,04	
	$\text{KMg}_3\text{Si}_3\text{AlO}_{10}\text{F}_2$	Monoklin	Flogopit	2,85	
	$\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$	Monoklin	Diopsid	3,275	1391
	$\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$	Monoklin	Gedenbergit	3,538	
	$\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$	Monoklin	Akmit	3,584	990
	$\text{NaAlSi}_2\text{O}_8$	Monoklin	Jadiet	3,3-3,5	
	$\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	Kub	Pirop	3,51	Eruvh. 4
	$\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	Kub	Almandin	4,32	Eruvh. 3
	$\text{Mn}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	Kub	Spessartin	4,18	1200
	$\text{Ca}_3\text{Cr}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	Kub	Uvarovit	3,78	Eruvh. 7
	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	Kub	Grossulyar	3,53	Eruvh. 5
	$\text{Ca}_3\text{Al}_7\text{Si}_3\text{O}_{12}$	Kub	Andradit	3,83	
Oksid- lar	Li_2O	Flyuoritsimo n, kub	—	2,01	Yuqori 1625
	Cu_2O	Flyuoritsimo n, kub	Kuprit	5,975	1235
	BeO	Geksagonal	Bromeplit	3,02	2440
	MgO	Galitsimon, kub	Periklaz	3,56-3,58	2800- 2825
	CaO	Galitsimon, kub	Ohak	3,32	2570
	ZnO	Geksagonal	Sinkit	5,66	1670
	MnO	Kub	Manganozit	5,36	1780
	FeO	Galitsimon, kub	Vyustit	5,50	1370
	NiO	Galitsimon,	Bunzenit	6,80	2000

		kub			
	SrO	Galitsimon, kub	—	4,75	2450
	BaO	Galitsimon, kub	—	5,72	1820
	CdO	Galitsimon, kub	—	8,15	~1000
	PbO	Tetragonal	Glyot	9,13	870-888
	PbO	Rombik	Massikot	9,56	870
	CuO	Monoklin	Tenorit	6,45	1100
	B ₂ O ₃	Angidritsimon, kub	—	1,805	294
	Al ₂ O ₃	Geksagonal	Korund	3,97	2050
	Cr ₂ O ₃	Geksagonal	—	5,20	2275
	Fe ₂ O ₃	Geksagonal	Gematit	5,20	1350
	Bi ₂ O ₃	Monoklin	Bismit	9,20	860
	Fe ₃ O ₂	Shpinelsimon, kub	Magnetit	5,17	1590
	SiO ₂	Trigonal.	Kvarts	2,65	1713
	SiO ₂	Geksagonal	Tridimit	2,27	1713
	SiO ₂	Kub	Kristobalit	2,27-2,35	1713
	SiO ₂	Tetragonal	Kitit	2,50	Bark. 1100
	SiO ₂	Monoklin	Kousit	3,01	Bark. 1700
	SiO ₂	Trigonal	Xaltsedon	2,55-3,63	1713
	TiO ₂	Tetragonal	Rutil	4,23	1825-1860
	TiO ₂	Tetragonal	Anataz	3,90	1825-1860
	TiO ₂	Rombik	Brukit	4,14	1825-1860
	ZrO ₂	Monoklin	Baddeleit	6,27	2700
	P ₂ O ₂	Geksagonal	—	2,28-2,32	580
Metal-lar	Fe	Kub	Temir	7,87	1535
	Cu	Kub	Mis	8,95	1083
	Ag	Kub	Kumush	19,30	961
	Au	Kub	Oltin	19,30	1062
	S	Rombik	Oltingugurt	2,07	113

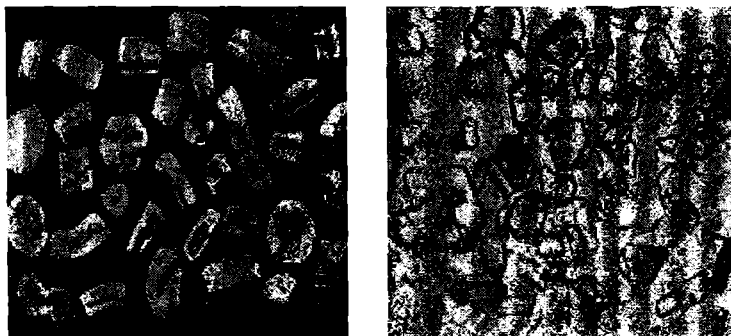
	P	Kub	Fosfor	1,84	44
	C	Geksagonal	Grafit	2,27	3800
	C	Kub	Almaz	3,51	3800
	Se	Trigonal	Selen	4,79	220
	I	Rombik	Iod	4,93	113,5

Keramika sanoati keng tarmoqli, rivojlangan soha bo'lib, u xalq xo'jaligining turli bo'limlarida ishlatiladi. Keramika materiallarining davlat andozalari talablariga javob beradigan darajada ishlab chiqarishda materiallarning xossalarini turli usullarda aniqlash va talab darajasida ushlab turish muhim omildir. Keramika materiallarining asosiy xossalaridan biri uning mikrotuzilishidir. Chunki keramika materiallarining har qanday xossasiga, eng avvalo, uning mikrotuzilishi ta'sir etadi. Mikrotuzilishga ko'ra keramika xomashyolari va mahsulotlari bir fazali (1-rasm) yoki ko'p fazali (2-rasm) bo'lishi mumkin.

1-rasmning chap tomonida $Al_4[Si_4O_{10}][OH]_8$ yoki $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ formulali tarkibga ega bo'lgan kaolinit (kauling Xitoy tilida baland tog' ma'nosini anglatadi) kristallarining qiyofasi keltirilgan. Unda bir fazadan tashkil topgan ikki qiyofani ko'rishimiz mumkin. Birinchi qiyofa o'lchami 1 mm gacha bo'lgan va birmuncha to'g'riroq tuzilgan plastinkachasimon zarrachalarga xos bo'lsa, ikkinchi qiyofa-yomg'ir chuvalchangini eslatuvchi egri ustunsimon kristall parchalari holiga to'g'ri keladi. Uning ayrim tangachalari va plastinkalari ko'proq geksagonal, kamroq rombik va trigonal singoniyalarga xos bo'lgan qiyofalarni eslatadi. So'z yuritilayotgan rasmning o'ng tarafida esa kaolinit guruhiga taalluqli polimorf modda dikkat $Al_4[Si_4O_{10}][OH]_8$ ning kristallari ko'rsatilgan. U ko'pincha diametri millimetrlarning o'ndan bir ulushiga to'g'ri keladigan geksagonal qiyofadagi plastinkachasimon shaffof kristallardan tashkil topgan bo'ladi.

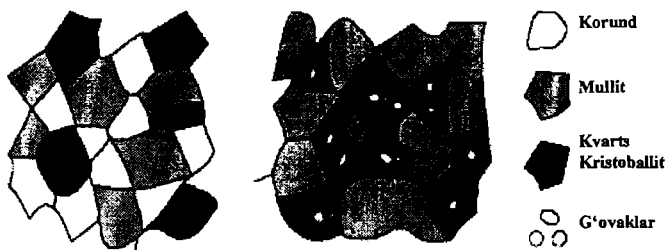
2-rasmda shishasimon (amorf) fazadan holi bo'lgan ko'p fazali keramikaning mikrotuzilishiga oid qiyofalardan namunalar keltirilgan. Chap tarafdagi rasmda g'ovaklardan holi bo'lgan, korund – $\alpha - Al_2O_3$, mullit $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ va kvarts – SiO_2 aralashmasidan tashkil topgan, ideal zichlashgan polikristall ko'rinishi berilgan. O'ng tomondagi rasmda esa g'ovak (gaz) li polikristall g'ovaklarning asosan kvarts yoki kristobalit bo'lakchalarida joylashganligini yaqqol ko'rish mumkin.

Bunday shakllar asosan sopol va chinni , shamot va yuqori glinozyomli sopolaklari uchun xarakterlidir.



1-rasm. Tuproqsimon minerallar - kaolinitning 20 marta kattalashtirilgan qurtssimon va dikkitning 200 marta katta qilib ko'rsatilgan kristallchalari ko'rinishi.

Shunday qilib, tuzilish deganda kristall, shishasimon (amorf) va gaz holatdagi (ya'ni g'ovaklar) fazalarni fizik-kimyoviy tabiati, ularni miqdoriy nisbatlari tushuniladi. Masalan, nafis va sanitar-texnik keramika uchun talab etiluvchi zichlik va mustahkamlik ma'lum miqdordagi kam g'ovakli shishasimon fazani kristall fazalar (kvarts, korund va mullit) oralig'ida bir tekisda taqsimlanishiga bog'liq. Bu talablar, shuningdek, radiokeramika va elektr himoyalovchi buyumlarga ham tegishli.



2-rasm. Ko'pfazali polikristall moddalarning mikrostrukturali tuzilishi.

Yuqori temperaturada ishlovchi keramik materiallar (olovbardosh buyum, vakuum va elektron keramikasi) uchun shishasimon fazaning minimal miqdori talab etiladi. Keramika materiallarini tuzilishini nazorat etish uchun bir qator fizik-kimyoviy usullardan foydalaniladi.

Dastlab xomashyo va tayyor mahsulotning tozaligi va kimyoviy tarkibi miqdoriy kimyoviy analiz usuli yordamida aniqlanadi. Rentgenofazaviy tekshirish usuli kristall fazalarning tabiati va miqdorini aniqlaydi. Termik va yuqori temperaturali rentgenofazali tekshirish isitish jarayonida kristall fazalarni hosil bo'lish va o'tish temperaturalarini aniqlaydi. Shishasimon fazalarni hosil bo'lishi ularning kristall fazalar orasida taqsimlanishini petrografiya usullarini qo'llab o'rganishni afzal ko'radi, chunki ular rentgenoamorfdir.

Barcha keramika materiallardagi mavjud g'ovaklar hajmi, o'lchami va taqsimlanish tabiati ularning bir qator xossalriga ta'sir etadi. Masalan, g'ovaklar o'lchami keramikaning mustahkamligiga; suv bilan to'lgan g'ovaklar hajmi qurilish g'ishtining sovuqqa chidamliligini, g'ovaklarning hajmi va taqsimlanishi qurilish va issiqlik himoyalovchi keramikaning issiqlik o'tkazuvchanligi, olovbardosh materiallar uchun shlaklarga chidamliligini belgilaydi.

G'ovaklar formasiga ko'ra quyidagi guruhlariga bo'linadi:

a) berk g'ovaklar – suyuq va gazsimon moddalar kira olmaydigan g'ovaklar;

b) bir uchi berk g'ovaklar – suyuq va gazsimon moddalar bilan to'luvchi, lekin keramikaning o'tkazuvchanligiga ta'sir etmaydigan g'ovaklar;

d) kanalsimon g'ovaklar – ya'ni ikkala uchi ochiq g'ovaklar.

Keramika materiallarining ko'rsatilgan g'ovakligi quyidagi ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi:

1. Zichlik (haqiqiy) γ_x g/sm³, ya'ni 1sm³ material massasi, g'ovaklarsiz.

2. Tuyuluvchan zichlik γ_t g/sm³, ya'ni 1 sm³ material massasi, g'ovaklarni hisobga olganda.

3. Haqiqiy g'ovaklik Π_x – ochiq va yopiq g'ovaklarning umumiy hajmi, materiallarning umumiy hajmiga % hisobida.

4. Tuyuluvchan yoki ochiq g'ovaklik Π_t – qaynatilganda suv bilan to'luvchi g'ovaklar hajmi, materialning umumiy hajmiga % hisobida.

Yopiq g'ovaklilik

$$\Pi_{yo} = \Pi_x - \Pi_t$$

5. Suv yutuvchanlik V – material qaynatilganda, g'ovaklarni to'ldiruvchi suvning og'irlik miqdori, quruq materialga % hisobida.

U holda, haqiqiy g'ovaklik

$$\Pi_n = \frac{\gamma_x - \gamma_t}{\gamma_x} \cdot 100 = 1 - \frac{\gamma_x - \gamma_y}{\gamma_x} \cdot 100$$

Tuyuluvchan g'ovaklik

$$\Pi_t = V \cdot \gamma_x$$

6. Nisbiy zichlik, tuyuluvchan zichlikning haqiqiy zichlikka nisbati

$$\gamma_t / \gamma_x \text{ yoki } \gamma_t / \gamma_x \cdot 100\%$$

Keramika materiallarining g'ovakligi g'ovaklik koeffitsiyenti bilan baholanadi. Bu koeffitsiyent ma'lum bosim oralig'ida namunaning berilgan quruqligi va maydonda vaqt birligi ichida o'tuvchi gaz yoki suyuqlikning miqdorini ko'rsatadi.

2-§. Keramika buyumlarining tasniflanishi

Keramika buyumlari va materiallari qo'llanish sohasi, xossalari, asosiy ishlatiladigan xomashyosi va fazaviy tarkibiga ko'ra tasniflanadi. Xomashyo tarkibi va keramika buyumlarini kuydirish haroratiga ko'ra, ular 2 sinfga ajraladi: butunlayin (to'liq) pishgan, zich, kesimi yaltiroq va suv yutuvchanligi 0,5 % dan kam bo'lgan keramika va g'ovakli, qisman pishgan va suv yutuvchanligi 15 % gacha bo'lgan keramika (2-jadval).

Keramika buyumlarining klassifikatsiyasi

2-jadval

Vazifasi	Keramika turi	Xomashyosi	Buyumi va pishishi, °S
Suv yutuvchanligi 15% gacha va qisman pishgan serkavak buyumlar sinfi			
Qurilish keramikasi: Devorbop materiallar	Yuqori g'ovakli, yirik donali	Tuproq, qum va boshqa kengayuvchan materiallar	Loytuproq g'ishti va ichi kavakli (teshikli) bloklar (toshlar), 950–1150
Tombop materiallar	Yuqori g'ovakli, yirik donali	Tuproq, qum	Cherepitsa, 950–1150
Pardozlash materiallari	Yuqori g'ovakli, yirik donali	Yopishqoq tuproq, shamot, kvarts qumi, dala shpati, talk,	Tashqi pardozlash plitkalari va bloklari, terrakota, metlax plitkasi, mozaikali va

		kaolin	sirlangan fayansli plitkalar, 1000–1200
Sanitariya texnika buyumlari	Fayans, yarimchinni	Tuproq, kaolin, kvartslı qum	Sanitariya uzellari jihozlari, 1150–1250
Maishiy va badiiy deko- rativ keramika	Fayans, yarimchinni, mayolika	Tuproq, kaolin, kvarts qumi, dala shpati	Oshxona va choyxona idishlari, badiiy deko- rativ buyumlar, 1100– 1250
Olovbardosh keramika	Kremnezemli, alyumosilikatli, magnezialli, xromitli, sirkonli, karbonli, oksidli, kislorodsiz va boshqa	Olovbardosh tuproq, kaolin, shamot, kvartsitlar, ohak, dolomit, magnezit, yuqori olovbardosh oksidlar, nitridlar, karbidlar va boshqalar	Pechlar va o'txonalar qurishda ishlatiladigan g'ishtlar, bloklar, ohanjamador buyumlar, 1350–2000
Suv yutuvchanligi 0,5% dan yuqori bo'lmagan va batamom pishgan zich zarrachali buyumlar sinfi			
Texnika keramikasi: elektr texnika buyumi (sanoat va yuqori chastotali tok uchun)	Mullitli, korundli, steatitli, kordieritli, toza oksidli, elektr chinnisi	Tuproq, kaolin, andaluzit, glinozoyem, dala shpati, sirkon silikati va boshqalar	Izolatlar, termo- paralar g'ilofi, vakuum zichlanuvchi kolbalar, o'txonalar uchun issiqqa bardosh qismlar, 1250–1450
Kislota bardoshli keramika	Toshsimon, kislota bardosh chinni	Oqarib pishadigan tuproq va kaolin, kvarts, dala shpati, shamot, qiyin eruvchan gillar	Kislota va ishqor saqlanuvchi idishlar, kimyo korxonalarining apparatlari, oshxona va choyxona idishlari, dekorativli buyumlar, 1250–1300
Maishiy xo'jalik va badiiy	Qattiq va yumshoq xo'jalik chinnisi	Oqarib pishadigan tuproq va	Oshxona va choyxona idishlari (lagan, kosa, choynak, tarelka,

dekorativli keramika		kaolin, kvarts, dala shpati	piyola, vaza va boshqalar), statuet- kalar, 1300–1450
Sanitariya- qurilish keramikasi buyumlari	Past haroratda pishuvchi chinni	Tuproq, kaolin, kvarts qumi, dala shpati	Rakovina, unitaz, yuvinish stollari va boshqa buyumlar, 1250–1300

Fan va texnikada yana dag'al va nafis keramika deb ataluvchi tasniflash ham mavjud. Dag'al keramika strukturasi yirik, tarkibi bir xil bo'lmagan donachalardan tashkil topgan bo'lib, ularga qurilish va shamot g'ishti kabi buyumlar kiradi. Nafis keramika bir xil tarkibli, mayda donachali va sopalagining rangi o'ta bir turli bo'lib, ularga chinni va fayans buyumlari kiradi.

3-§. Keramika buyumlarining xossalari

Qattiq jismlar tashqi kuchlar ta'sirida, bu kuchning kattaligi va xarakteriga qarab o'z chiziqli o'lchamlari va shakllarini o'zgartiradilar. Jism tanasida deformatsiya yuzaga keladi va bu deformatsiyaning kattaligi qo'yilayotgan kuchning kattaligi va yo'nalishiga bog'liq. Materialga qo'yilayotgan kuch kuchayishi bilan unda hosil bo'luvchi deformatsiya ham kattalashadi va jism holati buziladi. Buzilish ta'sir etayotgan tashqi kuch jism strukturasi elementlari orasidagi bog'lar kuchidan oshganda sodir bo'ladi.

Kristall moddalarning atomlararo bog'larini kattaligini hisoblaganda nazariy mustahkamliklari taxminan $1-10 \times 10^5 \text{ kg/sm}^2$ ga teng.

Keramika materiallarining mustahkamligi bulardan kam, 10^2 dan 10^4 kg/sm^2 oralig'ida. Mustahkamlikni bunday pasayishi kristall panjaradagi defektlarga (qo'shimcha va aralashmalar, dislokatsiya, g'ovaklar, boshqa faza qo'shilishi va hokazo) bog'liq. Bundan tashqari keramika materiallari yuzasida mikrodarzlar hosil bo'ladi, (Griffits darzlari), bu darzlar tashqi kuch ta'sirida kattalashib, materialni to'liq buzilishiga olib keladi. Griffits darzlari keramika materiali hosil bo'lish jarayonida yuzaga keladi.

Keramika materiallarining mustahkamligi ezishga, egishga, burashga, cho'zishga bo'lgan mustahkamliklar bilan baholanadi. Bulardan ezish va egishga bo'lgan mustahkamlik ko'proq qo'llaniladi.

Ezishga bo'lgan mustahkamlik deb, namunaning ezishga bo'lgan maksimal kuchlanishiga bardoshligiga aytiladi va u kgs/sm^2 yoki kgs/

mm² da o'lganadi.

Ezishga bo'lgan mustahkamlik o'lchami va formasi GOST bo'yicha belgilangan namunalarda o'tkaziladi. Bu mustahkamlik qurilish keramikasi, olovbardosh materiallar, shuningdek, nafis va texnik keramika uchun o'tkaziladi. Ezishga mustahkamlikni aniqlashda namuna to'g'ri geometrik formaga ega bo'lishi, bosim tushayotgan yuza shliflangan, silliqlangan bo'lishi shart. Ezishga mustahkamlikni aniqlashda gidravlik presslardan foydalaniladi.

Aylana namuna uchun

$$\sigma_{\text{ezish}} = 4R/\pi d^2, \text{ kgs/sm}^2$$

To'g'ri to'rt burchakli namuna uchun

$$\sigma_{\text{ezish}} = R/a \cdot b, \text{ kgs/sm}^2$$

R—namunani ezgan bosim, kgs

d—diametr, sm (aylana namuna)

a, b—namunaning eni va qalinligi, sm.

Egishga mustahkamlikni aniqlash keramik materiallar uchun keng tarqalgan bo'lib, bunda namunaga qo'yilayotgan kuchlanishni, namunaning qarshilik ko'rsatish momentiga nisbati bilan o'lganadi. Egishga bo'lgan mustahkamlik kgs/sm² da ifodalanadi.

To'g'ri to'rt burchakli namuna uchun

$$\sigma_{\text{egish}} = 3Ra/2 b h^2, \text{ kgs/sm}^2$$

Aylana namuna uchun

$$\sigma_{\text{egish}} = 8Ra/\pi d^4, \text{ kgs/sm}^2$$

b—to'g'ri to'rt burchakli namuna eni, sm

d—aylana namuna diametri, sm

Keramika materiallarining g'ovakligi va mustahkamligi, ularning turli sinf materiallariga taqqoslanish natijalari va ulardan yasalgan detallarning asosiy xossalari 3–5-jadvallarda keltiriladi.

Keramika materiallarining g'ovakligiga bog'liq mustahkamligi

3-jadval

Keramika materiali nomi	Tuyuluvchan g'ovaklik, %	Mustahkamlik chegarasi, kg/sm ²	
		Ezishga	Egishga
Qurilish g'ishti	15-20	75-200	15-30
Olovbardosh material:			
Oddiy	20-30	200-500	40-100
Zich	10-16	500-1000	100-200

Fayans	20	1000	250-300
Yarim chinni	10	1300-2500	250-400
Chinni	0,5-1	3000-5000	400-800
Korundli keramika (haqiqiy g'ovaklik)	6-3	4000-15000	1500-6000
Issiqlik himoyalovchi olovbardosh g'isht (tuyuluvchan zichlik)			
0,4-0,5	87-70	15-20	
1-1,3	60-50	40-60	-

Instrument (asbob) ishlab chiqarishda qo'llaniladigan turli sinf materiallarining xona haroratidagi xossalari (4-jadval) taqqosi shuni ko'rsatadi: keramikadan yasalgan detاللarning zichligi va egilishga mustahkamligi po'lat ko'rsatkichlaridan ancha kam, ammo olmos ko'rsatkichlariga yaqin. Siqilishga mustahkamlik va taranglik moduli esa keramika buyumlarining po'latga nisbatan ustunligidan dalolat beradi. Chiziqli issiqlikdan kengayish va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari ham keramikadan yasalgan detاللarning tez kesuvchan po'lat va qattiq qotishmalarga nisbatan ustunligidan dalolat beradi.

Turli davlat va firmalar tomonidan jahon bozoriga yetkazib beriladigan keramika massalaridan yasalgan yupqa plastinkaning fizik-mexanik xossalari (5-jadval) ning bu bobda keltirilishi talabalarda AQSh, Yaponiya, Germaniya, Rossiya kabi rivojlangan davlatlarda ishlab chiqarilayotgan keramika mahsulotlari sifati haqida tushunchaga ega bo'lishga yordam beradi.

Barcha moddalar elektr xossalariga ko'ra: metallar, yarim o'tkazgichlar va dielektrlarga bo'linadi.

Chinni va boshqa kerakli materiallarning dielektrik xossalari material va uni yuzasida elektr toki o'tishiga qarshilik, dielektrik yutuvchanlik, dielektrik yo'qotishlar bilan xarakterlanadi.

Chinni izolatorlarda ionli elektr o'tkazuvchanlik kuzatiladi, bu massaga dala shpati qo'shilishi natijasida material tarkibida natriy va kaliy ionlarini ko'pligi bilan ta'riflanadi.

**Instrument ishlab chiqarishda qo'llaniladigan turli sinf
materiallarining xona haroratidagi xossalari**

4-jadval

Xossasi	Tez kesuvchan po'lat	Qattiq qotishma	Oksidli va aralashma keramika	Nitridli kera- mika	Kubli BN	Polikris- talli olmos
Zichligi, g/sm ³	8,0-9,0	6,0-15,0	3,9-4,4	3,2-3,8	3,12	3,5
Vickers bo'yicha qattqlik, HV	700-900	1200-1800	1450-2100	1350-1600	3500	5000
Mustahkamlik, MPa:						
Egilishda	2500-4000	1300-3200	400-800	600-900	500-800	600-1100
Siqilishda	2800-3800	3500-6000	3500-5500	3000-4000	—	7600
Taranglik moduli, GPa	260-300	470-650	300-450	280-320	680	840
Chiziqli issiqlik kengayish koeffitsiyenti ($\alpha \cdot 10^6$), K ⁻¹	9-12	4,6-7,5	5,5-8,0	3,0-3,3	—	—
Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, Wt/(mxK)	15-48	20-80	10-38	20-35	—	—

Xona temperaturasida solishtirma elektr o'tkazuvchanlik v quyidagi oraliqda bo'ladi ($\text{om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$):

Metallarda $10^6 - 10^3$

Yarim o'tkazgichlarda $10^{-2} - 10^{-5}$

Dielektrlarlarda 10^{-6} va undan kichik.

Keramika materiallarining deyarli barchasi dielektrlar sinfiga kiradi. Keramika materiallarining dielektrik sifatida qabul qilinishi bir qator dielektrik xarakteristikalariga bog'liq. Bulardan asosiysi hajmiy va sirt yuza

**Turli davlat va firmalar tomonidan jahon bozoriga yetkazib
beriladigan keramika massalaridan yasalgan yupqa plastinkaning
fizik-mexanik xossalari**

5-jadval

Ishlab chiqaruvchi firma nomi	Markasi	Ol- ish usu- li	Tarkibi	Qattiqligi		Egishga bo'lgan mustahkam ligi, MPa
				HV, GPa	HRA	
Oksidli keramika						
«Soyuztverdosplav»	TsM-332	P	Al ₂ O ₃ + MgO >>>	–	91	300-350
Rossiya	VO-13	P	>>	–	91-92	400
	VSh-75	IP		–	91-92	500
«Feldmyulle» Germaniya	SN-56	P	>>	24	–	550
	SN-60	P	Al ₂ O ₃ + ZrO ₂	20- 24	–	440
	SN-80	P	>>	20- 24	–	500-600
«Krupp Vidia», Germaniya	Widalox G	--	Al ₂ O ₃ +ZrO ₂	17. 3	--	700
«Seko»Fransiya	SR-30	P	Al ₂ O ₃	21		700
«KarlXertel»Germa niya	AC5	P	Al ₂ O ₃	17	--	480
«Sandvik Koromant» Shvetsiya	CC620	--	Al ₂ O ₃ +ZrO ₂	16, 5		
«Tosiba Tungaloy» Yaponiya	LXA	--	Al ₂ O ₃	--		
«Sumitomo Elektrik» Yaponiya	W80	IIP	Al ₂ O ₃	24		700-800
«Nippon Texnikal Keramik» Yaponiya	CX3	IIP	>>		93.5	1110
	C1	P	>>		93-94	400-500
	HS1	IP	>>	--	94,5	600-700
«Nippon Tungsten» Yaponiya	NPC=H1	IIP	Al ₂ O ₃	24		
	XD3	--	Al ₂ O ₃ +ZrO ₂	–	93.2	800
«Dias» Chexiya	DISAL 100	IP	Al ₂ O ₃	24	--	400-500
	DISAL 210/220	IIP	Al ₂ O ₃ +ZrO ₂	24		450-500

«Valenayt» AQSh	V-34 V-44	IP VP	Al_2O_3 >>	--	94 93-94	690 713-775
«Kennametal» AQSh	KO60	P	>>	--	93.5	700-770
Aralash keramika						
«VNIITS» Rossiya	B3	IP	Al_2O_3+TiC	20-	93	650
	BOK-60	IP	Al_2O_3+TiC+ ZrO_2+HfO_2	22 20-	93	650
	BOK-63	IP	Al_2O_3+TiC+ ZrO_2+HfO_2	23	94	650-750
	BOK-71	IP	>>	20- 22.5 21- 22	93	650-750
«VNILash» Rossiya	OHT-20 (Kortinit)	IP	Al_2O_3+TiN	--	92- 94	≥650
«Feldmyulle»Germa niya	SH-1	IP	Al_2O_3+TiC	25	—	380
	SH-20	IP	>>	21		400
	SH-20F	IP	>>			
	SHT-1	IP	>>	30	--	650
«Krup Vidia» Germaniya	Widalox	IP	Al_2O_3+TiC	17.3-		650
	R	IP	Al_2O_3+TiC+ ZrO_2	18 15		700
	Widalox ZR	IP			≥94.	640
	Wiskerit		$Al_2O_3+ZrO_2+$	--	4	
«Sandvik Koromant» Shvetsiya	SS650	IP	Al_2O_3+TiC+ $TiN+ZrO_2$	18	--	400-500
	SS670	IP	Al_2O_3+TiC+ $TiN+ZrO_2$	—	—	
«TosibaTungaloy», Yaponiya	LX-21	IIP	Al_2O_3+TiC	--	—	--
«Sumitomo Elektrik», Yaponiya	NB90M	IIP	Al_2O_3+TiC	29		900
	NB90S	IIP	>>	30		950
«KarlXertel», Germaniya	MS-2	IIP	Al_2O_3+TiC	20	—	500
«NipponTexnikal Keramik», Yaponiya	NS-2	IP	Al_2O_3+TiC		94,5	700-800
«Nippon Tungsten», Yaponiya	NPC-A2	--	Al_2O_3+TiC		94	850
«Dias», Chexiya	DISAL- Z00	IIP	Al_2O_3+TiC	25	--	500

«Valenayt», AQSh	V-32	IP	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}$	--	94,5-96	830
«Karbaloj», AQSh	Ger Max460	IP		--	91--93	600-700
«Kennametal», AQSh	KO-90	IP	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiN}$	--	95	910-940
Nitrid kremniy asosli keramika						
«IPM», AN Ukraina	Silinit R	IP	$\beta\text{-Sialon} + \text{TiN}$	16-18	94	500-600
	Silinit R ₁	IP	$\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	18-20	94	700-900
«Feldmyulle», Germaniya	SL 100	IP	$\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	--	--	--
	SL 147	IP	$++$			
	Ceratif	IP	$\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{SiC}$			
«Sandvik Karomant», Shvetsiya	SS680	--	$\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3$	14.5		--
«Kennametal», AQSh	Kuop 2000	IP	$\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3$	16-21,5	--	700-1200
	Kuop 2500	IP	$++$	--		
	Kuop 3000	IP	$++$			
«Kemikal Metallurgikal», AQSh	Quantum 5000	IP	$\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}$	--	93,5	703
«Nippon Texnikal Keramik», Yaponiya	SX4	IIP	$\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$		92	--
	SP4	IIP	$\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{TiN} + \text{Al}_2\text{O}_3$		92	
	SX7	IIP	qoplamasi bilan		92	
«NGK Spark Plat», Yaponiya	Saimon	--	$\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2$	--		--
«Ford motorz», AQSh	S-8	IP	$\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	--	89-91	844-914
«Norton», AQSh	Noralid	IP	$\text{Si}_3\text{N}_4 +$	--	--	--

	(NBD-100)		Al_2O_3			
«Iskar», Isroil	Isranit	IP	$Si_3N_4 + Y_2O_3$	21,5	--	700
«Dias», Chexiya	DIASAL-400	IP	Si_3N_4		--	
«KruppVidia», Germaniya	Widianit (N200)	IP	Si_3N_4 -qoplamali	--		900
	Widianit (SN200)	IP	Si_3N_4 -qoplamali			900
«NipponTungsten», Yaponiya	Naykon	--	$Si_3N_4 + Y_2O_3$ (va boshqa)	--	--	--

Qisqartirilgan soʻzlar: P-pishish, IP- issiq presslash, IIP- Issiq izostatik presslash, VP- vakuumli pishish.

qarshilik, kuchlanish, dielektrik yutuvchanlik va uning temperaturaga bogʻliqligi, dielektrik yoʻqotishlarni tangens burchagi.

Barcha texnik keramika, elektroizolatsion va olovbardosh materiallarning elektrofizik xossalari ularning ishlatilish qobiliyatini belgilab beradi. Eng asosiy elektrofizik xossalarga quyidagilar kiradi:

A) solishtirma yuza elektr qarshiligi P_s

B) solishtirma hajm elektr qarshiligi P_v

D) dielektrik yutuvchanlik δ

E) dielektrik yoʻqotish $tg\delta$

F) elektr mustahkamlik E_{pr}

Solishtirma hajm elektr qarshiligi $deb, 1sm^3$ hajmdagi materialning qarama-qarshi tomonlaridan tok oʻtgandagi qarshiligiga aytiladi.

$$P_v = R_v S / h$$

S– Elektrod yuzasi, sm^2 ;

R_v –namunaning umumiy hajm qarshiligi;

h– elektrod orasidagi masofa, sm.

Solishtirma yuza qarshiligi deganda tomonlari 1 sm boʻlgan $1sm^2$ materialning qarama-qarshi tomonlaridan tok oʻtgandagi qarshilikka aytiladi.

$$P_s = L/B \cdot R_s$$

R_s – materialning yuza qarshiligi, om;

L– elektrodning uzunligi, sm;

B– elektrodlar orasidagi masofa, sm.

Elektr yurutuvchanlik ko'effitsiyenti miqdorini topish uchun tekshirilayotgan materialdan tayyorlangan kondensatordagi zaryadlar miqdori Q_m ni shu sharoitda material o'rtida vakuum hosil qilgandagi zaryadlar miqdori va nisbati olinadi.

$$E = Q_m / Q_o$$

Dielektrik yutuvchanlik materialdan tok o'tgandagi bo'ladigan qutblanish hisobiga bo'ladi. Qutblanish zaryadlarning tok ta'sirida shu tokning yo'nalishi bo'ylab harakatlanishga aylanadi. Materialga yuborilgan kuchlanishning ta'siriga qarshi tura olish qobiliyati uning elektr mustahkamligi deyiladi.

$$E_{pr} = U_{pr} / h \quad \text{yoki} \quad U = JR$$

Elektr qarshilikka qarama-qarshi kattalik elektr o'tkazuvchanlik bilan baholanadi.

Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik

$$\gamma = g \cdot p \cdot i$$

g — tok yurituvchi zaryadi, k ;

p — yurituvchilar soni $l \text{ sm}^3$ da;

i — yurituvchilar harakati $\text{sm}^2/\text{sek.v.}$

Temperatura ko'tarilish bilan ionlar harakati tezlashadi.

Izolatorlarning o'tkazuvchanligini muhim tomonlaridan biri uning temperaturaga bog'liqligidadir, ya'ni temperatura oshishi bilan u ham oshadi. Bu tenglamada ifodalangan:

$$\tau = \tau_o \cdot e^{Q/KT}$$

Q —zaryad tashuvchining energiya aktivligi;

K — boltsman doimiysi, T — K^0 temperatura;

τ_o — predeksponensial ko'paytirgich, $T \rightarrow \infty$ da τ ga teng.

Zaryad tashuvchilar turiga qarab keramikada elektr o'tkazuvchanlik mexanizmini ajratish mumkin:

Kation elektr o'tkazuvchanlik. Musbat zaryadli kationlar harakatlanuvchi hisoblanadi. Bunday materiallarga steatitli, mullitli keramika kiradi.

Anionli o'tkazuvchanlik. Harakatlanuvchi ionlar manfiy ionlar. ZrO_2 asosidagi keramika shu turdagi o'tkazuvchilarga kiradi. Anion-kationli o'tkazuvchanlik. Harakatlanuvchi ionlar ham manfiy, ham musbat ionlar. Ular katod va anodda ajralib, keyin neytrallanadilar.

Elektron o'tkazuvchanlik, zaryad yurituvchilar elektronlardir, bu turdagi o'tkazuvchanlik yarim o'tkazgichlarga xos.

Keramik dielektriklar strukturasi va kimyoviy tarkibiga ko'ra, dielektrik o'tkazuvchanlik kattaligi bo'yicha 3 gruppaga bo'linadi:

1) Past dielektrik o'tkazuvchanlik - E 10 gacha bo'lgan. Bular toza oksidlar asosidagi keramika $-Al_2O_3$, MgO va boshqalar, shuningdek chinnining turlari, shisha va boshqalar.

2) O'rta dielektrik o'tkazuvchanlik $E = 10-1000$. Bunga titanatlar gruppasi kiradi, masalan, $CaTiO_3$, $MgTiO_3$.

3) Yuqori dielektrik o'tkazuvchanlik, $E > 1000$. Bularga $BaTiO_3$, $PbTiO_3$, $PbZrO_3$ kiradi.

Dielektrik yo'qotishlar (yoki dielektrik yo'qotishlar tg burchagi) elektroizolatsion keramikaning asosiy xarakteristikasi hisoblanadi. Dielektrik yo'qotishlarga qarab materialni radioelektronika yoki elektrotexnika sohasida ishlatish tanlanadi. Dielektrik yo'qotishlar kuchlanishda dielektrikni isishiga olib keladi.

Steatit, forsterit va alyuminiy oksidi asosida olingan keramika materiallarining dielektrik xossalari

6-jadval

Xossalar	Steatit K-1	Forsterit			Alyuminiy oksidi asosida				
		LF-11	KVF-4	F-17	22 XS	M-7	VG-IV	Sapfirit	Polikor
Zohiriy zichlik, g/sm^3	2,6	2,93-3,20	2,90-3,16	2,98	3,65	3,60	3,65	3,84	3,98
Statik egishga bo'lgan mustahkamligi, $20^\circ C$, MN/m^2	127	137	167-176	167	314	294	304	294	245
$Ex10^4, kg/mm^2$					3,14		-	3,3-3,4	3,92
Chiziqli issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti, $20-200^\circ C$, $\alpha \cdot 10^{-7}$	92	83	80	83			-		
Dielektrik o'tkazuvchanlik, $\epsilon = 10^6$ Gts	6,5	7,1	6,7	6,9	10,3	9,5	10	10,0-10,7	10,5
Dielektrik o'tkazuvchanlik, 10^{10} Gts	-				10,3	8,6	9,4	9,6	9,9
Dielektrik yo'qotishlar tangens	4	5	5	5	6	4	5	1	1

burchagi, $f=10^6$ Gts dagi $\operatorname{tg}\delta 10^{+4}$									
Dielektrik yo'qotishlar tangens burchagi, $f=10^{10}$ Gts dagi $\operatorname{tg}\delta 10^{+4}$	-		-	-	15	9	8	1	1
Solishtirma hajmiy qarshilik, $100^\circ\text{C}, \text{Om}\cdot\text{sm}$	10^{13}	10^{13}		-	-				-
Elektr mustahkamlik, $20^\circ\text{C}, \text{kV/mm}$	40	-	45		-	-	-	-	-

Ba'zi bir keramika materiallarining dielektrik xossalarini 6-jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rish mumkin.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Keramika materiallardagi g'ovaklarning turlari.
2. Suv yutuvchanlik nima va u qanday aniqlanadi?
3. Keramika materiallarda o'tkazuvchanlik nima. U qanday aniqlanadi?
4. Mexanik mustahkamlik va uning turlari.
5. Egilish va ezilishga bo'lgan mustahkamlik qanday aniqlanadi?
6. Elektrotexnika materiallarining elektr o'tkazuvchanligi nima va u qanday o'lchanadi?
7. Dielektrik sig'im deganda nimani tushunasiz?
8. Elektrotexnika materiallarining dielektrik yuqotishi nima va u qanday o'lchanadi?
9. Yarim o'tkazgich va dielektriklarda solishtirma elektr o'tkazuvchanlik qanday bo'ladi?
10. Solishtirma hajmiy elektr qarshiligi nima?
11. Elektr o'tkazuvchanlikni ta'riflab bering.
12. Keramikadan yasalgan buyumlar qanday xossalarga ega?
13. Steatit, forsterit va alyuminiy oksidi asosida olingan keramika materiallarining dielektrik xossalari haqida tushuncha bering.

Tayanch soʻz va iboralar

Gʻovaklik, haqiqiy gʻovaklik, ochiq gʻovaklik, yopiq gʻovaklik, suv yutuvchanlik, mexanik mustahkamlik: egilishga, siqilishga, tirnashga, ezishga, yarim oʻtkazgich, dielektrik, dielektrik yutuvchanlik, dielektrik yoʻqotish, solishtirma elektr oʻtkazuvchanlik, elektr oʻtkazuvchanlik.

2-bob. KERAMIKA TEXNOLOGIYASIDA XOMASHYOGA ISHLOV BERISH VA MASSA TAYYORLASH

4-§. Komponentlarni tayyorlash bosqichlari

Keramika materiallari ishlab chiqarishda quyidagi asosiy bosqichlar mavjud;

- 1) dastlabki komponentlarni tayyorlash;
- 2) komponentlarni maydalash;
- 3) komponentlarni aralashtirish;
- 4) massa tayyorlash;
- 5) yarim mahsulotni tayyorlash;
- 6) quritish;
- 7) kuydirish;
- 8) qo'shimcha jarayonlar.

Komponentlarni tayyorlash bosqichi asosiy bosqichlardan hisoblanib, vazifasi keramik massa tarkibiga kiruvchi har bir komponentga keyingi ishlov berish uchun zarur bo'lgan kimyoviy mineralogik tarkibini ta'minlash, kerakli darajadagi tozalikni, fizik holatni, namlikni ta'minlash kerak. Bu bosqichda mineral xomashyolarni tozalab, tarkibini boyitish, ya'ni suv bilan yuvish, magnit va elaklar yordamida ajratish, kimyoviy tozalash usullari, dastlabki maydalash, xomashyolarni kerakli namlikkacha quritish, kuydirish, uchuvchan komponentlarni yo'qotish kiradi. Undan tashqari texnikada ishlatiladigan dastlabki termik ishlov berish kiradi. Bunda kimyoviy birikma «pishgan» holida olinadi.

5-§. Komponentlarni maydalash

Bu bosqich texnologik jarayonning keyingi xususiyatlarini, mahsulotning xossalari uchun kerak bo'lgan zarra o'lchamlarida tayyorlashni ichiga oladi. Maydalash uchun to'xtovsiz va to'xtab ishlovchi uskunalardan foydalaniladi. Gil tuproq jinslarni maydalash jarayoni suvda «yoyish», ya'ni gilli minerallarni dastlabki tabiiy zarrachalari darajasigacha dispersiya qilinadi.

Tuproqli moddalarni maydalashda valli maydalagich va dezintegratorlardan foydalaniladi. Dezintegratorning mehnat unumdorligi yuqori va tejamlidir. U namligi 12–13% bo'lgan tuproqni maydalaydi (2-3 mm dan 0,5 mm li fraksiya 80% gacha miqdorda). Sharli tegirmonlarda mayin maydalash amalga oshiriladi. Tebranma tegirmon sharli tegirmondan afzal hisoblanadi. Maydalash vaqti 10–20 martaga kam bo'lib, elektr energiya sarflanishi kamroq. Materialning solishtirma yuzasi, maydalash vaqtiga bog'liqligini ifodalash mumkin yoki eng yirik zarracha miqdorini maydalash vaqtiga bog'liqligi bilan ifodalanadi. Maydalash jarayonining kinetikasini miqdoriy ifodalovchi bir necha formulalar bor, ulardan biri Tovarov tenglamasidir.

Maydalash qurilmasining ba'zi xarakteristikalari

7- jadval

Agregat	Oxirgi mahsulot o'lchami, mm	Maydalash bosqichi	Buzilish mexanizmi	Maydalangan material ko'rinishi
Maydalagichlar: jag'li	15-80	3-10	Ezish	Har qanday qattiq, mo'rt shamot
konusli valli tishli	3-80	6-15	Ezish	Xromit, kvartsit
	3-10	3-4	Ezish	Dala shpati
	10-20	8-10	qirqish	Namlangan loy, kaolin
Begunlar (choparlar)	0,8-2	3-15	Ezish, ishqalanish	Har qanday qattiq, mo'rt
Dezintegratorlar	0,5-2	40 gacha	Zarba	Quruq loy
Tegirmonlar: bolg'ali	0,5-10	10-15	Zarba	Quruq loy, talk
sharli vibratsiyali			Zarba, ishqalanish	Qattiq: oksidlar, shamot va boshq.
			Zarba, ishqalanish	Qattiq: oksidlar, shamot va boshq.
			Zarba, ishqalanish	Qattiq: oksidlar, shamot va boshq.
oqimli				

Bu tenglama eng yuqori o'lchamli zarrachaning kamayishini ko'rsatadi:

$$R_{\tau} = R_0 \cdot e^{-k\tau m}$$

R – τ vaqtdan so'ng eng katta zarraning miqdori;

R_0 – maydalash boshlanishdagi eng katta zarra miqdori;

K – maydalashni solishtirma tezligini xarakterlovchi koeffitsiyent;
 m – shu solishtirma tezlikni vaqt o'tishi bilan o'zgarishini ko'rsatuvchi koeffitsiyent;
 e – 2,71828 natural logarifm asosi.

L.P. Korpilovskiy tenglamasi solishtirma yuzaning ish kinetikasini xarakterlaydi:

$$S_{\tau} = S_0 + b\tau / c\tau + 1$$

S – vaqt o'tgandan so'ng solishtirma yuza;

S_0 – maydalashdan oldingi yuza;

b – solishtirma yuzaning ortish tezligi;

c – vaqt o'tishi bilan solishtirma yuzaning o'sishini kamayishini ko'rsatadi.

Maydalash jarayonining asosiy ko'rsatkichlaridan biri maydalash darajasi i dir, xomashyoning dastlabki o'rtacha va katta o'lchamlari d_k maydalashdan keyin zarra o'lchami d_n nisbati bilan o'lchanadi:

$$I = d_n / d_k$$

Maydalash tavsifini jadvalda ko'rish mumkin

8-jadval

Maydalanish sinfi	Bo'laklari, mm	
	d_n	d_k
Maydalash:		
A) yirik	1000	250
B) o'rta	250	20
D) mayda	20	1,5
Tuyish:		
A) dag'al	1-5	0,1- 0,04
B) o'rta	0,1-0,04	0,05-0,015
D) mayin	0,01-0,04	

6-§. Komponentlarni aralashtirish

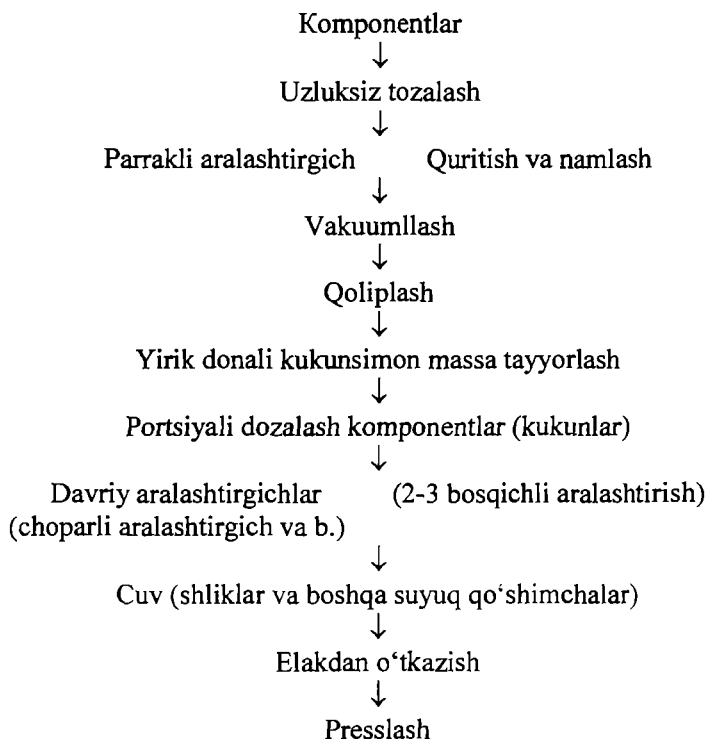
Bu bosqichda massaga ma'lum fizik xossalar ta'minlanadi. Bu xossalarga zichlik, yopishqoqlik, qayishqoqlik kiradi. Bu xossalar massa tarkibiga kiruvchi bog'lovchi suyuqlikni miqdoriga bog'liqdir. Bog'lovchi suyuqlik sifatida suv, organik moddalarni suvdagi eritmalari, organik moddalar va ular aralashmasi ishlatiladi.

Keramik massa tayyorlashda donadorlik bo'yicha 2 ta asosiy guruh bor:

- a) yirik donali;
- b) mayda donali massalar.

Yirik donali massalar quruq usulda olingan maydalashdan paydo bo'lgan komponentlardan iborat. Qovushqoq massa tayyorlanayotganda uzluksiz ishlovchi aralashtirgichlardan foydalaniladi. Massani namligi 17–20 % ga keltiriladi, bunda massa donalari bo'kadi, qovushqoqmas materiallar donachalarining ustida loy qatlami hosil bo'ladi va ular orasidagi bog'lanish tashqaridan kuch berilmay yopishtiriladi.

Yirik donali qovushqoq massa tayyorlash



Kukunsimon massa tayyorlashda davriy aralashtirgichlardan foydalaniladi, bu uskunada massa yaxshi aralashadi, transportirovka paytida fraksiyalarga ajralish kamayadi.

7-§. Keramik massaning donadorlik tarkibi

Maydalangan (donadorlik) darajasiga qarab massalar yirik donali (dag'al) va mayda zarrachali bo'ladi. Dag'al zarrali massa deb, tarkibidagi zarrachalari 0,5 dan 1 mm gacha va undan katta bo'lgan massaga aytiladi. Mayda zarrachali massa tarkibida zarrachalarning o'lchami 0,05–0,1 mm gacha bo'ladi. Undan tashqari yana dispers massalar bo'ladi, ularda zarrachalar mikron va mikronning bir necha bo'laklaridan iborat bo'lib, bunday massalar texnik keramikada ishlatiladi. Dag'al zarrali massalar pishirish jarayonida yaxshi zichlanmaydi. Yirik zarrachalar fizik-kimyoviy jarayonlarda ishtirok etib, materialning o'zgarish tarkibini tashkil etadi.

Sistemalarda qattiq fazaning maksimal joylashuvini ta'minlash va kukunlar fraksion tarkibini tanlashda monofraksion sferik bo'lakchalarning joylashish modelidan foydalanish zarur (3-rasm). Kukunni joylashtirish zichligi bo'lakchalar oralig'idagi kontakt (koordinatsion) lar soniga bog'liq bo'lib, ularning o'lchamiga bog'liq emas. Real sharoitlarda zichlashtirishdan keyingi kukun g'ovakligi erkin to'kishda 45%, vibratsion zichlashtirishda 37 % va qavatma-qavat trambovkalashda 36 % ni tashkil etadi. Bu raqamlarga tegishli koordinatsion sonlar 6.92, 9.14 va 9.51 ga to'g'ri keladi. Kukun holatidagi eng katta upakovkalash zichligi (70–72 %) zarrachalar o'lchami 1:2 (100–200 mkm) bo'lganida sodir bo'ladi. Zarrachalar o'lchami diapazonining o'zgarishida bu raqam 50 % gacha tushib qoladi.

Ikki fraksion tarkiblar uchun maksimal upakovkalash zichligi 86 %, uch fraksion tarkiblar uchun esa 94 % gacha boradi. Bunday holatlar ikki fraksion tarkibdagi yirik va mayda bo'lakchalar nisbati 65:35, uch fraksion tarkiblar uchun esa 55:30:15 bo'lganida sodir bo'ladi (4-rasm).

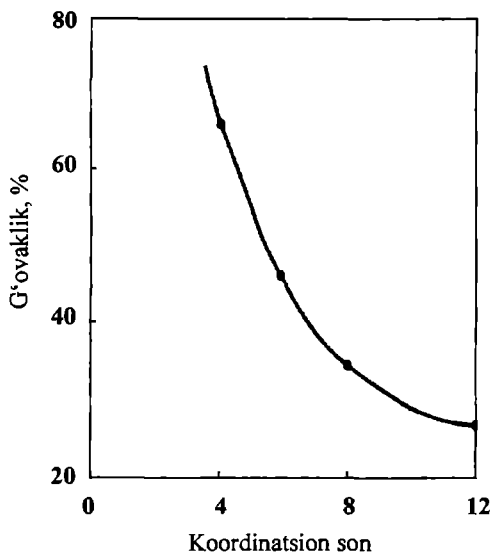
Maydalash davrida materiallarning dispers holatining oshishi solishtirma yuza o'zgarishi yoki yirik fraksiyalar miqdorining kamayishi bilan ro'y beradi. (5-rasm). Bunday maydalash jarayoni uchun vaqtga bog'liq holatdagi ikkita tenglik taklif etiladi:

$$(S_m - S_0) / (S_m - S_\tau) = \exp(k\tau),$$

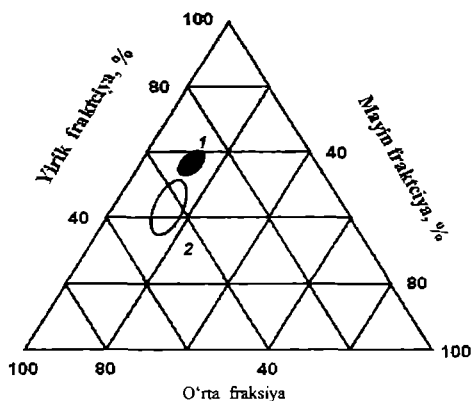
$$Q_\tau = Q_{\exp}(-lrm)$$

Bu yerda, S_m , S_0 , S_τ – solishtirma yuzaning quyi, boshlang'ich va hozirgi qiymatlari; τ – maydalash jarayoni vaqti; Q_τ , $Q_{\exp}$ – yirik

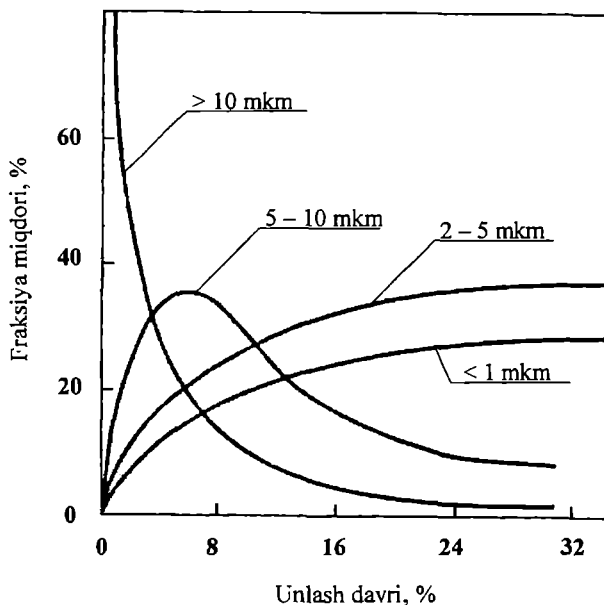
fraksiyaning boshlang'ich va hozirgi miqdori soni; k , l , m – tajriba yo'li bilan aniqlanadigan koeffitsiyentlar.



3-rasm. Koordinatsion songa monofraktsion kukunni g'ovakligini bog'liqligi.



4-rasm. Uch fraksiyon tarkibli massalarga xos eng katta zichlik: 1-nazariy; 2-amaliy - ko'p shamotli massalar uchun tipik holat.



5-rasm. Sharli tegirmonda maydalashda turli xil fraksiyalar tarkibini o'zgarishi.

Mayda zarrali massalar chinni sanoatida, texnik keramika ishlab chiqarishda ishlatiladi. Kukunning maydaligi komponentlarni bir-biriga kimyoviy ta'sirini va materialning jipslashuvini osonlashtiradi, mahsulotni pishirish vaqtida katta hajmiy ishlar sodir bo'ladi (10-20% gacha qisqaradi).

Turli kattalikdagi zarrachalarning miqdori kukunning jipslashuv yoki joylanish darajasiga katta ta'sir ko'rsatadi, g'ovaklikni kamaytirish uchun zarrachalarning joylashishida asosiy prinsiplarga amal qilish kerak:

a) uzluksiz joylashish – bunda hajm barcha kattalikdagi zarrachalar (eng yirikdan to eng mayda o'lchamgacha) bilan uzluksiz to'ladi.

b) uzlukli joylashish – bunda eng katta va eng mayda zarrachalar orasidagi ma'lum miqdordagi zarrachalar tarkibga kirmaydi, eng yirik fraksiyadagi zarrachalar skelet hosil qiladi, bo'shliqlar keyingi fraksiya bilan to'ladi.

Uzluksiz joylashtirish uchun fraksiyalarni optimal nisbatini topish kerak.

Optimal nisbatni topish uchun Andreasen formulasidan foydalaniladi:

$$V=100 (d/D)^g, \%$$

d – o‘rtacha;

V – d dan kichik bo‘lgan kattalikdagi fraksiyaning soni;

D – donachalarning maksimal o‘lchami;

g – kukunning turi va joylashishi sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent, (g= 0,33 – 0,5).

8-§. Mayda donali massalar tayyorlash

Mayda donali massani quruq holda aralashtirish juda qiyin, unda komponent zarrachalari bir xil taqsimlanmaydi.

Komponentlarni kerakli aralashmasi ho‘l holda maydalanadi yoki alohida tayyorlangan suspenziyalarni aralashtirishdan olinadi. Har bir suspenziya 50% namlikka ega.

Mayda donali suspenziyalardan keramik massa tayyorlash tizimi

A	B	V	G
Qovushqoq massa tayyorlash	Presskukunni ko‘p bosqichda tayyorlash	Bir bosqichli presskukun tayyorlash	Quyish uchun shliker tayyorlash
↓	↓	↓	↓
Filtrpressda suvsizlantirish	Filtrpressda suvsizlantirish	Sachratqichli quritgich	Filtrpressda suvsizlantirish
↓	↓	↓	↓
Vakuum pishitgichda tayyorlash	Korjlarni quritish	Presslash	Korjlarni suvlash (elektrolitlar)
↓	↓		↓
Qoliplash	Kukunni maydalash va elash		Quyish
	↓		
	Presslash		

Agar massa qovushqoq usulda qoliplash uchun ishlatilsa, namlikni filtratsiya yo'li bilan olib tashlanadi. Filtrpresslarda suv 12–15 atm bosimda yo'qotiladi. Uning matolarida qoldiq massa qolib, ularning namligi 19–25 %.

Ba'zi hollarda mayda donali massalar presslash yoki qovushqoq qoliplash usulida boradi. Bunda davriy aralashtirgichlardan foydalaniladi.

9-§. Qoliplash

Keramika texnologiyasida qoliplash jarayonini uchta asosiy guruhga bo'lish mumkin:

a) kukunsimon massani presslash – (yuzlab yoki minglab kg/sm^2 solishtirma bosimda);

b) qovushqoq massadan shakllash – ($\text{o'nlab kg}/\text{sm}^2$ solishtirma bosimda);

d) oquvchan suspenziyadan quyish.

Bu bosqichda massa yoki yarim mahsulotga ma'lum shakl va o'lcham beriladi. Tayyorlanayotgan mahsulotning shakli va uning o'lchamlari keyingi quritish va pishirish jarayonlarida sodir bo'ladigan hajmiy ishlarni hisobga olgan holda tayyorlanadi. Shu bilan birga shakl bergan xomashyoga ma'lum darajadagi zichlik, uning tuzilishiga bir xillilik, keyingi texnologik jarayonlarga chidash uchun kerakli bo'lgan mexanik mustahkamlikni ta'minlash kerak.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Keramika texnologiyasining asosiy jarayonlariga nimalar kiradi?
2. Keramika massasining donadorlik tarkibi necha turga bo'linadi?
3. Ularning turlarini izohlang.
4. Maydalash kinetikasini o'rganishda Tovarov tenglamasi.
5. Maydalash kinetikasini o'rganishda Korpilovskiy tenglamasi.
6. Massaning donadorlik tarkibiga qarab ishlatilishi.
7. Donadorlik tarkibi qanday aniqlanadi?
8. Mayda donador massa donadorlik o'lchami, qaysi mahsulotlarni ishlab chiqarishda ishlatiladi.

9. Yirik donador massa donadorlik o'lchami, qaysi mahsulotlarni ishlab chiqarishda ishlatiladi.

10. Keramik massalarni aralashtirish jarayoni haqida ma'lumot bering.

Tayanch so'z va iboralar

Maydalash, maydalanish darajasi, tuyish, aralashtirish, fraksiya, yirik donador, mayda donador.

3-bob. KERAMIKA BUYUMLARINI SHAKLLASH USULLARI

10-§. Shakllanadigan mahsulotlarga qo'yiladigan talablar

Mahsulot ishlab chiqarishda shunday xomashyo tanlash kerakki, birinchidan tayyor buyum sifatli va ishlab chiqarish jarayoni kam xarajatli bo'lishi zarur. Tanlangan massa sifatining asosiy ko'rsatkichlariga kiradi:

- 1) shakllashga oid xossalari;
- 2) qurishga bo'lgan layoqati;
- 3) kuydirishga nisbati;
- 4) tayyor mahsulot sifati.

Sistemaning birinchi xarakteristikasi bog'lovchi suyuqlik hisoblanadi. Uning massa bo'yicha «og'irligi» W (%) va hajmiy miqdorlarini L da farqlash kerak. Ular orasidagi bog'lanishlar:

$$L = \frac{W\gamma_q}{(100-W)\gamma_c + W\gamma_q \cdot 100}$$

$$W = \frac{L\gamma_c}{(100-L)\gamma_q + L\gamma_c}$$

γ_k va γ_c – qattiq modda va bog'lovchi suyuqlikning haqiqiy zichligi.

Keyingi xarakteristikalariga sistemaning zichligini baholovchi kattaliklar kiradi.

Umumiy zichlik ρ_{um} – material massasini uning hajmiga nisbatini bildiradi, ρ – bog'lovchi suyuqlik massani hisobga olmaganda massaning mineral qismiga hisoblangan zichlik:

$$\rho = \rho_{um} (1 - W/100), \text{ g/sm}^3 \quad (1)$$

«Umumiy» yoki «hisoblangan» zichlik tushunchalari kukunsimon moddalarga tegishli (bunda «to'kiluvchan zichlik» deyiladi) yoki yarim tayyor mahsulotlarga («tuyuluvchan zichlik»). Yana qulay usul: bu K_v – sistemani modda bilan to'lgan qismini xarakterlovchi o'lchovsiz koeffitsiyentini qo'llash. Bu koeffitsiyent qattiq moddaning

(tuyuluvchan, to'kiluvchan va b.) zichligini haqiqiy zichlikka nisbatiga teng.

$K_q = \rho / \gamma_q$ desak, u holda (1) ga ko'ra

$$K_q = \rho_{um} \cdot (100 - W) / \gamma_q \quad (\%) \quad (2)$$

Haqiqiy g'ovaklik P , –g'ovaklar hajmining umumiy hajmiga nisbati, % da ifodalanadi:

$$P = 100 (1 - K_q), \% \quad (3)$$

$$K_q = 1 - P/100 \quad (4)$$

$$\rho = \gamma_q \cdot (1 - P/100)$$

Yarim tayyor mahsulotning muhim talablardan biri – yetarli va doimiy darajadagi uning zichlanishidir, bu nisbiy zichlik ρ va g'ovaklik P bilan xarakterlanadi.

Yarim tayyor mahsulotning nisbiy zichlik kattaligi kuydirish jarayonida tayyor mahsulotning hajmiy o'zgarishini va hosil bo'luvchi zichligini birmuncha darajada aniqlaydi. Yarim tayyor mahsulotning nisbiy zichligi 0,85–0,5 oraliqda, ya'ni 0,85–0,75 diapazon dag'al zarrali kukunsimon massadan presslangan yarim mahsulot uchun, 0,6–0,5 dispers kukunsimon massadan shakllangan yarim mahsulotlar uchun.

Yarim tayyor mahsulotni sifatini baholashda zichlikni bir tekis taqsimlanishi ham ahamiyatlidir. Bir tekis zichlilik darajasi alohida uchastkalardagi zichliklarni nisbati (yoki farqi) bilan aniqlanadi. Bir tekis zichlikka erishilmasa, pishish jarayonida qisqarish har xil bo'ladi, material deformatsiyaga uchrab, darzlar hosil bo'ladi. Yarim tayyor mahsulotni bir tekis zichlilik faktori keramik buyumlarni shakllash usullarini tanlash uchun muhim me'zon hisoblanadi.

11-§. Qovushqoq usulda shakllash

Qovushqoq usulda shakllash jarayoni tegishli xomashyo – tuproq va kaolinlarni suv bilan namlanganda xamirsimon massa hosil qilib, tashqi kuch ta'siri olinsa, formalarni saqlashlariga asoslangan.

Qovushqoq massalar koagultatsion strukturalarga tegishli, ya'ni ularda zarrachalarni o'zaro ta'siri (vander – vals va elektrostatik kuchlar hisobiga) ularni ajratib turuvchi suyuqlik qatlamlari orqali amalga oshadi.

Koagultatsion strukturalarning muhim tomoni ularning teksotropligi, ya'ni mexanik bo'linishidan so'ng, qayta tiklanishga moyilligidir.

Qovushqoq keramik massalarda dispersion muhitni hajmiy tarkibi yoki bog'lovchi suyuqlik L 30-35 dan 50% gacha. Tuproqli xomashyo asosidagi massalar uchun W 15 dan 25 % gacha (qovushqoq usulda shakllash uchun). Qovushqoqligiga ko'ra, tuproqlar uch sinfga bo'linadi, ya'ni «qovushqoqlik soni». >15 , $7-15$ va <7 .

Keramika texnologiyasida qo'llanuvchi qovushqoq shakllash usullarini uchta asosiy guruhga ajratish mumkin:

1. Siqib chiqarish. Press korpusidan siqib chiqarilayotgan massa «mundshtuk»dan kerakli formani olib chiqadi. Bu usulda to'g'ri burchakli bruslar, silindrsimon sterjenlar va boshqalar olinadi. Bular keyin kerakli o'lchamda kesiladi.

2. Presslash (shtempelli presslash, shtampovkalash). Bunda formaga solingan massa harakatlanayotgan shtempel bilan presslanadi. Bu usul asosan dag'al zarrali massalardan buyumlar ishlab chiqarishda (shamotli olovbardoshlar, kapsellar, kislotabardosh g'isht, cherepitsa) qo'llaniladi.

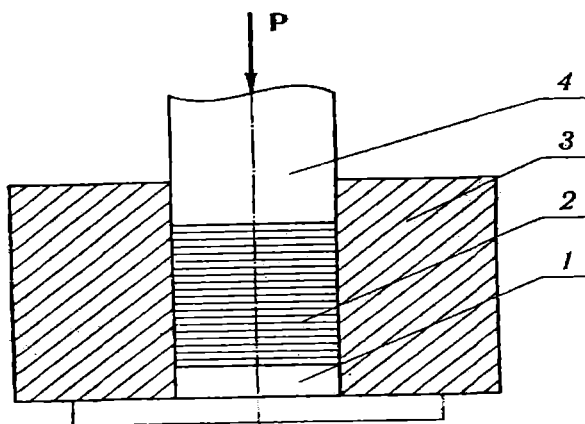
3. Aylanma usul, ya'ni qolipga solingan massani qoliplovchi dastak (shablon, rolik, puanson va boshqalar) tomonidan qisilishi natijasida bo'sh tomonga qarab harakatlanishi. Bu usul yupqa devorli chinni buyumlar (tarelka, piyola, lagan, kosa va boshqalar), shuningdek, chinni izolatorlarni shakllashda ishlatiladi.

12-§. Yarim quruq usulda shakllash

Tabiatda tuproq namligi 15–20% atrofida bo'ladi. Yarim quruq usulda shakllashda massa namligi 8–12 % bo'lishi kerak. Bundan tashqari tuproq zarrachalari bir xilda namlikka ega bo'lishlari zarur (6-rasm). Yarim quruq usulda shakllash oddiy holatda bir tomonlama bir pog'onali statik presslashda press-kukun (2) pastki puasson yuzasi (1) ga o'rnatilgan press-qolip (3) ga joylanadi. Yuqori Puasson pastga tushishi va bosim berilishi tufayli kukun hajmi, yuklangan kukun hajmidagi yirik bo'shliqlar granularlar hisobiga to'ladi. Bosim 1–10 MPa bo'lganida ayrim-ayrim granularlar deformatsiyaga uchrashi

hisobiga kukunlar yuzasi kontaktlari kuchayadi. Bosim 10 MPa dan yuqori bo'lganda granularlar va qattiq fazaning yirik bo'lakchalari parchalanadi. Natijada qaytmas deformatsiyalar bilan bir qatorda qaytuvchi deformatsiyalar ham paydo bo'ladi. Ularning soni bosim oshishi bilan oshib boradi, bunday deformatsiyalar bosim olinishi bilan yo'qoladi va natijada (yarim tayyor mahsulot) o'lchamlarining o'sishi sodir bo'ladi. Yarim tayyor mahsulotlar hajmini o'sishi o'rtacha olganda 9% gacha bo'lishi mumkin. Bu faktor presslash jarayoni amalga oshirilayotganda hisobga olinishi zarur.

Xomashyoni presslashda asosiy ishlab chiqarish parametrlari donadorlik tarkibi, massa namligi, shuningdek, presslash bosimi hisoblanadi.



6-rasm. Yarim quruq presslash sxemasi. 1-pastki puanson, 2-press-kukun, 3-press-qolip, 4-yuqori puanson.

Tuproq kukuni va to'kiluvchan massa donalari orasida mexanik mustahkamlik yo'q. Donalar orasidagi bo'shliq havo bilan to'lgan. Bo'shliqlar hajmi massa zichligiga o'zaro bog'liq bo'lib, hajmiy (yoki to'kiluvchan) og'irlik bilan xarakterlanadi. Hajmiy og'irlik qancha katta bo'lsa, massada havo shuncha kam bo'ladi.

Presslash jarayonida havo zarrachalari o'zaro kontaktlashga xalaqit beradi. Shuning uchun presslanayotgan kukun tarkibida havoning miqdori minimal darajada bo'lishi kerak. Yirik va mayda fraksiyalarni har xil nisbatlarda tanlab, optimal to'kiluvchan hajmiy og'irlikdagi

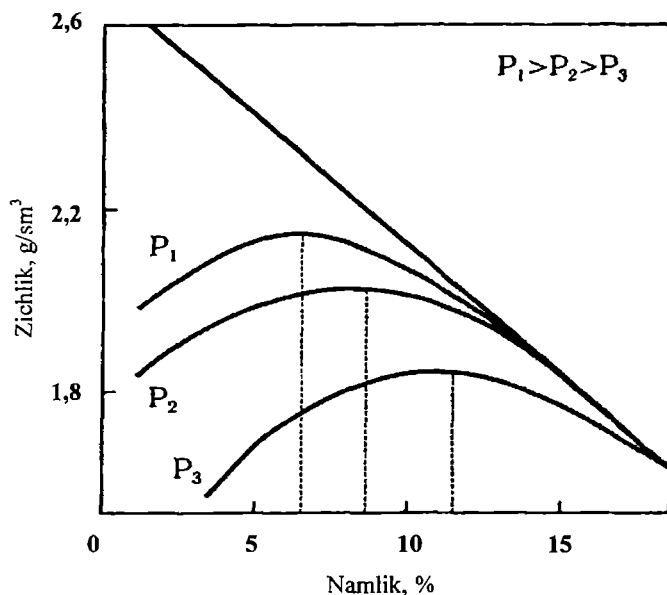
kukunni olish mumkin. Ko'proq zichlikka ega massa uchun donadorlik tarkibi quyidagicha tavsiflanadi:

50% fraksiya - 3-1mm;

50% fraksiya - 1mm dan kichik.

Yuqorida aytib o'tilgandek, namlik presslanayotgan massa zarrachalarni yanada yaxshiroq ulanish imkonini tug'diradi. Presslash vaqtida namlik massa zarrachalarini o'rab olib, ichki ishqalanishni kamaytiradi. Massa namligi qancha katta bo'lsa, buyumni presslash uchun shuncha kam bosim talab etiladi.

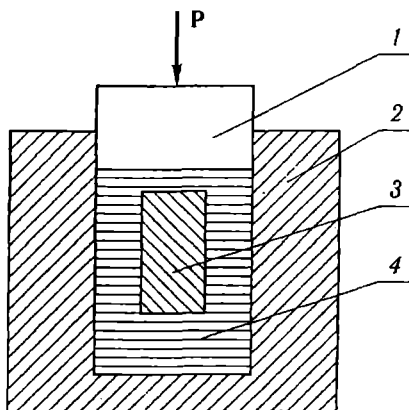
Vaqtinchalik kiritilgan bog'lovchining miqdori oshishi kukunlar ishqalanishini kamaytiradi va ularning harakatchanligini oshiradi. Bunday holatda yarim tayyor mahsulot zichligi ham kamayishi mumkin. Yuqori namlikka ega bo'lgan kukunli yarim tayyor mahsulotda yuqori zichlik kam miqdorli bosim ostida amalga oshadi (7-rasm).



7-rasm. Loyli press-kukunni zichligini namlikda turli bosimlarda presslashga bog'liqligi.

Agar 7–8% namlikdagi yarim mahsulotga talab etiladigan mustahkamlik va zichlik 150 kg/sm^2 bosimdan kam bo‘lmagan holatda olinsa, namlik miqdori 10–12 %ga oshirilsa, presslash bosimi 60–100 kg/sm^2 gacha kamaytirilishi mumkin. Ko‘p hollarda massa namligi 8–12 % qilib olinadi.

Namlik qiymatining optimal oblasti bo‘lishi bir qiymatli bosimda maksimal zichlikni amalga oshirishga imkon yaratadi. Presslash bosimi qanchalik yuqori bo‘lsa, zagatovka namligi shunchalik past bo‘ladi.

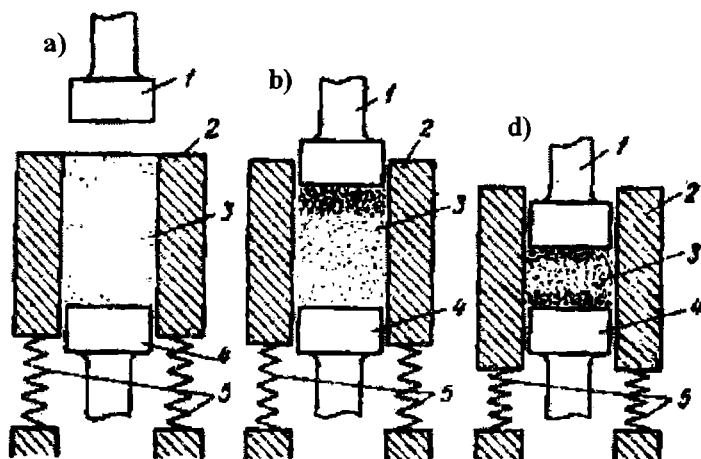


8-rasm. Hidrostatik presslash sxemasi: 1-presslovchi puanson; 2-gidrotsilindr; 3-zagatovka; 4-ishchi suyuqlik.

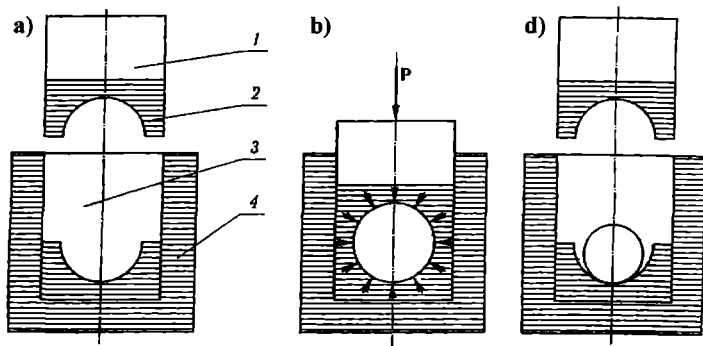
Presslashda bosim shunday berilishi kerakki, presslangan xom mahsulotda darz va yoyilishlar bo‘lmasligi kerak. Massaning zichlanish darajasi siqilish koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi. Yarim quruq usulda presslashda bu ko‘rsatkich formadagi massa qatlami qalinligining presslangan buyum qalinligiga nisbati bilan aniqlanadi. Tuproqning tabiiy xossalari, donadorlik tarkibi va presslash bosimiga ko‘ra siqilish koeffitsiyenti turlicha bo‘ladi. Quruq massalar kam siqilish, qovushqoq massalar ko‘proq siqilishni talab qiladi. Ayniqsa, siqilish koeffitsiyenti namlikka qarab o‘zgaradi. Buning sababi, namlik oshishi bilan tuproq kukunining to‘kiluvchan hajmiy og‘irligi kamayadi. Massa namligi oshishi bilan o‘zgarmas bosimda uning siqilish koeffitsiyenti o‘sadi (9-jadval).

Namlik	Bosim, kg/sm^2	
	100	150
6,7	1,99	2,02
8,5	2,05	2,12
10,5	2,14	2,21

Kukunsimon poroshok donadorlik tarkibi mayda zarrachali va gelli poroshok tarkibidan farq qiladi. Boshlang'ich mineral bo'laklari agregatda birlashib granullanadi. Poroshokni granulatsiya, tilishi ularni texnologik xarakteristikasini yaxshilaydi. Sochiluvchan pressporoshok bir me'yorda va tez formalarni to'ldiradi. Bu avtomatlashgan liniyada qoliplash uchun juda muhim, ayniqsa, murakkab figuralarni shakllashda. Poroshok tarkibida changli fraksiya yoki namlik ko'payib ketishi sochiluvchanlikni yomonlashtiradi.



9-rasm. «Suzuvchan» qoliplarda presslash stadiyalari: a – press-kukun zagrulkasi: b – formaning joylashishini boshlanishi: d – katta bo'lmagan bosim ketma-ketligi: 1 – qo'zg'aluvchan puanson: 2 – matritsa: 3 – press - kukun: 4 – qo'zg'almas puanson: 5 – prujina.



10-rasm. «Suzuvchan» qoliplarda sferik zagatovkali kvaziizostatik presslash sxemasi:

- a – press - formani yuklash; b – presslash ketma-ketligi;**
d – puansonni boshlag'ich holatiga qaytishi; 1 – metalli shtamp;
2 – elastik press - bufer; 3 – press - kukun; 4 – matritsa.

Poroshokli massadan presslash yo'li bilan buyum olishda yoriqlar bo'lishi mumkin. Presslash davrida yaroqsizlik, ya'ni brak bo'lmisligi uchun massa tarkibida donadorlikni va presporoshokni to'g'ri tanlash, changni kamaytirish, poroshok granulatsiyasini, havo chiqishini yaxshilash, deformatsiyani kamaytirish kerak. Optimal suv miqdorini tanlash va boshqa texnologik bog'lanishlarni hisobini qilish, presslashda zichlik va elastiklikni ta'minlash zarur. Keramik buyumlarni presslashda solishtirma bosim 12-1000 MPa bo'lishi kerak. Press kukunga, ayniqsa, donadorlik katta bo'lganda vakuum berish kerak.

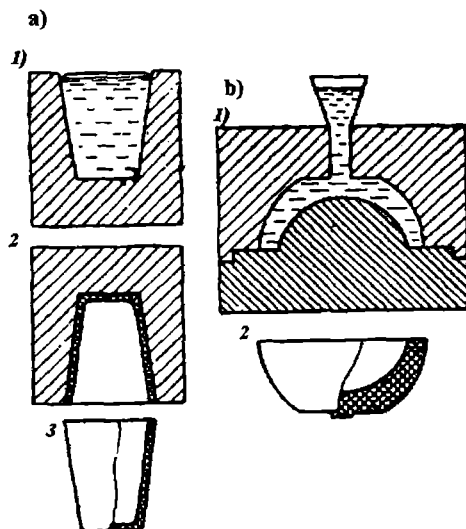
Presslashning usullari ko'p. Ularga izostatik presslash, kvaziizostatik presslash, vibratsion zichlash, dinamik presslash va boshqalar kiradi. Izostatik presslashni ham ikki varianti mavjud. Hidrostatik presslash (8-rasm) davrida press-kukun yoki past bosimda qoliplangan yarim tayyor mahsulot (3) rezina qatlamga joylashtirilib vakuumga ro'paro keladi, so'ngra u yuqori bosimli idishga o'tkaziladi. So'ngra ishchi suyuqlik (4) (suv, glitserin, mashina yog'i) ning bosimi presslovchi puanson (1) yordamida kuchaytiriladi. Presslash jarayoni sekin-asta atmosfera bosimigacha kamaytiriladi. So'ngra gidrotsilindr (2) ning ishchi kamerasi ochiladi va presslangan yarim tayyor mahsulot qatlamdan ajratib olinadi.

Presslashda «suzuvchan» qoliplarning ishlatilishi ham yaxshi effekt beradi (9-rasm). Yuqori puanson ishqalanish kuchi ta'sirida pastki tomonga harakat qilayotganda matritsa pastki puansongacha pasayadi. Natijada matritsa va pastki puanson qo'zg'alishi kuzatiladi va yarim tayyor mahsulotni ikki tomonlama zichlashishiga erishiladi.

10-rasmda sferik yarim tayyor mahsulotni kvaziizostatik presslash sxemasi keltirilgan. Bunday presslash havo sharoitida olib boriladi. Bosimni uzatuvchi ishchi muhit rolini qalin tanali elastik qavat o'ynaydi. Bunday qavat o'zini siqilmaydigan suyuqlikka o'xshash his etadi va natijada kerakli shakl olinishiga erishiladi.

13-§. Quyma usulda shakllash

Keramik buyumlarni shakllash usullari orasida quyish usulini ikkita asosiy guruhga ajratish mumkin:



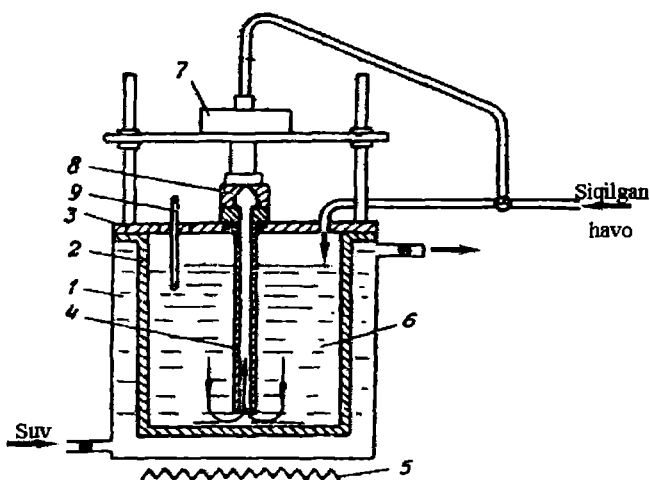
11-rasm. Quyish usullari sxemasi: a – to'kiluvchan; 1 – quyilgan qolip; 2 – massa yig'ib olgandan keyin to'ntarilgan qolip; 3 – buyum; b – quyilgan; 1 – quyilgan yig'ma qolip; 2 – buyum.

1) suvli suspenziyalarni g'ovakli (gipsli) formalarga quyish. Gips formaga suvni yutilishi jarayonida unda ma'lum zichlikka va mexanik

mustahkamlikka ega bo'lgan, formadan oson ajraluvchi tana hosil bo'ladi;

2) eritilgan organik plastifikatorli suspenziyadan qaynoq quyish (metall formalariga. Bunday suspenziyalarda dispers muhit (eritilgan parafin yoki uni asosidagi kompozitsiyalar) metall formalariga issiqlik berish natijasida qotadi, natijada formadan oson ajrab chiqadi.

Yuqorida keltirilgan 11-rasmda quyish qoliplarining primitiv sxemasi keltirilgan. Unda to'kiluvchan (11a-rasm) va quyiluvchan (11b-rasm) qoliplar o'rtasidagi o'xshashlikni ham, farqni ham yaqqol ko'rish mumkin. 12-rasmda esa qo'l kuchidan holi bo'lgan va siqilgan havo yordamida ishlovchi qaynoq quyish apparatining ko'rinishi va ishlash prinsipi keltirilgan.



12-rasm. Quyish apparatining prinsipial sxemasi: 1-isituvchi suyuqlikli termostatiklashgan bak; 2-shliker uchun bachok; 3-hajmli qopqoq; 4-quyish trubkasi; 5-elektr isitgichlar; 6-shliker; 7-qisish qurilmasi; 8-quyish uchun qolip; 9-issiqlik o'Ichagich.

Ko'rsatilgan usullar asosan mayin maydalangan massalarni shakllashda qo'llaniladi. Suvli suspenziyalarni quyish usuli qurilish keramikasi, texnik keramika va olavbardoshlar ishlab chiqarishda, qaynoq quyish-texnik keramika buyumlari ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Shlikerli massadan quyish usuli asosida oquvchan holdagi massaning o'z suvini g'ovak holdagi gips qolipiga berib, uning sirtida qoliplanayotgan buyumning zich holdagi qatlamini hosil qila olish qobiliyati yotadi.

Shlikerli massadan quyish usulida plastik massa asosida shakllanish mumkin bo'lmagan, ya'ni aylanuvchi jism shakliga ega bo'lmagan buyumlar olinadi. Ularga haykalchalar, skulptura buyumlari, ko'zachalar, chuqur tovoqlar, salat solinadigan idishlar va boshqalar kiradi. Bu usul bo'yicha yana yupqa devorli qahva va choy servizlarining buyumlari hamda suyakli chinni buyumlar ham shakllanadi. Plastik massadan qoliplangan choynak, chashka, ko'zachalarning bandlari, qopqoqlari va jo'mraklari ham shliker massadan quyish usuli bo'yicha olinadi. Shlikerli massadan quyish usulining plastik usulda shakllashdan ko'ra quyidagi afzalliklari mavjud:

- massani suvsizlantirish va tiniqtirish jarayonlarining bo'lmashliklari tufayli ishlab chiqarish sikli ancha qisqaradi;

- shlikerni ixtiyoriy masofaga tashib olib borish imkoniyati tug'iladi;

- yupqa devorli buyumlarni shakllashning mumkinligi;

- buyumlarning yuqori darajada shaffoflikka, oqlikka, turli murakkab shakllarga ega bo'lishi, ularning yengil va yuqori estetik ko'rinishga ega bo'lishi;

- kam qovushqoqlikka ega bo'lgan massalarni ishlatish mumkinligi.

Shlikerli massadan quyish usulining kamchiliklari:

- mehnat sharoitining og'irligi;

- elektrolitlarni ishlatish zarurligi;

- katta ishlab chiqarish maydonining kerak bo'lishi;

- gips qoliplarning tez ishdan chiqishi;

- qaytadan ishlatish mumkin bo'lgan chiqitlar miqdorining yuqoriligi;

- yuqori unumdorlikka ega bo'lgan jihozlarning kamligi.

Ana shu kamchiliklar sababli, shlikerli massadan quyish usuli umumiy ishlab chiqarish hajmining atigi 4–6% ni tashkil etadi. Lekin 12-rasmda keltirilgan uzluksiz quyish qurilmalarining yaratilishi tufayli bu masalalarda ham ijobiy qadamlar qo'yilmoqda.

Shlikerning namligi massa tarkibida bentonit bo'lmaganda 31–34 % ni, bentonit bilan esa 38–40 % ni, yarim-avtomatli quyish konveyerlarida 29–30 % ni tashkil etadi. Shlikerning oquvchanligi 15 s,

quyuqlanishi 30 minutdan so'ng 1,3–2 birlikka teng. Bunda buyum qatlami gips qolipining ikkita devori orasida hosil bo'ladi. Shlikerni qolipga u to'liq ravishda to'lib bo'lgunigacha quyib-quyib turiladi. Bunda quyish kanallari massa bilan to'lib qolmasliklari uchun, ularni mineral yog'da qizdirilgan stearin eritmasi bilan ishlanadi. Bu usulda devorlari qalin bo'lgan buyumlar: oval shakldagi chuqur idishlar, jumraklar, bandlar ishlanadi. To'ldirish usuli yordamida buyumlar devorining qalinligi bir xil chiqib, shlikerning namligi va sarfi minimal tarzda bo'ladi.

To'kish usuli yordamida buyumlarni shakllash jarayonida shliker gips qolipining ichiga to'lgunicha quyiladi. Ma'lum vaqt o'tganidan keyin suvning shimilishi oqibatida qolip shliker chegarasida zichlangan massa qatlami vujudga keladi, uning qalinligi shlikerning xossalriga va gips qolipiga bog'liq bo'ladi.

Shlikerning ortiqchasi to'kib tashlanib, qolipda to'plangan massa qatlami qoladi. Bu usulda bir xil qalinlikdagi devorga ega buyumlar, ya'ni chashkalar, qaymoq hamda sut solinadigan ko'zachalar va boshqalar olinadi. Bunda shliker yuqori darajadagi oquvchanlikka ega bo'lishi kerak.

Quyish usuli ikki bosqichda olib boriladi. Bunda avval to'ldirish usuli yordamida buyumning yassi qismi yasaladi. Ushbu vazifani bajarish uchun 2 ta qismdan iborat qolip ishlatilib, ma'lum vaqt o'tgandan so'ng uni ajratiladi. So'ngra qolipning bir qismi o'rniga gips qolipining boshqa qismi o'rnatilib, unda to'kib tashlash usuli yordamida buyumning boshqa qismi shakllanadi. Shakllash yakunida ortiqcha qatlam kesib tashlanib, buyumning chetlari tekislanadi va tozalanadi.

To'kish va to'ldirish usullarining har ikkalasida ham filtratsiya jarayonining tugashi bilan hosil bo'lgan massadan suvning qolipga o'tib borishi to'xtab qolmaydi. Buning natijasida buyum devorlari qatlamining namligi pasayib, uning havo ta'sirida qisqarishi kuzatiladi va shu sababdan buyumlarning qolipdan ko'chib ajralishi ro'y beradi.

Texnik keramika ishlab chiqarishda qo'llaniladigan dastlabki materiallar qovushqoq bo'lmagan materiallardan, masalan, oksidlar, ba'zi silikatlar, shpinellar, titanatlar, sirkonatlar, ferritlar va boshqalardan iborat. Bunday qovushqoqmas material kukunlaridan buyumlar shakllash uchun ularga texnologik bog'lovchilar kiritish kerak. Bunday bog'lovchi texnologik jarayonning keyingi bosqichlarida ajralib chiqib ketishi, ya'ni u o'z funksiyasini faqat

shakllash jarayonida bajarib, kuydirishda to'liq yonib, o'zidan keyin kul qoldirmasligi, buyum xossalariга salbiy ta'sir etmasligi kerak.

Keramik massaga shakllanish xossalari va qovushqoqlikni beruvchi organik modda yoki uning eritmaları plastifikatorlar deb ataladi.

Texnik keramikada qiyin figurali buyumlar yasash uchun organik plastifikatorlar qo'shiladi. Bu usul oxirgi 20 yillarda keng quloqch yozdi hamda turli formada o'lchamli keramik radiodetal keramik massadan tayyorlanadigan bo'ldi. Presslangan buyumlar shakli yaxshi saqlanishi, chetlari bukilib ketmasligi va g'ovakligi bo'lmasligi uchun buyumlar issiq holatda presslanadi.

Termoplastik bog'lovchilar: parafin va uning asosidagi kompozitsiyalar ($50-70^{\circ}\text{C}$ da eriydigan), chegaralanmagan holda holatdan-holatga (yoki qaytar) o'tish qobiliyatiga egadirlar. Shuning uchun quyilgan quymani sovutish orqali ajratib olish mumkin.

Termoreaktiv bog'lovchilar birmuncha yuqori temperaturada eriydilar ($150-200^{\circ}\text{C}$ gacha), kondensiyalanish va polimerlanish jarayonlari tez o'tishini ta'minlovchi temperaturada qaytmas holda qotadilar. Bunday bog'lovchilar (masalan, fenolformaldegid va mochevinaformaldegid smolasi) quyish jarayonini murakkablashtiradi.

Texnologik bog'lovchi shakllash jarayonida o'z funksiyasini bajarib, buyumda noorganik qoldiq qoldirishi, bu qoldiq kuydirish jarayonida fazaviy tarkibning shakllanishiga va albatta, uning xossalariга ta'sir etishi mumkin. Bunday turdagi bog'lovchilarga namlangan tuproq, fosfat eritmaları, kremniy organik birikmalar, noorganik birikmalar kuli, organik va metallorganik birikmalar va boshqa moddalar kiradi. Organik birikmali texnologik bog'lovchilar keng qo'llaniladi, chunki ular texnik keramik materiallari tayyorlashda dastlabki tozalikni saqlab qoladilar.

Termoqovushqoq shliker tarkibiga mineral komponentlar terma ishlov berish yo'li bilan va mayda tuyib, solishtirma yuzasi $3000-10000 \text{ sm}^2/\text{g}$ qilib qo'shiladi. Shliker tarkibiga tuproq komponentlarini va boshqa tog' jinslarini (talk) kuydirib qo'shish tavsiya etiladi. Kuydirilgan tuproqda kimyoviy bog'langan suv chiqib ketib, oldindan kerakli birikmalar sintezi yuzaga kelib, ular kristallanadi va materiallarni jipslashtiradi. Bu shliker xossasini yaxshilab, kuydirishni tezlashtiradi, kimyoviy bog'lanishni hosil qiladi.

Shliker tayyorlashda parafindan tashqari termoplastik stearin, vosk, serezin ham qo'shish mumkin. Hozirgi vaqtda qo'shimcha sirt aktiv

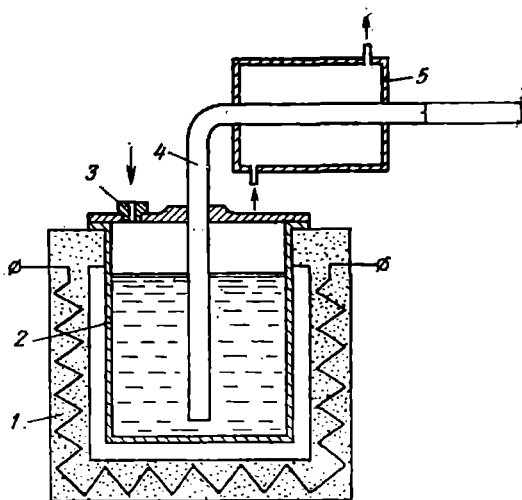
moddalar (PAV) ham eritilgan parafinga qo'shilyapti. U loyning qovushqoqligini oshiradi.

Donali buyumlarni qaynoq quyish usulidan tashqari, termoqovushf/qoq shlikerlarni qotish bilan buyum tanasi shakllanishiga asoslangan texnologiyaning boshqa varianti ham mavjud.

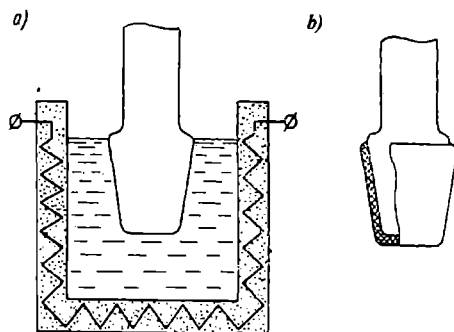
Uzluksiz qaynoq quyish usuli trubka sterjen va shunga o'xshash buyumlarni shakllashda qo'llaniladi. Uzluksiz quyish qurilmasining prinsipial sxemasidan (13-rasm) ko'rinib turibdi, eritilgan shliker shakllovchi trubkaga sovutgich orqali o'tib, qotgan holatda tashqariga siqib chiqariladi.

Platifikatlangan massalardan buyumlarni oddiy usulda siqib chiqarishga nisbatan, bu usul yordamida kamroq siqilish kuchlanishi bilan bir xil strukturaga ega bo'lgan zich buyumlarni olish mumkin.

«Sovuq qotirish» usuli bilan yupqa devorli buyumlar, ya'ni tigellar, gexollar va boshqalar olish mumkin (14-rasm).



13-rasm. Uzluksiz qaynoq quyish qurilma sxemasi: 1-isitish korpusi; 2-shliker uchun termostatiklashgan bachok; 3-bosim ostida havo uzatish uchun shtutser; 4-litnikovli trubka; 5-suvli sovutgich.



14-rasm. «Sovuq qotirish» usuli bilan buyum olish: a - sovuq bolvanka shlikerga tushirilgan; b - «sovuq qotirilgan» buyumli bolvanka.

Bu usulning mohiyati shundan iborat: kerakli formadagi sovutilgan metall bolvanka ichiga qaynoq shliker quyiladi. Buyum devorlari bolvankaga shlikerni issiqlik berishi bilan shakllanadi. Shliker parametrlarini, bolvankaning haroratini va shlikerda uni ulash vaqtini tanlab turib, kerakli devor qalinlikdagi yarim mahsulotni olish mumkin.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Yarim mahsulotning umumiy tavsifini keltiring.
2. Yarim mahsulotni sifatini baholashda asosiy talab nima?
3. Yarim tayyor mahsulotga quyiladigan talablar.
4. Qovushqoq usulda shakllashni turlari.
5. Qovushqoq usulda shakllashda massaning namligi.
6. Xomashyoni kukundan presslashda asosiy ishlab parametrlariga nimalar kiradi?
7. Yarim quruq massa uchun donadorlik tarkibini keltiring.
8. Kukundan presslashda massa namligi va bosimning ahamiyati.
9. Yarim quruq presslashda presslash bosqichlari necha marta bajariladi.
10. Yarim quruq usulning afzalligi va kamchiliklari.
11. Quyish usulining turlarini keltiring.
12. Suvli suspenziyadan gips formalarga quyish usuli va turlari.

13. Suvli suspenziyadan tayyorlangan shlikerni oquvchanligi qancha?
14. To'kish usuli jarayonini ta'riflab bering.
15. To'ldirish usuli jarayonini ta'riflab bering.
16. Qaynoq quyish usuli jarayoni qanday buyumlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.
17. Qaynoq quyish usulida ishlatiluvchi organik moddalarning turlari.
18. Plastifikatorlar nima.
19. Texnologik bog'lovchilarga qanday birikmalar kiradi?
20. Texnologik bog'lovchilarning vazifasi.

Tayanch so'z va iboralar

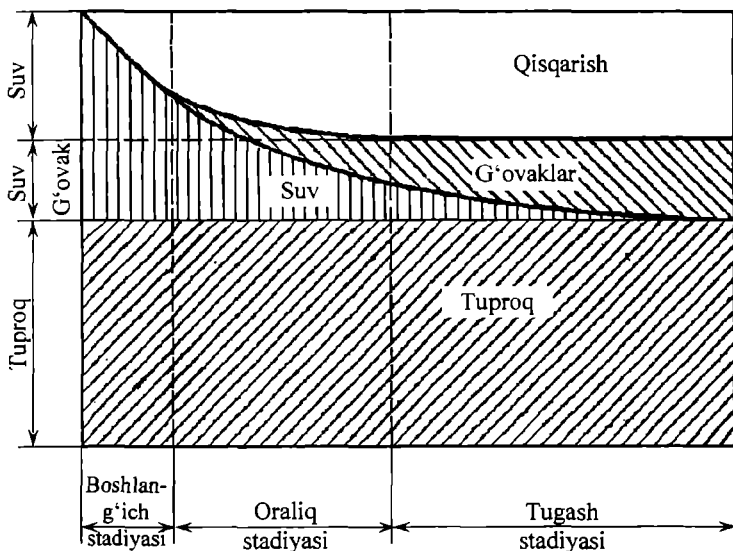
Quyish, to'kish, to'ldirish, shliker oquvchanligi, gips forma, qaynoq quyish, organik plastifikator, parafin, metall forma, termoplastik, termoreaktiv, texnologik bog'lovchi, to'kiluvchan zichlik, tuyuluvchan zichlik, qovushqoq usulda shakllash, presslash, quyish, organik plastifikatorlar, to'kish usuli, to'ldirish usuli, termoplastik bog'lovchilar.

4-bob. KERAMIKA MATERIALLARINI QURITISH VA PISHIRISH JARAYONLARI

14-§. Quritish jarayoni asoslari

Quritish – murakkab va mas’uliyatli jarayon bo‘lib, keramik massa tarkibidan suvni chiqarib, shaklni ma’lum darajada mustahkamlaydi.

Quritish jarayonining asosiy vazifasi qisqa vaqt ichida yarim mahsulot namligini kamaytirish, bunda defekt hosil bo‘lishiga yo‘l qo‘ymaslik. Quritish 2 xil bo‘ladi: 1.Tabiiy. 2.Sun’iy. Tabiiy quritish ancha ko‘p vaqtni talab etadi. Sun’iy quritish quritgichlarda olib boriladi (kamerali, tunnel)



15-rasm. Loyli materiallarning quritish vaqtida hajmini o‘zgarish sxemasi.

Quritish vaqti ikkita asosiy shart bilan aniqlanadi:

- 1) Quritgichga berilayotgan issiqlik va havoning miqdori;

2) Mahsulot o'z namligini darzlsiz va deformatsiyaga uchramasdan chiqarishi.

Quritish jarayonini sxematik tarzda quyidagicha ko'rish mumkin. Issiqlik yurgizuvchi (havo, gaz) buyumni o'rab, uni yuzasidan namlikni yutadi. Bu holat tashqi diffuziya deyiladi, chunki namlik buyumdan tashqari chiqadi.

Buyum ichki qavatlaridan yuzasi tomon kapillyarlardan yangi portsiyadagi namlik harakatlana boshlaydi. Bu – ichki diffuziya. Namlikni buyumdan chiqa boshlashi qisqarishni yuzaga keltiradi. Kritik namlikka yetganda, qisqarish to'xtaydi. Qisqarish jarayonida parlangan namlik qisqartiruvchi namlik deyiladi va uning miqdori o'zgaruvchi kattalik hisoblanadi. Qisqartiruvchi namlik chiqish jarayonida buyum hajmi kamayishi parlangan namlik hajmiga yaqin bo'ladi (15-rasm).

Quritish usullari (ya'ni issiqlik berish usullari va parlangan namlikni ajrab chiqishi) va uning rejimlari (isitish temperaturasi, atrof-muhit namligi) shunday tanlanadiki, quritish tezligini oshirmasdan, jarayonni umumiy davomiyligini iloji boricha kamaytirish.

Nafis keramika texnologiyasida mahsulotlar 2 bosqichda quritiladi. 1-bosqich gips formadan ajratish uchun, 2-bosqichda mahsulot 105–110°C da quritiladi. Yarim mahsulot 1–2% namlik qolguncha quritilganda uning mexanik mustahkamligi keyingi texnologik jarayonlarni oshirish uchun yetarli darajada bo'ladi. Yarim mahsulot yaxshi quritilganda pishish vaqtida temperaturani tezlik bilan oshirish imkoniyati yaratiladi.

Yarim mahsulot yuzasidan uchib chiqqan namlik miqdori quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$W = Z \cdot C \cdot F (P_n - P_p) \cdot 760/b.$$

W – quritish vaqtida uchib chiqqan suvning miqdori, gr;

Z – quritish vaqti, soat;

F – suv uchib chiqadigan yuza, m²;

P_n – berilgan temperaturada suv uchgan yuzadagi to'yingan suv;

P_p – atrof-muhitdagi suv bug'larining partsial bosimi (bug'larning bosimi mm simob ustuni bilan o'lchanadi);

b – atrof-muhit barometrik simob ustuni;

c – yarim mahsulot yuzasida harakat qilayotgan issiq havoning tezligiga parlanishni bog'liqligini ko'rsatuvchi koeffitsiyent.

Katta o'Ichamdagi, quritishga kam sezgir buyumlarni (masalan, kukundan presslangan olovbardoshlar) quritishda katta miqdordagi nisbatan quruq va issiq issiqlikdan foydalaniladi.

Qovushqoq massadan tayyorlangan katta o'Ichamdagi, birmuncha ahamiyatli qisqarishga va uncha katta bo'lmagan nam o'tkazuvchanlikka ega buyumlarni yuqori namlikdagi issiqlik bilan quritiladi. Bunda quritishni boshlash jarayonida nisbiy namligi 100% gacha issiq issiqlik yurituvchi berish yo'li bilan jarayonning umumiy o'tishini qisqartirish mumkin. Bunday issiqlik yurituvchi issiqlikni buyumga uning namligini tortmasdan turib beradi, ya'ni namlikni keskin kamayib ketishiga to'sqinlik qilmay, material isigandan so'ng, uning namlik o'tkazish koeffitsiyenti kattalashadi, bu quritish jarayonini intensivlashtirishga yo'l ochadi.

Har bir material va buyum uchun alohida quritish rejimi belgilanadi. Bunda konvektiv (tunnelli va kamerali), radiatsion va radiatsion-konvektiv quritgichlardan foydalaniladi.

Kamerali quritgichlarda (murakkab formali, yirik buyumlar, shuningdek, kam miqdorda chiquvchi buyumlar) rejim vaqt bo'yicha o'zgaradi va nazorat qilinadi. Konveyer va tunnel quritgichlarda rejim ularning zonolari uzunligi bo'yicha o'zgaradi. Bunda retsirkulatsiyali issiqlikdan foydalaniladi, ya'ni quritgichdan olingan yuqori nisbiy namlikka ega issiqlik qisman quritgichga qayta kiritiladi. Bu issiqlik rejimni «yumshatish» kerak bo'lgan zonaga beriladi.

Radiatsion, radiatsion-konvektiv quritgichlar yirik, chuqur botiqlikka ega buyumlarni (yuqori voltli izolatorlar, chuqur shisha pishiruvchi xumlar va boshqalar) quritishda qo'llaniladi. Qurish tashqi va ichki tomondan bir tekis ketishi uchun buyum ichki devoriga radiatsion isitish moslamalari (lampalar, spirallar) joylashtiriladi.

15-§. Pishish haqida umumiy tushunchalar

Keramika texnologiyasida pishish tugallanuvchi va o'ta murakkab texnologik jarayon hisoblanadi. Pishish jarayonida bir qator fizik-kimyoviy jarayonlar yuz beradi va buyumlar buni natijasida toshsimon tuzilishga, suvga barqaror, mustahkam, sovuqqa chidamli va shunga o'xshash fizik-mexanik xossalarga ega bo'ladi.

Keramik materiallar ishlab chiqarishda kuydirilgan yoki «pishgan» material deb, kuydirish jarayonida kam ochiq g'ovaklikka, ya'ni kam suv yutuvchanlikka ega bo'lgan materiallarga aytiladi. Bu qaysi

materialga qanday talab qo'yilishiga qarab belgilanadi. Materialni suv yutuvchanligi pishgan holatida 0,02 % dan (texnik keramika buyumlari uchun) to bir necha foizgacha (qurilish keramikasi buyumlari uchun) bo'ladi.

Kuydirish jarayonida hajmiy o'zgarishlarni (α_{xaj}) g'ovaklik, zichlik va massa o'zgarishiga qarab funksiya ko'rinishida ifodalash mumkin:

$$\alpha_{xaj}=[(\rho_1(1+a/100)/\rho_2)-1]\cdot 100\% \quad (1)$$

$$\alpha_{xaj}=[(((100+a) \cdot (100-P_1)\gamma_1) / ((100-P_2)\gamma_2 100) -1)]\cdot 100\% \quad (2)$$

Bu yerda 1 va 2 indekslar yarim mahsulot va kuydirilgan materialga tegishli.

a – material massasining kuydirishda o'zgarishi, %da, bu kattalik yo manfiy yo musbat bo'lishi mumkin.

Kuydirish jarayonida materialni haqiqiy zichligi ($\gamma_1=\gamma_2$) va massasidagi o'zgarishlar ($a=0$) bo'lmasligi mumkin. Bunday holat bir qator olovbardosh va texnik keramika buyumlariga xosdir, chunki ularni shakllashda avvaldan kuydirilgan materiallar ishlatiladi, qaysiki bu materiallarda fizik-kimyoviy reaksiyalar, fazaviy o'zgarishlar yakunlangandir. U holda (1) va (2) ifodalar sodda ko'rinishga ega bo'ladi;

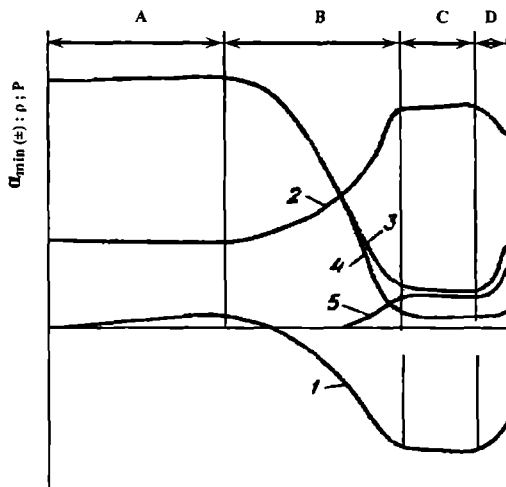
$$\alpha_{xaj}=(\rho_1/\rho_2)-1)\cdot 100\%$$

$$\alpha_{xaj}=(P_2-P_1/100-P_2)\cdot 100\%$$

Bunday holatni hisobga olmay turib, kuydirishda keramik materiallarning chiziqli o'lchamlarini α_{chiz} , zichlikni ρ , g'ovaklikni P o'zgarishini quyidagi grafikda izohlash mumkin.

Kuydirish jarayonida keramikaning o'lchamlari va zichlik xarakteristikasini o'zgarishini 16-rasmda ko'rish mumkin.

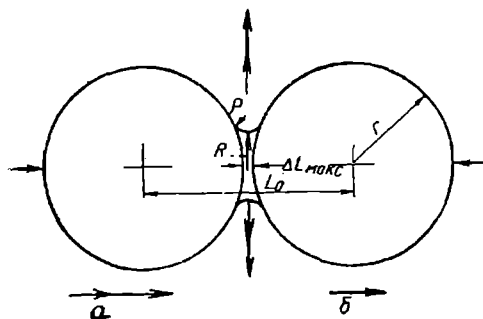
Grafikdan ko'rinib turibdiki, A - uchastkada keramikada sezilarli o'zgarishlar yo'q, B uchastkada pishish jarayoni ro'y beradi, bu jarayon temperatura ko'tarilishi bilan tezlashadi. Bunda zichlik oshadi, umumiy g'ovaklik kamayadi. Ma'lum etapda g'ovaklar himoyalaniish jarayoni boshlanadi, ya'ni berk g'ovaklar yuzaga keladi, buni natijasida ochiq g'ovaklik umumiy g'ovaklikka ko'ra kamayadi. V uchastkada qisqarish maksimal darajaga etadi. G uchastka materialni ko'pchishiga tegishli, ya'ni kuyib ketish natijasida zichlik kamayib, berk g'ovaklar hajmi o'sadi.



16-rasm. Kuydirish jarayonida keramikaning o'lchamlari va zichlik xarakteristikasini o'zgarishi.

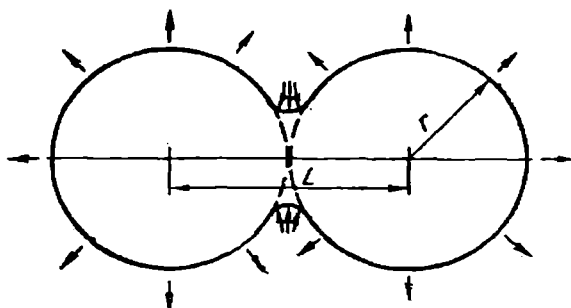
1-chiziqli o'lchamlari (α_{chiz}) o'zgarishi; 2-zichlik (ρ); 3-haqiqiy g'ovaklik (P , %); 4-ochiq g'ovaklik (P_o , %); 5-yopiq g'ovaklik ($P_{yo}=P-P_o$, %); A – pishishgacha bo'lgan uchastka; B-pishish jarayoni uchastkasi; V-pishish holat intervali; G-kuyib ketgan, ya'ni pishishdan o'tib ketgan uchastka – «ko'chish».

Pishish jarayonining mexanizmini va tasniflanishini ko'rib chiqishdan avval, keramik sistemaning pishishida qatnashuvchi fazalarni nazarga olish lozim. Agar pishish «qattiq faza-suyuqlik-gaz» sistemasidagi jarayonlarni o'z ichiga olsa, asosiy rol suyuq fazaga tegishlidir. Bu grupp jarayoni «suyuq faza ishtirokida pishish» yoki «suyuq pishish» deb ataladi (17-rasm). Suyuq faza ishtirokisiz o'tuvchi pishish jarayoni «qattiq fazali pishish» deb ataladi.



17-rasm. r -radiusli ikkita qattiq sferik qismda suyuqli pishish sxemasi: a) Botiq yuza linzalardagi, kapilyear bosim ta'siri ostida suyuqlikni fazadagi ko'chish yo'nalishi; b) Qattiq qismlarni yaqinlashish yo'nalishi (cho'kmalar); L_0 – qismlar orasidagi masofa; ΔL_{maks} – sferalar tekkunga qadar maksimal yaqinlashish kattaligi.

$$(\Delta L_{maks} = L_0 - 2r).$$

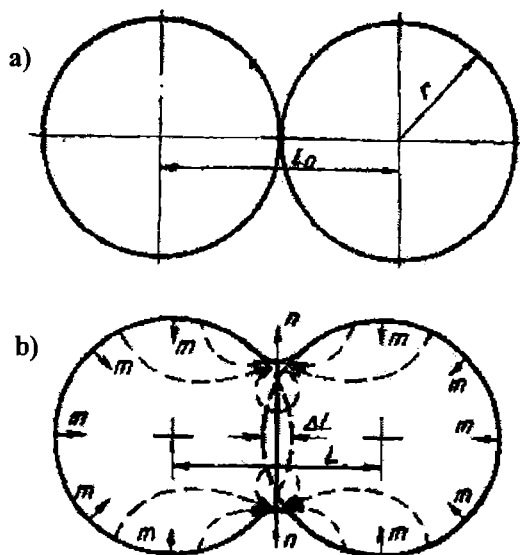


18-rasm. «Bug'lanish-kondensatlanish» mexanizmi bo'yicha; r -radiusli ikki sferik qismlarni pishish sxemasi. (strelkalar qavariq sirtlardan va peremichka botiq yuzalarui kondensatsiyasini bug'lanishini ko'rsatadi; qismlar orasidagi masofa: $L = 2r = \text{const}$).

Bu rasmda «bug'lanish-kondensatlanish» mexanizmi modeli tasvirlangan. Mexanizmga ko'ra modda donalar yuzasidan bug'ning bir maromdagi qayishqoqligi farqi ta'siri ostida kontakt uchastkaga ko'chadi. Qavariq yuzaga nisbatan botiq yuzada bug' qayishqoqligi past. Shuning uchun donalar yuzasining katta qismida moddaning bug'lanishi va kontakt zonadagi kondensatlanishi sodir bo'ladi.

Qismlar fazasida bo‘yin kesimi kattalashishi bilan materialning mustahkamligi oshadi.

Moddaning diffuzion ko‘chish mexanizmiga asoslangan qattiq fazali pishish jarayoni keng tarqalgan va muhimroq jarayonlardan hisoblanadi (19-rasm).



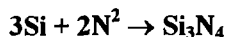
19-rasm. r -radiusli ikki monokristall sferali diffuzion pishish sxemasi:

a) boshlang‘ich holat; b) pishish jarayonidagi holat; m -qisuvchi kuchlanishlar yo‘nalishi; n -cho‘zuvchi kuchlanishlar yo‘nalishi; $L_0=2 \cdot r$ -qismlarni pishish vaqtidagi sferalar markazlari orasidagi masofa; $\Delta L=L_0-L$ -qismlar markazlari yaqinlashish kattaligi; punktir chiziqlar kristall yuzalaridan va peremichka yuzasida kristallar orasi chegaralari moddalarning diffuzion ko‘chish yo‘nalishini ko‘rsatadi.

Texnik keramika buyumlari olishda olovbardoshlik, kimyoviy bardoshlik, mexanik, issiqlik, elektr yoki magnitli xususiyatlar talab etiladi, bu material pishish jarayonida suyuqlikni ortiqcha miqdorda bo‘lmasligi sharti bilan bajariladi.

Bosim ostida pishish yoki «qaynoq presslash» keramika texnologiyasining ba'zi turlarida qo'llaniladi. Bu usul tarkibida suyuq faza bo'lmagan qiyin pishuvchi materiallardan yuqori zichlikka ega buyumlar olishda ishlatiladi.

Reaksion pishish. Bu usulda pishayotgan material zichlashishi kimyoviy reaksiya natijasida hosil bo'lishiga muvofiq sodir bo'ladi. Sistema zichligining oshishi reaksiya mahsulotining massasi va hajmi reaksiyaga kirishayotgan komponentlarnikidan ko'proq ekanligidan. Ya'ni masalan,



16-§. Buyumlarni kuydirish rejimini aniqlovchi faktorlar

Keramik buyumlarni kuydirish sikli quyidagi bosqichlardan iborat: isitish, maksimal haroratda ushlab turish va sovitish.

Quyidagi har bir bosqichni umumiy xossalari va kuydirish rejimini aniqlovchi faktorlar bilan tanishamiz.

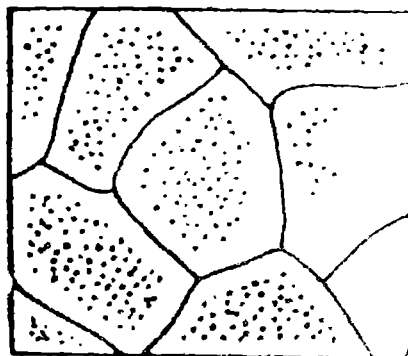
Kuydirishning so'nggi harorati va ushlab turishning davomiyligi buyum xossalari qo'yiluvchi talablar yig'indisidan iborat. Yuqorida ko'rsatilgandek kuydirishda pishish jarayonining tezligi harorat bilan tez oshib boradi. Ushlab turishga qo'yiladigan asosiy talab ham pishishni aniq darajasiga yetkazishdir. Lekin ba'zi hollarda talab etilayotgan harorat va ushlab turish davomiyligi kimyoviy reaksiya yoki fazaviy o'zgarishlar tugashi bilan aniqlanadi.

Ko'p hollarda harorat bilan ushlab turishni muvofiqligini o'zgartirib, aynan bir xil natija olish mumkin. Bir xil massadan tayyorlangan buyumlarni kuydirish harorati ba'zi hollarda 100°C va undan ortiq oraliqda o'zgarishi mumkin.

Kuydirish jarayonining oxirgi stadiyasida kimyoviy tarkibga bog'liq reaksiyalar natijasida hosil bo'lgan kristallar o'sishi, boshqacha qilib aytilganda, rekristallizatsiya amalga oshadi. Material yoki buyumning yuqori haroratda vaqt bo'yicha uzoq ushlash yoki haroratni yanada yuqoriroqqa ko'tarish natijasida kristallarning intensiv o'sishi kuzatiladi. Natijada kristallar o'lchami boshlang'ich xomashyo kukuniga nisbatan 2–3 marotaba kattalashib ketadi. Kristallarning o'sishi o'lchamlari kichik kristallar hisobiga ro'y beradi (20-rasm). Natijada kristall chegaralarining umumiy maydoni hajmiy birlikda kamayadi.



**20-rasm. Poli kristalli keramik moddaning mikrostrukturasi.
(strelkalar bilan kristallarning o'sish yo'nalishi ko'rsatilgan)**

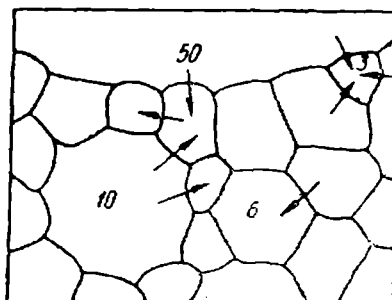


**21-rasm. Donlar orasi chegaralaridagi g'ovaksiz panjaralar
sxemasi.**

Keramika mikrostrukturasi g'ovaklardan ozod bo'lgan donalarning tashqi qismi (g'ovaksiz «qavat») 21-rasmida keltirilgan.

Yopiq g'ovaklikni maksimal kamaytirish kuydirishni vakuumda olib borish va yirik kristallarni g'ovak bilan hosil bo'lishini oldini olish sharoitida amalga oshiriladi. Pishuvchi keramikaning umumiy g'ovakligini 8–10 % alohida kristallarning yuzasi gazli faza (g'ovaklar) bilan emas, balki boshqa kristallar bilan chegaralanadi. Bu vaqtda materialda kristallarning o'sish jarayoni–rekristallizatsiya boshlanadi.

Rekristallizatsiya zichlanishning oxirgi bosqichida kuzatiladi, uzoq muddat ushlab turish yoki haroratni ko'tarish bilan bu jarayon davom etadi. Ular davom etuvchi rekristallizatsiyada pishgan keramikadagi kristallar o'lchami keramikaning dastlabki massa zarra o'lchamlaridan (2–3 barobar) kattalashishi mumkin. 22-rasmda polikristall namunaning rekristallanishi ko'rsatilgan (Burke bo'yicha). Sxemadagi strelkalar qirralarining joylashishi yo'nalishini ko'rsatyapti. Katta sonli qirraga ega donalar kichik o'lchamli donalar hisobiga o'sadi.



22-rasm. Rekristallizatsiya sxemasi (Burke bo'yicha).

Kuydirish haroratini yo'l qo'yish intervali suyuq pishishda ozgina bo'ladi. Bunda eritma tarkibi yoki uning qovushqoqligi harorat bilan tez o'zgaradi. Bunday holat yuz bermasligi uchun ushlab turish vaqtini uzaytirish lozim.

Ushlab turish rejimini materialni fizik-kimyoviy xarakteristikasidan tashqari, shakli, o'lchamlariga qarab tanlanadi.

Isitish davri. Kuydirishning murakkab bosqichi hisoblanadi. Asosiy vazifa shundan iboratki, buyumlarni buzilishdan saqlagan holda talab qilinadigan maksimal temperaturagacha isitishdir.

Isitish quyidagi jarayon va faktorlar bilan limitlanadi:

a) bog'langan suvni chiqarib yuborish. Bunda agar isitish katta tezlikda berilsa, buyum ichida bug' bosimi oshib boradi. Agar buyum hajmi katta bo'lib, gaz o'tkazuvchanligi kam bo'lsa, hosil bo'layotgan bug' bosimi oshadi va buyumni buzilishiga olib keladi.

b) kimyoviy bog'langan suvni ajralishi va boshqa uchuvchan mahsulotlarni ajralishi tegishli haroratda bu ham buyumni buzilishiga olib keladi. Lekin tuproqli minerallarni degidratatsiya qilish, ozod suvlarni ajralishiga qaraganda uncha xavf tug'dirmaydi.

d) mexanik kuchlanish. Buyumning termik kengayishi natijasida vujudga keladi. Bu harorat bilan bevosita bog'liq. Haroratni o'zgarishi buyumni ustki qismini siqilishi va ichki qatlamni tortilishiga sabab bo'ladi. Bu holda yoriqlar paydo bo'ladi.

e) pishish jarayonida qisqarishdan hosil bo'ladigan mexanik kuchlanish. Pishish jarayonida hajmiy o'zgarish shiddat bilan boradi. Natijada yoriqlar paydo bo'ladi. Yoriqlar paydo bo'lishini oldini olish uchun harorat sekin ko'tarilishi lozim.

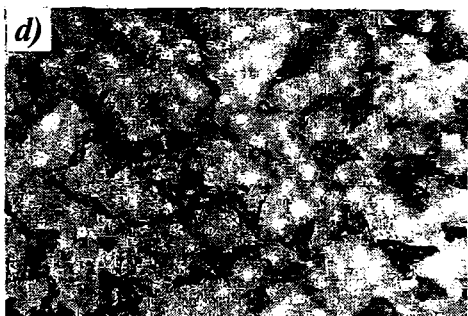
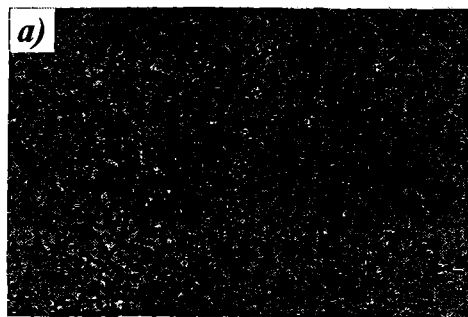
Sovitish davri. Suyuq pishirish yo'li bilan olingan buyumlarni sovitilganda suyuq faza qotib, shisha ko'rinishiga o'tadi. Kristall o'lchamlari sovitish rejimiga bog'liq. Sovitishning boshlang'ich bosqichida materialni plastik xususiyati vujudga keladi va harorat tezligini pasaytiradi. Shuning uchun yoriq hosil bo'lish xavfi past haroratda ko'proqdir, ya'ni mo'rt holatga o'tayotganda.

Sovitish davri davomiyligi ko'pgina materiallar uchun isitish davriga qaraganda kamroq bo'ladi. Faqat polimorf o'zgarishlar mavjud hollarda buyumlarni sovitish ancha cho'zilishi mumkin.

Keyingi vaqtlarda olovbardosh keramika buyumlarining yangi klassi karbid, borid, silitsid va boshqalar yaratildi. Ular keramika massasi va metall kombinatsiyasi asosida olingan bo'lib, katta haroratda yuqori mustahkamligini saqlab qolishligi bilan boshqalardan ajralib turadi. Hozirgi kunda mukammal o'rganilgan va sanoatda ishlab chiqariladigan bunday materiallar qatoriga titanli karbid va boshqa nikel ($TiC+Ni$) kabi tarkibiga alyuminiy oksidi va xrom metalli kiritilgan kermetlar kiradi.

Karbidlar asosidagi kermet ($WC+Co$ yoki $TiC+Ni$) lar sferoidal prizmatik donachalardan tashkil topgan bo'lib, ular butunlayin metalli fazalar bilan o'ralgan bo'ladi. (23-rasm). Yuqori haroratda bog'lovchi faza suyuqlikdan tashkil topgan bo'lib, u butunlayin karbid bo'lakchalarini ho'llaydi, ular orasiga oqib kiradi va ingichka metalli plyonka hosil qiladi (23 a, b-rasmlar). Bunday kermetli kompozitsiya $94\% WC + 6\% Co$ yoki $70\% TiC + 30\% Ni$ tashkil topgan bo'lishi mumkin.

Alyuminiy oksidi va xrom metallidan tashkil topgan aralashmalar kuydirilganda ham oksid, ham metall asosida tashkil topgan uzluksiz fazalar hosil bo'ladi (23 d-rasm). Shu tufayli yuqori haroratlarda o'ta mustahkam va termik kuchlanishga o'ta chidamli kermetning paydo bo'lishiga olib keladi.



23-rasm. Kermet mikrostrukturasi:

a–94% WC+6% Co tarkibli kermet ($\times 1500$). Gumenik bo'yicha;

b–70% TiC+30% Ni tarkibli kermet ($\times 1580$). Gumenik bo'yicha;

v–30% Al_2O_3 +70% Cr tarkibli kermet ($\times 545$). Xorvat bo'yicha.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Quritish jarayonining asosiy vazifasi, uning turlari.
2. Yarim mahsulot yuzasidan uchib chiqqan namlik miqdori qanday aniqlanadi.
3. Quritish jarayonini sxematik tarzda ta'riflab bering.
4. Quritgich turlari, ulardan qo'llanilish yo'llari.
5. Nafis keramika texnologiyasida mahsulotlar necha bosqichda quritiladi?
6. Kuydirish jarayonida hajmiy o'zgarishning g'ovaklik, zichlik, massa o'zgarishiga bog'liqligini ifodalang.
7. Pishish turlarini keltiring.
8. Mahsulotni pishish rejimini aniqlashda asosiy faktorlar.
9. Keramika buyumlarini kuydirish sikli necha bosqichdan iborat? Har bir bosqichni ta'riflab bering.
10. Kuydirishda ushlab turish davomiyligi nimalarga bog'liq?

Tayanch so'z va iboralar

Quritish, tabiiy, sun'iy, kamerali, tunnelli quritgich, diffuziya, yarim mahsulot, radiatsion, radiatsion-konvektiv quritgich, pishish, kuydirish, qattiq fazali pishish, suyuqlik, reaksiya bosim ostida pishish.

IKKINCHI QISM. QURILISH KERAMIKASI ISHLAB CHIQUARISH TEXNOLOGIYASI

5-bob. QURILISH KERAMIKASI TASNIFI VA XOMASHYOSI

17-§. Qurilish keramikasi materiallarining tasniflanishi

Qurilish keramikasi materiallari ishlatilish sohasiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

Devorbop – oddiy qurilish g'ishti, teshikli va g'ovakli g'isht va toshlar, g'isht va teshikli toshlardan iborat yirik blok va panellar.

To'suvchi materiallar – bo'shliqli toshlar, balkalar va panellar;

Tom yopma materiallar – lentali, yuzali cherepitsa va boshqalar;

Tashqi sirt materiallar– yuzali g'isht, fasad koshinlari, terrakota;

Yo'l va pol uchun – klinker, koshin, plitkalar;

Issiqlik himoyalovchi va yengil vaznli g'isht va toshlar – keramzit, agloporit va boshqalar;

Maxsus buyumlar – drenaj va kanalizatsiya quvurlari.

Qurilish keramikasi materiallari va buyumlari, shuningdek, dag'al (oddiy qurilish g'ishti, teshikli, g'ovakli, bo'shliqli toshlar, klinker g'ishti, drenaj va kanalizatsiya quvurlari, pol koshinlari, cherepitsa) va nafis (terrakota, mayolika, sirt koshinlari, sanitar-qurilish buyumlari)ga bo'linadilar.

Qurilish keramikasi materiallari va buyumlari g'ovakli (to'liq pishmagan) va zich (pishgan) buyumlarga bo'linadi.

G'ovakli materiallar sindirilganda g'adir-budir, shaffofmas, urilganda xira tovush chiqaradi.

Bu buyumlar 5–20% gacha suvni yutadi. Kerak bo'lganda bunday buyumlar angob va sir bilan qoplanadilar. G'ovakli sirlanmagan buyumlarga : to'liq va teshikli qurilish g'ishti, g'ovakli g'isht, g'ovakli buyumlar, keramik blok va toshlar, cherepitsa, drenaj quvurlar, terrakota va boshqalar kiradi. G'ovakli sirlangan buyumlarga: sirt yuza g'isht, koshinlar, plitalar, mayolika koshinlari, fayans massadan tayyorlangan sanitar-qurilish buyumlari kiradi.

18-§. Qurilish keramikasi materiallari ishlab chiqarishda qo'llaniladigan xomashyolar

Tuproqli g'isht va keramik toshlar ishlab chiqarishda xomashyolarning quyidagi turlaridan foydalaniladi:

Tuproq jinslari – tabiatda zich, sochma, qovushqoq holatda uchraydi, ularni yengil eruvchan tuproqlar deyiladi.

Tuproqlar birlamchi (ellyuvial), ya'ni hosil bo'lgan joyida qolgan tuproqlar va ikkilamchi, ya'ni suv bilan va shamol ta'sirida yangi joyga kelgan tuproqlarga bo'linadi.

Ikkilamchi tuproqlarning uchta asosiy turi mavjud:

Delyuvial tuproqlar – bu tuproqlar yomg'ir va qor suvlari bilan ko'chgan tuproqlar. Qoidaga ko'ra, bu tuproqlar o'zlarini hosil bo'lgan joylaridan uncha uzoqqa ko'chmagan, qatlamli tuzilishga ega bo'lgan, tarkibi bir xil bo'lmagan va mayda qo'shimchalar bilan ifloslangandir.

Muzli tuproqlar–muzlarning harakatlanishi natijasida hosil boladi. Yirik va mayda toshli qo'shimchalar bilan ifloslangan.

Soz tuproqlar–shamol yordamida kelgan bir xil tarkibli, g'ovak tuzilishli va yuqori changlangan tuproqlar.

Soz tuproqlarda changli fraksiya kremnezem, kalsiy karbonat, temir oksiddan iborat. Soz tuproqlar mikrostrukturasi uning granulometrik va kimyoviy-mineralogik tarkibiga bog'liq.

Qurilish keramikasida tuproqli xomashyo toza holda kam ishlatiladi, ko'pincha tuproq bilan birga turli qo'shimcha materiallar ishlatiladi (18 va 19-jadvallar).

Qo'shimchalar: toshsimon-qum, shamot va boshqa yonmaydigan qo'shimchalar, toshsimon va yonuvchi yog'och qipiqdari, ko'mir shlaklari.

Boyituvchi plastifikator qo'shimchalar – yuqori qovushqoqlikka ega bo'lgan yog'li va bentonit tuproqlar.

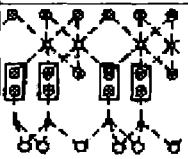
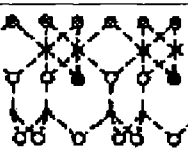
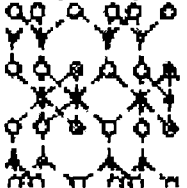
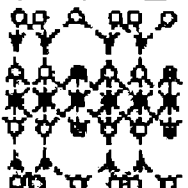
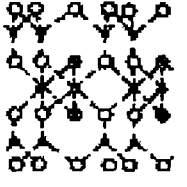
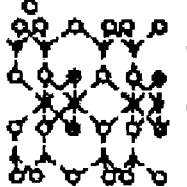
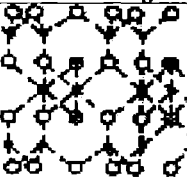
Shuningdek, qo'shimchalar quyidagilarga bo'linadilar:

Massaning qovushqoqlik xossalarini yaxshilash uchun (yuqori qovushqoqlikka ega bo'lgan tuproq, sirt aktiv moddalar);

Kuydirish sharoitini yaxshilash uchun (IES kuli, shlaklar, ko'mir);

Quritish xususiyatlarini yaxshilash uchun (shamot, kum, degidratlangan tuproq, yog'och qipig'i).

Mustahkamlik va sovuqqa chidamlilikni oshirish uchun (shisha sinig'i, pirat ogarkasi, temir rudasi).

Galluazit			Kaolinit			● - Si ● - Al ● - Hg ○ - O ● - OH
	6OH	- 6		6OH	- 6	
	4Al	+ 12		4Al	+ 12	
	6OH	- 6		6OH	- 6	
	4OH	- 4		4OH	- 4	
	4Si	+ 16		4Si	+ 16	
	6O	- 12		6O	- 12	
Pirofillit va montmorillonit (ideal holat)			Talk			
	6O	- 12		6O	- 12	
	4Si	+ 16		4Si	+ 16	
	4O+2OH	- 10		4O+2OH	- 10	
	4Al	+ 18		6Mg	+ 12	
	4O+2OH	- 10		4O+2OH	- 10	
	4Si	+ 16		4Si	+ 16	
	6O	- 12		6O	- 12	
Nontronit			Slyuda (tillit)			
	6O	- 12		1K	+1	
	4Si	+ 16		6O	- 12	
	4O+2OH	- 10		4Si+1Al	+ 15	
	4Fe ⁺⁺⁺	+ 12		4O+2OH	- 10	
	4O+2OH	- 10		4Al	+ 12	
	4Si	+ 16		4O+2OH	- 10	
	6O			3Si+2Al	+ 15	
				6O	- 12	
				1K	+1	
Ion almashgan montmorillonit						
	6O	- 12	● - Si ● - Al, Fe⁺⁺⁺ ● - Hg ○ - O ● - OH ⊖ - K			
	4Si	+ 16				
	4O+2OH	- 10				
	3Al+1Hg	+ 11				
	4O+2OH	- 10				
	4Si	+ 16				
	6O	- 12				

24-rasm. Tuproq minerallarining strukturasi.

Tuproq minerallari, masalan, kaolinitda (24-rasm) kremniy kislorod tetraedrlari hosil bo'lishida alyuminiy ishtirok etmaydi. Bunday tetraedrlarning uchta uchi tutashib olti burchakli to'rlarni hosil qiladi. Har qaysi varaq keyingi shunday qavat bilan bir tomondan gidroksil

gruppalari, ikkinchi tomondan keyingi tetraedrik varaqning kislorod ionlari bilan jipslashgan. Kaolin tuprog'i ivitilganida osonlikcha yupqa varaqchalarga ajralishi, ularning mukammal ulanish tekisligiga ega bo'lishi va kristallarning shunday tuzilishi bilan izohlanadi.

20-§. Tuproqlarning kimyoviy tarkibi

Tuproq-aluminiy, kremniy, temir, titan, Ca, Mg, Na, K larning kimyoviy birikmalari, oksidlari va tuzlardan iborat. Uning tarkibida ba'zi organik birikmalar va suv mavjud bo'ladi.

Ayrim tuproqlarning o'rtacha kimyoviy tarkibi

10-jadval

Massa qismi %									
SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P.p.p*	Al ₂ O ₃ na prokal.
Boyitilgan Prosyantovsk kaolini (kaolinit)									
47.35	37.5	0.52	0.25	0.06	0.25	0.06	0.38	13	43.1
Boyitilgan Alekseevsk kaolini (kaolinit)									
48.1	36.85	0.55	0.7	0.4	0.32	0.08	1	12	41.88
Latnensk tuprog'i LT-1 (kaolinit)									
49.14	34.74	1.74	0.76	0.62	0.22	0.18	0.28	12.32	39.62
Chasov-yarsk ChO tuprog'i (kaolinit, illit)									
50.63	32.8	0.9	1.75	1.45	0.37	0.75	2.7	8.65	35.9
Pechorsk tuprog'i (illit, kaolinit)									
62.9	21.15	0.9	4.65	0.6	1.3	0.79	4.11	3.6	21.94
Lianozovsk tuprog'i (illit, montmorillonit, kaolinit)									
67.92	15.55	0.74	5.81**	1	2.28	0.98	1.52	5.47	16.45
Oglanlinsk bentoniti (montmorillonit)									
70.8	14.5	0.27	1.3	2.55	3	1.9	0.48	5.2	15.3
*-qizdirishdagi yo'qotishlar; **-FeO bilan birgalikda									

N.T.Andriyanov tomonidan tuzilgan 10-jadvaldan ko'rinib turibdi: qiyin eruvchi gillar (Prosyantovsk kaolini, Latnensk tuprog'i va boshqalar) da SiO₂ miqdori 47–50, Al₂O₃ esa 33–38% ni tashkil etadi. Fe₂O₃ miqdori ham kam bo'lib, u 0,25–1,75 %ga teng.

Yengil eruvchan tuproqni tarkibidagi asosiy oksidlarning miqdori quyidagi oraliqda bo'ladi (% hisobida): kremnezem SiO₂ 60–80, glinozyom Al₂O₃ titan oksidi bilan birgalikda 5–20, temir oksidi Fe₂O₃

3–10, kalsiy oksidi CaO 0–2,5 magniy oksidi -3, ishqoriy metall oksidlari 1-5.

21-§. Tuproqning mineralogik va granulometrik tarkiblari

Mineralogik tarkibga ko'ra tuproqlar 4 guruhga bo'linadi:

1) Kaolin guruhi, bu guruhga doimiy uchrab turuvchi kaolinit minerali, kimyoviy tarkibi o'xshash dikkit va nakritlar kiradi.:



Kaolinit asosan o'tga chidamli, qiyin eruvchan tuproq va kaolinlar tarkibiga kiradi.

2) Galluazit guruhi $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Ko'pincha kaolin, kaolinit tuproqlari tarkibida uchraydi, ularga yuqori disperslik, qovushqoqlik va adsorben xususiyatlarini beradi.

3) Gidroslyudalar – (illit, gidromuskovit) slyudalarning turlari darajasidagi gidrotatsiya mahsuli. Gidroslyudalar ma'lum miqdorda oson eruvchi tuproq tarkibida uchraydi.

4) Montmorillonit guruhi (montmorillonit, nontronit, beydelit) murakkab gidrosilikatlar $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3-5 \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ dan iborat bo'lib, ularda **Ca, Mg, Na, Fe** lar mavjuddir.

Montmorillonitlar boshqalardan o'zining yuqori dispersligi, qovushqoqligi, bo'kuvchanligi, sekin quruvchanligi, quritish va pishirish jarayonidagi ta'sirchanligi bilan ajralib turadi.

Tuproq tarkibiga asosiy (o'tga chidamli tuproqqa xos) faqat bir mineral kirishi mumkin. Bunday turlarni monomineral deyiladi, bir necha mineral kirs, ularni polimineral deb ataladi. Bunday tuproqlarga oson eruvchanlar kiradi.

Kaolinit minerallaridan tashkil topgan tuproq suvda kam bo'kadi va kislotalarga aktivlik ko'rsatmaydi. Agar tuproqda faqat kaolinit mavjud bo'lsa, ularni kaolin deyiladi. Kaolinit guruhidagi minerallarning tarkibi o'tga chidamli va qiyin eruvchan tuproqlarga xosdir. Agar tuproq tarkibida faqat montmorillonit minerali bo'lsa, bunday tuproqni bentonit deyiladi.

Kremnezem tuproqda bog'langan (tuproqli mineral tarkibida) va ozod (qum) holatida uchraydi. Ozod kremnezemni ko'p miqdorda bo'lishi tuproqli xomashyoda qum miqdorini ko'pligini ko'rsatadi, sopolakda g'ovaklik ortib, mexanik mustahkamlik kamayadi. Bunday xomashyodan murakkab buyumlar ishlab chiqarish maqsadga muvofiq emas.

Tarkibida glinozyom miqdori ko'p bo'lgan tuproq pishish uchun yuqori temperatura talab etadi. Glinozyom miqdori kam bo'lgan buyumlarda mexanik mustahkamlik kamayadi.

Tuproqlarda temir oksidlari—gematit, gidroksid, siderit, ankirit, pirit, magnetit, galluazit ko'rinishida uchraydi. Kalsiy oksidi—ohak, dolomit, sulfat va boshqa minerallar ko'rinishida uchraydi.

Yengil eruvchan tuproqlarda organik moddalar 15% gacha bo'ladi.

Tuproqli xomashyoning granulometrik tarkibi (11-jadval).

Ba'zi tuproqlarning o'rtacha donali tarkibi, asosiy xossalari va ishlatilishi

11-jadval

Turli fraksiyalar uchun massa qismi, %					Olovbardosh- liligi, °C	Plastikligi	Suv yutuvchan- ligi 2% gacha boʻlgan pishish harorati, °C
>50	50-10	10-5	5-1	<1			
Prosyanovsk boyitilgan kaolini (chinni, sopol, olovbardosh)							
2.6	12.2	11.8	36.7	36.7	1770- 1790	kam	1370
Boyitilgan Alekseevsk kaolini (chinni, sopol, olovbardosh)							
11	8	9.5	30	41.5	1770- 1740	kam	1340
Latnensk tuprogʻi LT-1 (olovbardosh)							
2.5	4.1	8.8	16.8	67.8	1740	oʻrtac ha	1200
Chasovyarsk ChO tuprogʻi (olovbardosh, chinni, sopol)							
0.1	0.3	9	12	78.6	1710- 1750	yuqori	1100
Pechorsk tuprogʻi (kislotabardosh, fasad va yuza koshinlari, kanalizatsiya va drenaj quvurlari)							
3.5	8.5	12.3	32.5	43.2	1350- 1410	ancha past	1050
Lianazovsk tuprogʻi (keramzit)							
10.1	13.4	13.6	18.6	44.3	1250- 1300	ancha past	pishmay- digan.
Oglanlinsk tuprogʻi (qovushqoqlikni oshirish uchun)							
	0.3	7.2	10.4	82.1	1300- 1410	yuqori	1100

5 mkm dan kichik — 8-60 %;

5–50 mkm	– 6-55 %;
5–250 mkm	– 1-22 %;
1000 mkm dan katta	– 10 %.

Yengil eruvchan tuproqlar granulometrik tarkibi ularning mineralogik tarkibi bilan bog'liqdir. 10 mkm dan yirik bo'lgan qismlar asosan birlamchi minerallar (kvars, dala shpati, slyuda va b.), 5 mkm dan kichiklar tuproqli (kaolinit, montmorillonit va b.), ikkilamchi hosil bo'lgan minerallardan iborat. Tuproq dispersligi oshishi bilan kremnezem miqdori oshadi. Glinozyom va temir oksidi miqdorini oshishi bilan kremnezem kamayadi.

Tuproqning asosiy texnologik xossalariga qovushqoqlik, bog'lovchilikka moyillik, issiqlik ishlovidan havoda qisqarish, quritishga sezgirlik, pishishi, kuydirishda qisqarish, olovbardoshlik kiradi.

Qovushqoqlik deb, tuproqni suv bilan qorilganda hosil bo'lgan massa tashqi kuch ta'sirida kerakli formani oluvchi, bu kuch ta'siri olinganda o'z formasini saqlab qolishi qobiliyatiga aytiladi.

Qovushqoq massa tayyorlashda suv miqdori turli tuproqlar uchun turlicha o'zgaradi. 28 30 % dan ortiq suv qo'shilgan tuproq qovushqoqligini yo'qotadi va oquvchan massaga aylanadi.

Qovushqoqlik tuproqning minerologik tarkibiga, zarralarning o'lchami va formasiga, suyuq fazaning xarakteriga bog'liq.

GOST 21216.1-81 ga ko'ra tuproqning qovushqoqligi soni P bilan xarakterlanadi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$P = W_1 - W_2$$

W_1 – tuproqning pastki chegarasidagi oquvchanlik absolyut namligi;

W_2 – tuproqni uqalanish chegarasidagi absolyut namligi, %.

Tuproqlar qovushqoqlik soniga ko'ra beshta sinfga bo'linadi:

Yuqori qovushqoq	. 25 dan ortiq
O'rta qovushqoq .	15. . 25
Qovushqoq	7. 15
Kam qovushqoq .	 3 ... 7
Qovushqoqmas	. qovushqoq massa bermaydi.

Tuproq qancha qovushqoq bo'lsa, normal massa hosil qilish uchun shuncha ko'p suv qo'shish kerak. Yuqori qovushqoq tuproqdan tayyorlangan ishchi massa namligi 25. .30 %, o'rtacha qovushqoqda 20. .25 %, kam qovushqoqda 15. .20 % ni tashkil etadi.

Tuproqlarning bog'lovchilikka moyilligi ularni boshqa modda zarralari bilan qovushqoqlikni saqlagan holda bog'lanishga moyilligini belgilaydi. Tuproqlarning bu sifati qovushqoq bo'lmagan (qum, shamot) materiallarni bog'lab, quritilgandan so'ng mustahkam buyum hosil qilishida namoyon bo'ladi.

Bog'lovchilikka moyillik qumni normal miqdorini (% da) qo'shganda qovushqoqligi 7 % bo'lgan massa hosil bo'lishi bilan o'lchanadi. Qovushqoqligi yuqori bo'lgan tuproqlar ko'proq bog'lovchilikka, moyillikka egadir.

Bog'lovchilikka moyillikka ko'ra tuproqlar to'rt guruhga bo'linadi:

Yuqori qovushqoq 60 . . . 80

Qovushqoq. 20 . . . 60

Kam qovushqoq 20

Toshsimon (slanetslar quruq tuproq) . . . xamir hosil qilmaydi.

Tuproqlarning **havoda qisqarishi** deb, shu tuproqdan shakllangan namunaning qurishda chiziqli o'lchamlarining o'zgarishiga aytiladi.

Havoda chiziqli qisqarish L_{x1} (% da) quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$L_{x1} = [(d_1 - d_2) / d_1] \cdot 100$$

d_1 – quriguncha bo'lgan belgilangan masofa;

d_2 – qurigandan keyingi nuqtalar orasidagi masofa.

Tuproqli massaning qisqarishi tuproqning donadorlik va mineralogik tarkibiga va undagi elektrolitlarning qatnashishiga bog'liq.

Keramika buyumlarining havoda chiziqli qisqarishi 2–8 % orasida bo'ladi. Tarkibida qum bo'lgan tuproqlarda qisqarish kamayadi. Monitmorillonit tuproqlar yuqori qisqarishga ega.

Tuproqlarning **quritishga sezgirli**gi tuproqning darzlarga chidamliligini ifodalaydi va K_s koeffitsiyenti bilan Z.A.Nosova formulasidan aniqlanadi:

$$K_s = \Delta V_k / V_g$$

ΔV_k havoda quruq holatgacha quritilgan namunaning hajm birligidagi qisqarishi; V_g –havoda quruq holatgacha quritilgan namunaning g'ovaklar hajmi.

Quritishga sezgirlik darajasiga ko'ra tuproqlar quyidagi sinflarga bo'linadi:

Kam sezgir tuproqlar

$$K_s \leq 1$$

O'rta sezgir tuproqlar

$$K_s / = \dots 1,5$$

Yuqori sezgir tuproqlar $K_s \geq 1,5$

Sezgirligi $K_s \leq 0,5$ bo'lgan tuproqlar yuqori sezgir tuproqlar bo'lib, ular darzlarga chidamliligi bo'yicha eng past hisoblanadi.

Pishish deb tuproqlarning yuqori harorat ta'sirida suv yutuvchanligi 5 % dan ortiq bo'lmagan toshsimon sopolakka aylanish xususiyatiga aytiladi.

Sopolakni g'ovakli bo'lishidan to'xtashi (g'ovaklik 5%dan oshmaydi) va unga berilgan formani deformatsiyasiz saqlanish temperaturasi pishish harorati deyiladi.

Pishish temperaturasiga ko'ra tuproqlar: past temperaturali, 1100°C dan pastda pishuvchi, o'rta temperaturali – 1100–1300°C; yuqori temperaturali 1300°C dan yuqori temperatura pishuvchilarga bo'linadi.

Kuydirishda qisqarish L_k , % deb, quritilgan buyumlarning pishish jarayonida chiziqli o'lchamlari va hajmining kamayishiga aytiladi.

Kuydirishda chiziqli qisqarish L_k , % quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$L_k = [(d_2 - d_3) / d_3] \cdot 100$$

d_3 – kuydirishdan keyingi chiziqli o'zgarish.

Olovbardoshlik – tuproqlarning yuqori temperatura ta'sirida erimasdan, turib berish xossasidir. (GOST 21 216. 11-81).

Olovbardoshlik darajasiga ko'ra tuproqlar uch guruhga bo'linadi:

Olovbardoshlar – olovbardoshligi 1580°C dan yuqori

Qiyin eruvchan – olovbardoshligi 1350–1580°C

Yengil eruvchan – olovbardoshligi 1350°C dan past.

Tuproqlarning olovbardoshligi ularning kimyoviy tarkibiga bog'liqdir. Tuproqda glinozyom (kaolinit) miqdori qancha ko'p bo'lsa, olovbardoshligi shuncha yuqori bo'ladi.

Qo'shimchalar (qum, ohak, temir birikmalari, slyuda va barcha tarkibida ishqor bo'lgan materiallar) tuproq olovbardoshligini pasaytiradi.

22-§. Keramika buyumlarining effektiv turlarini ishlab chiqarish uchun qo'shimcha materiallar

Devorbop materiallarni zamonaviy ishlab chiqarish quritish va kuydirishni yuqori darajada avtomatlashtirish va intensivlashga asoslangan. Bu kerakli darajada qoliplash, quritish va boshqa texnologik xossalarni ta'minlovchi massa va sun'iy aralashmalar yaratishga olib keladi.

Tuproqli xomashyoning tabiiy xossalariga va ishlab chiqarishda qabul qilingan texnologiyaga ko'ra qo'shimchalar quyidagicha tasniflanadi:

quritish xossalarini yaxshilovchi (masalan, yovg'onlashtiruvchi).

sopalak pishishini yaxshilovchi;

xom g'ishtni shakllanishini yaxshilovchi;

buyumlarning mustahkamligi va sovuqqa chidamliligini oshiruvchi;

g'ovaklar hosil qiluvchi- buyum zichligini kamaytiruvchi;

yoqilg'ili qo'shimchalar – texnologik yoqilg'i sarfini kamaytiruvchi;

eruvchi tuzlarni kamaytiruvchi;

yuzali buyumlar ishlab chiqarishda sopolakni bo'yovchi.

Omixta tarkibida qo'shimchalarni ishlatish ko'rsatmasi quyidagi jadvalda keltirilgan:

Devorbop keramik materiallar ishlab chiqarishda omixta tarkibiga kiritiluvchi qo'shimchalar tavsifi

12-jadval

Qo'shimcha	Vazifasi	Miqdori, massaga ko'ra % da	Qo'shimcha holati
Qum	Massani yovg'onlashti- rish, shakllashda struktura defektlarini yo'qotish, havoda qisqarishni kamayishi hisobiga qurishni yaxshilash	5 .. 30	Dona o'lchami 2 mm Fraksiya miqdori < 0,25 mm-20% dan ortiq emas.
Shamot (maydalangan g'isht)	-»-	3 .. 10	Dona o'lchami 3 mm, fraksiya miqdori < 0,5 mm – 20% dan ortiq
Yog'och qipig'i	-»-, g'ovak hosil	3 .. 15	Bo'ylama aralashdan

	qiluvchi va yonuvchi		so'ng 8. .10 mm o'lchamli elakdan o'tgan qipiqalar.
Degidratlangan tuproqlar	Massani yovg'onlash, shakllash namligini kamaytirish	20. .50	Dona o'lchami 3 mm, fraksiya miqdori < 0,5 mm – 20% dan ortiq
Keramzit maydasi	->-	6. .8 va undan ortiq	->-
TES kuli	Massani yovg'onlash va pishishini yaxshilash	10. .50	Zarra o'lchami 1. .2 mm
Ko'mir chiqindilari	Pishishini yaxshilash, shakllashni, quritishni yaxshilash, yoqilg'i sarfini kamaytirish	5. .15 va undan ortiq	Zarra o'lchami 3 mm
Fosfor sanoati shlaklari	Yovg'onlashtirish, pishishni yaxshilash, mustahkamlikni oshirish, sopolakni ochartirish	30. .35	Zarra o'lchami 1 mm
Metallurgiya sanoati shlaklari	->-	20. .25	->-
Sirt aktiv moddalar (texnik lignosulfanalar)	Omixtani qovushqoqlash, shakllash xossalarini yaxshilash, mustahkamlikni	0,5 gacha	Suvli eritma

	oshirish		
Boyitilmagan vallostanit	Pishishni yaxshilash, mutahkamlikni va sovuqqa chidamlilikni oshirish	3 . . 8	Zarra o'lchami 2 mm
Yengil eruvchan shisha sinig'i	Yuza qatlamini pishishini yaxshilash	3 . . 10	Shliker
Yuqori qovushqoq tuproq, bentonit	Qovushqoqlik, shakllash xossalari yaxshilash, mustahkamlik, sovuqqa chidamlilikni oshirish, sopolakni ochartirish	10 . . 30 Bentonit shliker holda qo'shilganda 3 . . 5	Zarra o'lchami 2 mm
Maydalangan bo'r, mergel, dolomit, ohak, trepel, kaolin	Sopolakni qaymoq rangiga oqartirish	15 . . 50	Shliker (0,1 mm)

13-chi va 14-jadvallarda yuqorida nomlari berilgan tabiiy qo'shilma va sanoat chiqindilarining kimyoviy tarkiblari keltirilgan 13- jadvalda kvarsit, kvars va qumga oid tarkiblar berilgan bo'lib, jadvaldan ko'rinishicha kvars tarkibida 4,52 % gacha Al_2O_3 va kvarsit tarkibida 0,42 % gacha Fe_2O_3 mavjud. Dala shpati va pegmatitlar hamda ularning o'rinbosarlari (nefelin-sienit, bo'r, magnezit, talk va pirofillit) tarkiblari ham qo'shimchalardan qanday foydalanish kerakligini ko'rsatib turirdi.

Sun'iy qo'shimchalar – TETs va GRES kullari, domna, mis eritish pechi va boksit toshqollari, qoliplanuvchi yer, nikel ishlab chiqarish chiqindilari tarkiblari 14-jadvalda keltiriladi. Ularning kimyoviy tarkiblari tahlillari ulardan oddiy shamot yoki temirga boy komponent o'rniida ishlatish mumkinligini ko'rsatib turibdi.

Tabiiy tuproqmas xomashyolarining kimyoviy tarkibi

13-jadval

Massa qismi %								
SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P.p.p
Pervouralsk kvarciti								
98.18-99.1	0.17-0.75	-	0.42 gacha	0.06-0.5	qoldig'i	-	-	0.07-0.2
Chupinsk kvarci								
92.14-97.7	1.12-4.52	0.02-0.11	0.03-0.14	0.22-1.22	0.03-0.57	0.18-0.84	0.14-0.74	0.29-0.3
Lyuberetsk qumi								
98.68-99.5	0.28-0.02	0.06-0.5	0.02-0.01	0.3 gacha	0.25 gacha	0.7		0.13-0.05
Belogorsk dala shpati								
66.97	18.2	0.03	0.06	0.08	0.1	12	3.1	0.12
Chupinsk pegmatiti								
65.3-73.1	15.8-22.2	-	0.16	0.8-2.8	0.22	2.4-6.1	3.9-7.1	0.08-0.12
Nefelin-sienit (Imandra ko'li)								
58	23.9	0.38	0.96	0.85	0.23	6.53	8.25	0.9
Aragatsk perliti								
72.32-74.76	13.39-14.76	0.3 gacha	0.14-1.41	0.1-1.1	0.39-0.61	4.79-8.21		2.33-4.51
Belgorod meli								
1.64	0.6	-	0.17	54.4	0.12	-	-	42.3
Satkinsk magneziti								
0.5-2.5	1.3-3.5	-	0.1-0.9	0.2-2	45-47.5	-		49.5-52
Alguysk talki								
67.4	0.2	-	0.42	0.1	27.5	-	-	4.5
Suransk pirofilliti								
64.98-66.62	20.33-28.6	0.75-1.2	0.04-0.19	0.57 gacha	0.06 gacha	-	-	5.27-5.63

Ba'zi chiqindilarning o'rtacha kimyoviy tarkibi

14-jadval

Massa qismi %							
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ +FeO	CaO	MgO	K ₂ O+Na ₂ O	SO ₃	P.p.p
TETs kuli							
49.5	15.6	28.9	1.1	0.9	0.4	1.5	1.3
GRES kuli							
15.3	5.7	13.6	36.9	5.6	0.5	0.4	22.9

Domna pechi shlaki							
41.5	11.5	1.6	42.9	-	2.5	-	-
Mis eritish pechi shlaki							
44.5	11.5	32.3	7.7	1.1	2.8	-	-
Boksit shlami							
17.4	7.6	22.1	35.7	1.2	1.9	0.3	11.8
Qoliplanuvchi yer							
95.3	-	1.7	izlari	-	-	-	2.4
Nikel sanoati boyitish qoldig'i							
46.1	13.1	14.2	7.6	9.8	2.9	2.2	3.2

23-§. Qo'shimchalarni tayyorlash texnologiyasi

Qattiq qo'shimchalar (g'isht sinig'i, shlak bo'laklari, ko'mir) dastlab jag'li maydalagichda maydalanadi, so'ng bolg'ali yoki kombinirlangan maydalagichda maydalanadi. Maydalangan material elakdan o'tkaziladi.

Sochiluvchan qo'shimchalar (qum, qipiq) tegishli o'lchamga ega elaklardan iborat groxotda elanadi.

Degidratlangan tuproq barabanli pechlarda, ayrim hollarda aglomeratsion panjaralarda tayyorlanadi.

Degidratlangan tuproqni barabanli aylanma pechlarda olish texnologik tizimi quyidagicha:

Tuproq uvalagich → yashikli ta'minlagich → dag'al maydalovchi qobirg'ali valli maydalagich → quritish barabani (namlangan xomashyo uchun) → aylanma pech → sovitgich → kovshli konveyer → dozatorli bunker → bolg'ali maydalagich → kovshli konveyer → elak → kukun bunkeri.

Ko'mir chiqindilari dastlabki o'lchamlariga ko'ra jag'li maydalagichda maydalanadi, barabanli quritgichda quritiladi (nam bo'lsa), so'ng bolg'ali maydalagichda maydalanadi.

Qovushqoqlikni oshiruvchi qo'shimchalar (bentonit, yuqori qovushqoq tuproq) suv bilan kerakli konsistensiyagacha aralashtiriladi.

TES kuli qish kunlarida yaxlab qolishdan saqlash uchun yopiq zaxiralarda saqlanadi. Zaxiralardan tasmali yoki yashikli ta'minlagichga uzatiladi. Omixtaga maydalanmay, elanmay qo'shiladi.

Shlam (ko'mirmi boyitishda flotatsion chiqindilar) yuqori namlikka ega bo'lgani uchun faqat yoz vaqtida keltiriladi. Issiq zaxiralarda saqlanadi, qo'shimcha ishlovlarsiz omixtaga qo'shiladi.

Yoqilg'i tarkibli sanoat chiqindilarini asosiy xomashyo sifatida

ishlatilishi devorbop keramik materiallar ishlab chiqarishda aktual muammolardan biri bo'lib hisoblanadi.

Ko'mir qazish va boyitish chiqindilari mineralogik tarkibiga ko'ra tuproqli qismi asosan kaolinit aralashmali gidroslyudadan iborat. Jinsda 8–25% organik uglerod bor. Chiqindilarda yoqilg'i miqdori buyumlarni kuydirish uchun kerakli bo'lgan 80–100% yoqilg'i miqdoridan oshmasligi kerak (4–5% massadan).

Tarkibida 8% gacha uglerod bo'lgan ko'mir qazish va boyitish chiqindilari, qovushqoq va yarim quruq usulda g'isht ishlab chiqarishda asosiy xomashyo sifatida ishlatiladi. Qovushqoq usulda g'ovaklar 20% dan kam, yarim quruq usulda esa 12–15% g'ovaklikka ega bo'lgan buyumlar olinadi.

Ko'mir chiqindilarining qovushqoqlik xossasi ularni 0,6 mm dan kam o'lchamda maydalanganda namoyon bo'ladi. Yarim quruq usulda presslanganda chiqindilar 1mm dan kichik fraksiyagacha maydalanadi.

Ko'mir boyitish chiqindilaridan tayyorlangan 25–27% bo'shliqli g'ishtar keramik g'ishtarining GOST 530-95 bo'yicha 100–150 markasiga mos keladi.

Ekstruziya usulida olinadigan bo'shliqli g'ishtning o'rtacha zichligi 1200–1430 kg/m³, yarim quruq presslash usulida olingan g'ishtniki esa 1750–1870 kg/m³, suv yutuvchanligi 14–18%, sovuqqa chidamliligi MrZ 15 va undan yuqori.

Tarkibida Al₂O₃ miqdori kam bo'lgan tuproqqa qo'shiladigan mayin maydalangan chiqindilar shixtani boyituvchi komponent bo'lib, dag'al maydalanganlari – qovushqoq va qurishga sezgir tuproqlar uchun yovg'onlashtiruvchi komponentlardir.

TES kuli va shlak kuli aralashmalari – toshko'mirni yoqishdan hosil bo'lgan chiqindilar mayda dispers alyumosilikat material bo'lib, qovushqoq bo'lmagan komponentlardan tarkib topgan.

Qattiq yoqilg'i kuli mineral tarkibiga shishasimon massa, metakaolinit, gamma-glinozyom, mullit, ozod kremnekislota, shuningdek, temir oksidi qo'shimchalari, yonib tugamagan ko'mir kiradi. Kul tarkibida shishasimon faza, temir oksidi va organik birikmalar sopolak pishishini yaxshilaydi va keramik buyumlarning mustahkamligini oshiradi.

Qattiq yoqilg'ining turi va markasiga qarab, qoldiq kulning tarkibi 0,5–20 % va undan ko'p bo'lishi mumkin. Donadorlik tarkibiga ko'ra – 0,25 mm katta dan yirik 75% dan ortiq (massa bo'yicha), mayda

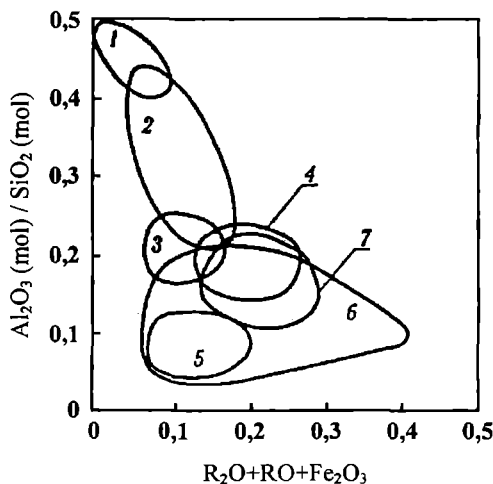
zarralar (changsimon) 0,25 mm yirik zarralar 75% dan kam (massa bo'yicha).

Erish temperaturasiga ko'ra kullar yengil eruvchan- 1200°C gacha, o'rta eruvchan – 1200–1400°C va qiyin eruvchan – 1400°C dan yuqori. Yengil eruvchan kulni ishlatish tavsiya etiladi.

24-§. Tuproqlardan sanoat miqyosida foydalanish

Tuproqlarning kimyoviy tarkibi ko'p hollarda ular asosida qanday buyumlar olinishi mumkinligini ko'rsatadi. A.I.Avgustinik tomonidan ularni guruhlash va natijada asosiy oksidlar nisbatini hisobga olish orqali sanoat miqyosida qo'llanilishi bo'yicha diagramma yaratilgan (25-rasm).

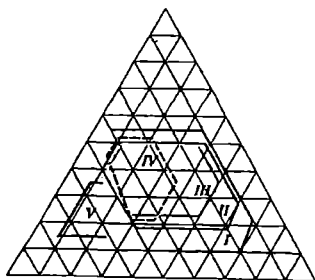
25-rasmda keltirilgan diagramma turli kimyoviy tarkibga ega bo'lgan gillarning ishlatilishi mumkin bo'lgan oblastlari haqida tushuncha beradi. Ammo diagrammadan ba'zi bir ma'lumotlar eskirganini qayd etish lozim. Jumladan, pol plitkalari ishlab chiqarishda progressiv texnologiyalar va mahalliy xomashyolarni ishlatishga o'tilganligi sababli xomashyo bazasi sezilarli darajada kengaygan. Shu tufayli diagrammada keltirilgan qiyin eruvchan gillar kam hollarda ishlatiladi.



25-rasm. Tuproqlarning sanoat miqyosida foydalanishga oid diagramma: 1-shamotli olovbardoshlar; 2-pol plitkalari va kanalizatsiya quvurlari; 3-gonchar va terrakota buyumlari; 4-cherepitsa; 5-ko'prik klinker; 6-qurilish g'ishti; 7-keramzit.

Gillarning donadorlik tarkibi xuddi kimyoviy va mineralogik tarkiblarga o'xshash anchagina axborot beradi. Gilli xomashyoning dispersligiga qarab, uning suv yutuvchanligi, yopishqoqligi, bog'lanishi, pishuvchanligi, qo'shilmalarga boyligi va nihoyat ishlatilish sohasi ustida gapirish mumkin (26-rasm).

Uch boshli klassifikatsiya ko'rinishidagi diagramma (26-rasm) tuproqlarning qaysi buyum olish uchun afzalligini ko'rsatadi. 9169-75 GOST bo'yicha tuproqlar mayin dispersligiga qarab to'rt guruhga ajraladi. Klassifikatsion belgi sifatida o'lchami 10 va 1 mkm dan kam bo'lakchalar o'ynaydi. Gil-suv sistemasida o'zaro muloqotga chaqiruvchi, shuningdek, pishish paytida ham o'lchamlari 1 mkm dan



26-rasm. Sanoat gillari ishlatishga yo'naltirilgan donadorlik tarkibi: 1-keramika g'isht; 2-kovak g'isht; 3-cherepitsa; 4-drenaj quvuri; 5-gonchar buyumi.

kam bo'lgan gillardir. Agar tuproq tarkibida 85% dan ortiq 10 mkm o'lchamidan kam bo'lgan bo'lakchalar bo'lsa, shu jumladan, 60% 1 mkm dan kichik bo'lsa, bunday xomashyo yuqori dispers deb ataladi. Dag'al dispersli gillar tarkibida bunday zarrachalar miqdori 30 va 15% bo'ladi. O'rta dispersli va past dispersli gillar klassifikatsion jadvalda o'rta o'ynlarni eslatadi.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Qurilish keramikasini tasniflab bering.
2. G'ovakli sirlanmagan buyumlarga nimalar kiradi.
3. Qurilish materiallari ishlab chiqarishda qo'llaniladigan xomashyo turlari.
4. Tuproqlarning hosil bo'lish turlari.

5. Qo'shimcha materiallarning ishlatishiga ko'ra bo'linishi.
6. Yengil eruvchan tuproqning kimyoviy tarkibini keltiring.
7. Tuproqlarning minerologik tarkibiga ko'ra bo'linishi.
8. Tuproqli xomashyoning granulometrik tarkibini keltiring.
9. Tuproqning texnologik xossalarini keltiring. Qovushqoqlik nima, qovushqoqlikka ko'ra tuproqlar necha sinfga bo'linadi.
10. Bog'lovchilikka moyillik nima. Bog'lovchilikka, moyillikka ko'ra tuproqlarning guruhlanishi.
11. Quritishga sezgirlik nima va u qanday aniqlanadi.
12. Havoda va kuydirishda qisqarish xossasini ta'riflab bering.
13. Devorbop keramik materiallar ishlab chiqarishda ishlatiladigan qo'shimcha materiallarning turlarini keltiring.
14. Quritish xossalarni yaxshilovchi qo'shimcha materiallarga nimalar kiradi.
15. Sopolak pishishini yaxshilovchi materiallarga nimalar kiradi.
16. Shakllashni yaxshilovchi qushimcha materiallarni keltiring.
17. Buyum zichligini kamaytiruvchi qushimcha materiallarni keltiring.
18. Buyumlarning mustahkamligini oshiruvchi qo'shimcha materiallarga nimalar kiradi.
19. Degidratlangan tuproqni olish texnologik tizimini keltiring.
20. Ko'mir chiqindilarini tayyorlash texnologik tizimini keltiring.
21. Ekstruziya usulida olinadigan bo'shliqli g'ishtning xossalarini keltiring.
22. Yarim quruq presslash usulida olingan bo'shliqli g'ishtning xossalarini keltiring.

Tayanch so'z va iboralar

Devorbop, to'suvchi material, tom yopma material, tashqi sirt material, yo'l va pol materiali, issiqlik himoyalovchi, maxsus, g'ovakli, yengil eruvchan, toshsimon, shamot, shlak, yonuvchi, boyituvchi, plastifikator, galluazit, gidroslyuda, montmorillonit, kaolin, qovushqoqlik, bog'lovchilik, sezgirlik, qisqarish.

6-bob. G'ISHT VA TOSHLAR ISHLAB CHIQARISH JARAYONI

25-§. Qovushqoq va yarim quruq usullarda g'isht va toshlar ishlab chiqarish

Keramik g'isht va toshlar binolarning ichki va tashqi devorlarni tiklashda, shuningdek, devorbop panel va bloklar tayyorlashga mo'ljallangan.

O'lchamiga (uzunligi $\vec{x}$ eni $\vec{x}$ qalinligi, mm) qo'ra g'isht va toshlar quyidagilarga bo'linadi:

G'isht250x120x65

G'isht (qalinlashtirilgan).250x120x88

G'isht (modul o'lchamli).288x138x63

Tosh.250x120x138

Tosh (modul o'lchamli).288x138x138

Tosh (kattalashtirilgan).250x250x120

Tosh (gorizontal teshikli).250x250x120

250x200x80

G'ishtlar to'liq va bo'shliqli, toshlar faqat bo'shliqli qilib ishlab chiqariladi.

Qoliplanish usuliga ko'ra g'isht va toshlar ekstruziya usulida qovushqoq shakllash va shtamplash usulida yarim quruq presslashga bo'linadilar (15–19-jadvallar, 27–31-rasmlar).

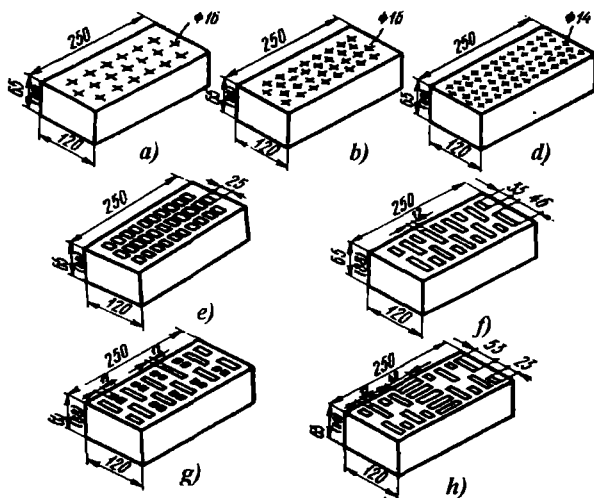
Keramik g'isht o'lchamlaridagi maksimal og'ishliklar, mm hisobida

15-jadval

O'lchamlar	Keramik g'isht	
	Qovushqoq shakllash	Yarim quruq presslash
Uzunligi	±4	±3
Eni	±3	±2
Qalinligi	+3, -2	±2

Keramik g'ishtlar yetti markadan tashkil topgan – 300, 250, 200, 150, 125, 100 va 75. Bu raqamlar g'ishtlarning siqilishdagi mustahkamlik chegarasini bildiradi va u kg/sm^2 o'lchamlarida belgilanadi.

G'ishtlarning har bir markasiga shakllash usullariga qarab egilishga oid raqamlar ham kg/sm^2 nisbatlarida to'g'ri keladi. Qovushqoq usulda shakllashda 300 markali g'isht uchun 44, 250-40, 200-34, 150-28, 125-25, 100-22 va 75-18 kg/sm^2 . Yarim quruq presslashda: 300-34, 250-30, 200-26, 150-20, 125-18, 100-16 va nihoyat 75-14 kg/sm^2 (16-jadval).



27-rasm. Vertikal teshikli keramik g'ishtlar: a-19 teshikli (13% bo'shliqli); b- 32 (22 %); d-60 (30 %); e-31 (30 %); f- 18 (27 %); g- 28 (33 %); h-21(32 %).

Tanasi butun g'ishtlarning siqilish va egilishdagi mustahkamlik ko'rsatkichlari

16-jadval

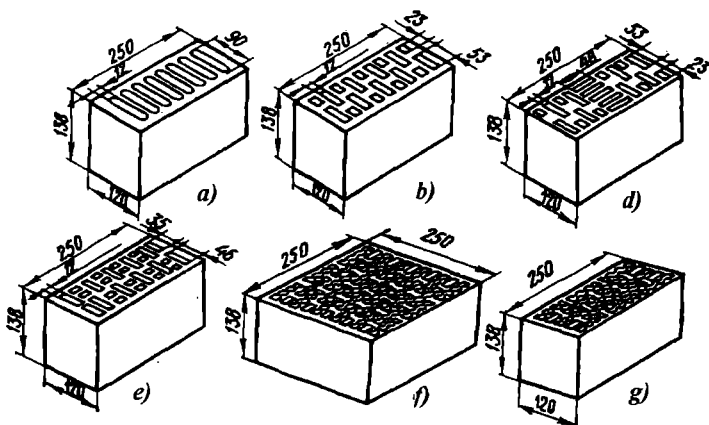
G'ishtning markasi	Mustahkamlik chegarasi, kamida (kg/sm^2)					
	Siqilishdagi		Egilishdagi			
	Plastik va yarim quruq usullari		Plastik usul		Yarimquruq presslash	
	Beshta namuna	Ayrim namuna	Beshta namuna	Ayrim namuna	Beshta namuna	Ayrim namuna

	uchun o'rtacha	uchun eng kami	uchun	uchun	uchun	uchun
200	200	150	34	17	26	13
150	150	125	28	14	20	10
125	125	100	25	12	18	9
100	100	75	22	11	16	8
75	75	50	18	9	14	7

**Kovak (ichi bo'sh) va g'ovak-kovakli g'ishtlarning o'lchamlari,
hajmiy massasi va boshqa ko'rsatkichlari**

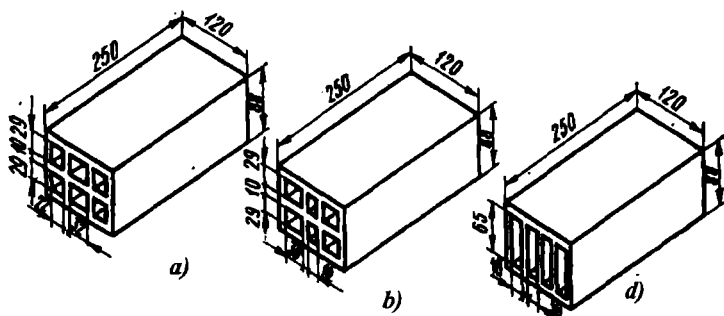
17-jadval

Ko'rsatkichlari	G'ovak-kovakli		Kovakli	
	13 ta kovakli	19 ta kovakli	32 ta kovakli	78 ta kovakli
O'lchamlari, mm	250x120x65	250x120x65	250x120x65	250x120x65
Bo'shliqlar, %	8.5	12	21	20
G'ishtning hajmiy massasi, kg/m ³	1300	1320	1360	1440
Sopolakning hajmiy massasi, kg/m ³	1400	1500	1700	1800



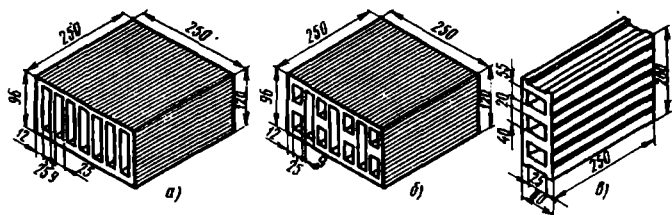
**28-rasm. Vertikal teshikli keramik toshlar: a - 7 ta teshikli
(25 % bo'shliqli); b-18 (27 %); d-21 (32 %); e-28 (33 %);
f-31 (37 %); g-17 (35 %).**

G'ishtning markasi	Siqilishdagi mustahkamlik chegarasi $R_{siq.}$, kamida, kg/sm^2		Egishga mustahkamlik chegarasi $R_{eg.}$, kamida kg/sm^2	
	Beshta namuna uchun o'rtacha	Ayrim namuna uchun kamida	Beshta namuna uchun o'rtacha	Ayrim namuna uchun kamida
150	150	125	20	10
125	125	100	18	9
100	100	75	15	8
75	75	50	14	7



29-rasm. Gorizontal teshikli keramik g'ishtlar: a, b-6 ta teshikli (42% bo'shliqli); d- 4 ta (41 %).

Tanasi butun oddiy g'ishtning ko'pgina afzalliklari bilan bir qatorda kamchiliklari ham bor. Uning hajmiy og'irligi va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti katta – 0,7 kkal/m-soat-gradus. Shuning uchun kimyogar texnologlar tomonidan g'ishtning hajmiy og'irligi kam va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti kichik bo'lgan yangi turlari yaratildi – kovakli (ichi bo'sh), g'ovakli (mayda bo'shliqlari bo'lgan) va g'ovak-kovakli. Oddiy qurilish g'ishtidan farq qilish uchun ular effektiv keramika materiallar deb ataladi. (17–19-jadvallar).

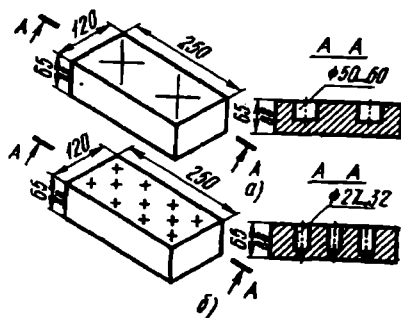


30-rasm. Gorizontali teshikli keramik toshlar: a-7 teshikli (56% bo'shliq); b- 11 (53 %); v-3 (13 %).

Ichi kovak toshlarning asosiy ko'rsatkichlari

19-jadval

Tosh turlari	Bo'shliqlar, %	Hajmiy massasi, kg/m ³		Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti		Issiqlikka qarshiligi, m ² ·soat ·grad/kkal	
		Material	Buyum	Bo'yiga	Ko'ndalan-giga	Devor qalinligi, sm	
						38	51
7-teshikli	25.2	1800	1345	0.628	0.400	0.88	1.14
18-teshikli	27.4	1800	1307	0.544	0.380	0.91	1.18
28-teshikli	33.2	1800	1202	0.438	0.378	0.95	1.22
31-teshikli	30	1800	1260	0.450	0.420	0.91	1.18



31-rasm. Yarim quruq usulda teshiklari tugallanmagan keramik g'ishtar: a- 2 (8. 10% bo'shliqli); b-11 (22 . .25 %).

Qovushqoq presslangan buyumlarga quyidagilar kiradi:

A) oddiy, to'liq g'isht.

B) texnologik teshikli g'isht

(bo'shlig'i-3, 5, 7, 10 ta teshikli.)

Yarim quruq usulda presslangan buyumlarda:

a) oddiy texnologik to'liq teshik bo'lmagan g'ishtar.

b) bo'shliqli g'isht.

Bo'shliqli g'ishtda bo'shliqlar hajmi 9–30 % atrofida bo'ladi. Suv yutuvchanligi 8% dan kam emas.

26-§. Qovushqoq usulda g'isht ishlab chiqarish

Ishlab chiqarish uchun qo'llaniladigan tuproqni tabiiy holda ishlatib bo'lmaydi. Tuproqqa kerakli texnologik xossalarni berish uchun bir qator operatsiyalarni bajarish lozim, ya'ni tuproqdan toshli va boshqa begona qo'shimchalarni ajratish, maydalash, namlash, bir tarkibli massa hosil qilish.

Tuproq xomashyo tabiiy va sun'iy usullarda qayta ishlanadi. Tabiiy qayta ishlash usulida tuproq 1,5–2 m enlikda, balandligi 0,75 m dan baland bo'lmagan qatorlarga yotqiziladi. Suv quyilib, shu holatda 1 yil ushlanadi. Tuproq tarkibidagi suv muzlash natijasida hajmi kengayib, uning tabiiy strukturasi buzadi. Tabiiy strukturaning buzilishi natijasida tuproq tarkibidagi mexanik bog'langan suvning miqdori ko'payadi, qovushqoqligi ortadi, qoliplanish va qurish xossalari yaxshilanadi. Bu usul katta maydonlarni talab etadi, shuning uchun

yillik ishlab chiqarish quvvati katta bo'lmagan korxonalar uchun qo'llash mumkin.

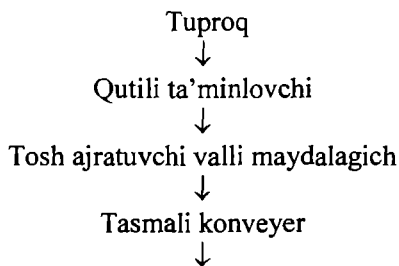
Sun'iy usulda – quruq va qovushqoq usulda tuproq tayyorlash qo'llaniladi. Quruq usul o'z ichiga quritilgan xomashyoni maydalash, tuyish va kukunsimon komponentlarni namlab aralashtirishni o'z ichiga oladi.

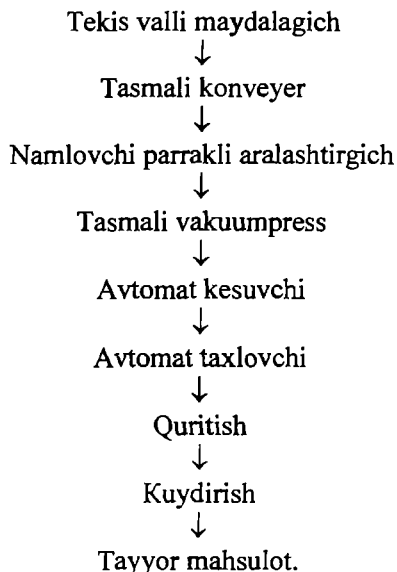
Qovushqoq usulda xomashyoni tayyorlash quyidagi prinsipial texnologik tizim bo'yicha bajariladi: dastlabki maydalash → komponentlarni dozalash → birlamchi maydalash va shixtani tuzish (tosh ajratish) → namlash → aralashtirish → ikkilamchi maydalash → tindirish → mayin maydalash → aralashtirish va massani gomogenlash, ya'ni bir xil strukturaga ega massani hosil qilish.

Karerdan keltirilgan xomashyo monolit yoki yopishgan bo'laklardan iborat bo'lishi mumkin. Xomashyoni dozalashda yengillik yaratish uchun tuproqni uvalatuvchi uskuna SMK-70 yoki SMK-225 dan foydalaniladi. Dastlabki maydalash uchun SMK-359 dezintegratori qo'llaniladi. Bunda tuproq 500 mm o'lchamdan to 30–50 mm gacha maydalanadi. Tuproqni dozalash kerakli hajmdagi xomashyoni o'lchash uchun mo'ljallangan. Buning uchun yashikli ta'minlagich SMK-214, SMK-35, likobli ta'minlagich TP-10, tasmali ta'minlagich PL-10, PL-20, PL-30 qo'llaniladi.

Tuproqning tabiiy strukturasi buzish, toshsimon va boshqa qo'shimchalarni ajratish uchun tosh ajratuvchi valli maydalagichlardan foydalaniladi. Qobirg'a valli SM-1198 B tosh ajratuvchi valli maydalagich zich, toshsimon, qumoq tuproqlarni birlamchi maydalashga, vintli SMK-194 A valli tosh ajratuvchi maydalagichlar qovushqoq va nam tuproqni maydalashga mo'ljallangan.

Qovushqoq usulda g'isht ishlab chiqarish tizimi





Birinchi maydalash jarayoni uchun SMK-194 tosh ajratuvchi vallar qo'llaniladi, u sochiluvchan tuproqni maydalash bilan birga tuproqdagi 30–180 mm o'lchamli toshsimonlarni ham ajratadi.

Mayda maydalash uchun vallarni orasidagi teshik 3 mm bo'lgan vallik maydalagich qo'llaniladi. Maydalangan tuproqni namlovchi aralashtirgichga solinadi. Aralashtirgichdan namligi 18–23% bo'lgan massa olinadi.

Shakllash (presslash) jarayonini bir tekisda normal ketish uchun, massaning namligi kerakli foizda bo'lishi juda muhimdir, bunda qattiq bo'laklarda gidrat qavatlarida ikki molekula suvga teng miqdorda namlik paydo bo'ladi.

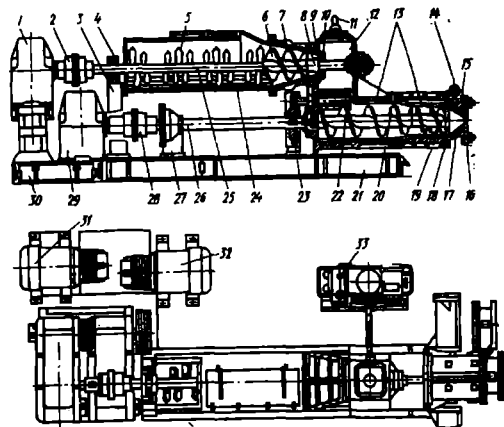
Namlik miqdori oshib ketsa, kontakt sonlari ortadi, tez va sekin elastik deformatsiya moduli oshadi, shartli statik oquvchanlik chegarasi, qovushqoqlikni ko'proq yopishtiruvchanligi va strukturani mustahkamlash oshadi.

Namlik 6,5–9 % bo'lganda qatlamning gidrat plyonkalaridagi kontaktlar soni imkoniyat qadar kamayadi, natijada struktura mexanik kontakt va shartli deformatsiya moduli kattalashadi. Namligini yanada oshishi gidrat qavatlardagi bo'laklarning o'sishiga, bu esa molekulalarning o'ziga ta'sir kuchini kamayishiga olib keladi.

Mayin maydalangan tuproq bo'lakli tuproqqa nisbatan suvni 5–6 marta ko'p shimadi. Bo'kish jarayoni 0,5–4 soat davom etishini hisobiga olsak, unda massaning issiq suv ($60\text{--}70^{\circ}\text{C}$) yoki par bilan namlash maqsadga muvofiq. Par bilan namlash jarayonida massaning temperaturasi oshadi, natijada tuproqning dispersiyasi tezlashadi va massaning namligi massa namligi bo'yicha tenglashadi. Par bilan namlash pressning ishlab chiqarish quvvatining 8–10 % oshiradi va mahsulotni qurish jarayonini tezlashtiradi.

Mahsulotni qovushqoq usulda shakllashga gorizontal lentali presslar qo'llaniladi (32-rasm). Tuproqli massa gorizontal pressning boshchasidan siqib chiqariladi, siqib chiqarilayotgan massa maxsus mundshtuk orqali o'tadi.

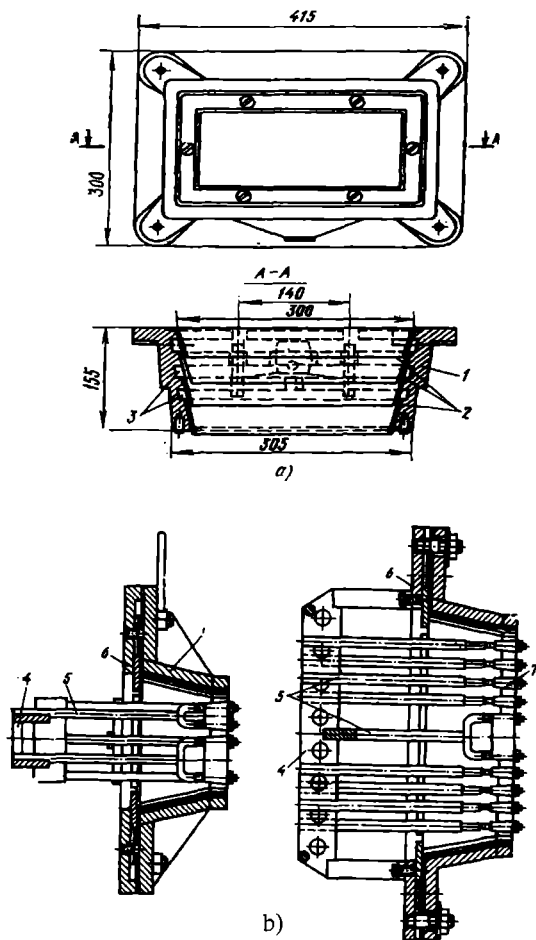
Mundshtuk (33-rasm) massani qo'shimcha ravishda zichlashtiradi, shakl uchun aniq o'lchamli qilib beradi. Mundshtukning konstruksiyasi shakllanayotgan buyumning turi va xomashyoning xossasi bilan aniqlanadi. Mundshtuklar ko'pincha metallidan, ba'zi hollarda yog'ochdan ishlangan bo'ladi. Shakllashda massaning mundshtuk orqali itarish uchun pressning 25–50 % quvvati sarflanadi.



32-rasm. Vakuimli vintli lentali press SMK-325:

1,29-reduktorlar; 2,28-tishli muftalar; 3-tayanch; 4-podshipnik korpusi; 5-lapatka; 6,20-parraklar; 7-kojux; 8-korpus; 9-oboyma; 10-pichoq; 11-lampa; 12-vakuum-kamera; 13-ko'yaklar; 14-bosimni to'g'irlab beruvchi; 15-boshcha; 16-mundshtuk plitasi; 17-vstavka; 18-silindr; 19-dumcha; 21,30-ramalar; 22-valoklar; 23-shesterna; 24-aralashtirgich; 25,26-vallar; 27-podshipnik korpusi; 31,32-privodlar; 39-vakuum ustanovkasi.

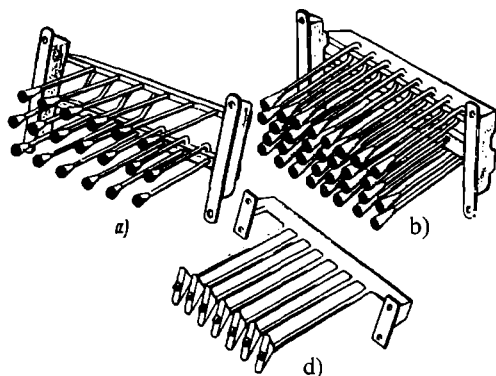
Hozirgi vaqtda neylon mundshtuklar tayyorlanmoqda, ular ishqalanishga bardoshlidir. Bunday mundshtuklarning og'irligi 50 kg. Mundshtuklarning yuzasi silliq bo'lib, u qo'shimcha ishlov talab qilmaydi. Mundshtukga kiygizilgan kernlar yordamida teshikli effektiv g'isht va toshlar olinadi.



**33-rasm. Metall mundshtuklar: a- to'liq g'ishtni qoliplash uchun;
 b- bo'shliqli: 1-korpus; 2-plastinalar; 3-kanavkalar; 4-skaba;
 5-kern ushlagich; 6-mundshtuk plitasi; 7-kern.**

Qovushqoq usulda tayyorlangan xom g'isht o'zida ma'lum miqdorda namlikni saqlab, deformatsiyalanishga moyil bo'ladi. Yarim mahsulotga yetarli mexanik mustahkamlikni berish uchun kuydirishga tayyorlash uchun xom g'ishtni quritish kerak.

Xom g'ishtni quritish faqat konvektiv usulda, ya'ni buyum va issiqlik yurituvchi o'rtasidagi issiqlik almashinuviga ko'ra namlikni parlanishi bilan bajariladi. Issiqlik yurituvchi sifatida isitilgan havo yoki yoqilg'i yonishida hosil bo'luvchi is gazlaridan foydalaniladi. Bu issiqlik yurituvchilar bir vaqtning o'zida namlikni yutib, xom g'ishtga issiqlik beradi.



34-rasm. G'isht va toshlarni qoliplashda qo'llaniladigan kernlar:
a-19 ta bo'shliqli; b-32 ta bo'shliqli; d- 7 ta bo'shliqli.

Xom g'isht kamerali yoki tunnel quritgichlarda quritiladi. Kamerali quritgichlar davriy quritgichlar qatoriga kiradi. Bunda buyumlar quritgichga taxlanadi, quritiladi va quritgichdan terib olinadi. Taxlash va terish paytida quritgichga issiqlik berilmaydi.

Kamerali quritgich bloklardan iborat bo'lib, har bir blok 12–36 kameradan iborat. Har bir kamera uzunligi 10–14 m, eni 1,3–1,5m, balandligi 3 m.

Quritish rejimi: 40–80 soatgacha va undan ortiq; berilgan issiqlik yurituvchining temperaturasi – 100–140°C, ishlatilgan gazlar temperaturasi 30–50°C.

Quritgichning asosiy kamchiligi xom g'ishtni kameraning uzunligi va kesimi bo'yicha bir tekis qurimasligi. Bu quritish vaqtini uzaytirib, 1 kg namlikni parlanishiga ketuvchi issiqlikni solishtirma sarfini oshiradi,

ya'ni sarf 7000–9000 kdj/kg. Bu birinchidan, ishchi kameraning davriy ishlatilishi va to'sma konstruksiyalarning akkumulatsiyasiga issiqlikni qo'shimcha sarflanishiga, ikkinchidan, quritish jarayonini oxirlanishida kamera ichidagi issiqlik yurituvchining temperaturasi oshirish oxirigacha ishlatilmaydigan issiqlik yurituvchining atmosferaga chiqarib tashlanishiga olib keladi.

Xom g'ishtni quritish uchun uzluksiz ishlovchi tunnel quritgichlar keng qo'llaniladi.

Tunnel quritgich kamera uzunligi 30–36 m, balandligi 1,4–1,7 m. eni 1,15–1,40 m. Tunnel ichida vagonetkalar harakatlanishi uchun rels yo'li, tunnel, ikki uchida eshiklar joylashgan.

Tunnel quritgichlarda xom g'isht 12–50 soat davomida quritiladi, issiqlik yurituvchi temperaturasi 50–80°C va undan yuqori, ishlatilgan issiqlik yurituvchining temperaturasi 25 – 40°C.

Quritilgan g'ishtlar halqali yoki tunnel pechlarda quydiriladi. Quydirish temperaturasi 1000–1050°C. Tayyor g'isht GOST 530-95 ga ko'ra quyidagi talablarga javob berishi kerak:

1. Nominal o'lchamlardan chiqish chegarasi quyidagilardan oshmasligi:

– soz tuproq, trepel, diatomitlardan qovushqoq usulda qoliplangan buyumlar uchun

± 7 uzunligi

± 5 eni

– qovushqoq usulda shakllangan buyumlar uchun

± 5 uzunligi

± 4 eni

± 3 qalinligi – g'isht uchun

± 4 qalinligi – tosh uchun

2. G'ishtlar to'liq (teshiklarsiz yoki hajmi 13% dan ortiq bo'lmagan texnologik teshikli) va toshlar –faqat teshikli qilib tayyorlanadi.

Teshikli buyumlarning tashqi devor qalinligi 12 mm dan kam bo'lmashligi kerak.

3. Mustahkamligi bo'yicha vertikal joylashgan teshiklarga ko'ra markasi: 75,100, 125, 150,175,200,250,300; gorizontall joylashgan teshiklarga ko'ra –25, 35, 50, 100.

4. Sovuqqa chidamliligiga ko'ra G' 15, G'25, G'35, G'50 markalarga bo'linadi.

5. Suv yutuvchanlik bo'yicha to'liq g'isht uchun 8% dan kam emas, teshikli buyumlar uchun 6% dan kam emas.

6. Quritilgan holatda g'isht massasi 4,3 kg dan oshmasligi, toshlar – 16 kg dan oshmasligi kerak.

27-§. Yarim quruq usulda g'isht va toshlar ishlab chiqarish

Yarim quruq usulda (kompression) g'isht ishlab chiqarish xomashyoni quritish, kukun holatigacha maydalash, yopiq press-formada presslashni o'z ichiga oladi.

Kompression usulda xomashyoni qayta ishlashni asosiy vazifasi – tarkibiga va namligiga ko'ra bir xil, zarra o'lchami 3 mm dan oshmagan kukun tayyorlashdan iborat.

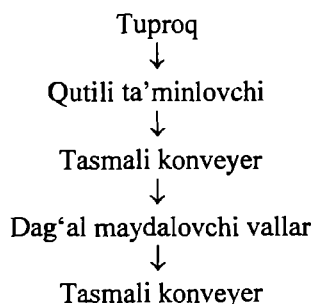
Press-kukun tayyorlash sikli o'z ichiga quyidagi asosiy jarayonlarni oladi: karerdagi maydalash, yirik aralashmalardan tozalab, dag'al maydalash, qayta ishlangan tuproqni quritish, qurigan tuproqni maydalash, fraksiyalash, press kukunni namligini me'yorlab aralashtirish. Press kukunni granulometrik tarkibi quyidagicha bo'lishi kerak: Dona o'lchami 3–2 mm – 25%

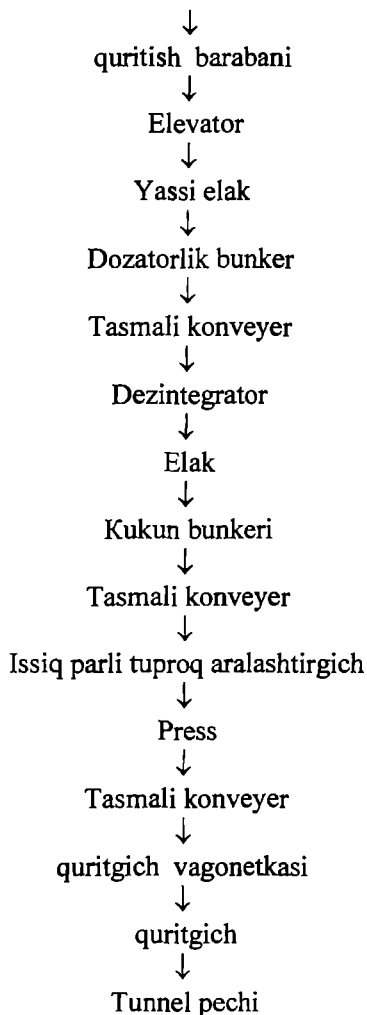
2–1 mm – 25%

1 mm dan kam – 50%

Yarim quruq usulda presslanadigan g'ishtlar uchun o'rta qovushqoq va kam qovushqoq tuproqlar ishlatiladi. Yarim quruq usulda presslangan g'ishtning kukun namligi 9–12 % bo'ladi.

Yarim quruq usulda presslanadigan g'ishtning ishlab chiqarish texnologik tizimi





Xomashyolarni tayyorlash quyidagicha: karerdagi tuproqni dag'al maydalash va bir vaqtning o'zida yirik bo'laklarni ajratish, tuproqni quritish (karerdagi tuproqning namligi 15–30 % gacha bo'ladi) quruq tuproqni kukun holida maydalash. Tuproqni maydalashda 1–3 mm o'lchamli tuproq kukunlari tayyorlanadi. 1mm. dan kam bo'lgan donachalarning miqdori 50% gacha bo'lishi ruxsat etiladi. Bu

jarayonda savatchali dezintegratoridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Maydalash nozikligi dezintegrator savatlarining aylanish chastotasi, barmoqlar orasidagi masofa va tuproqning namligiga bog'liq. Dezintegrator maydalangan tuproqni sifatini kukunning donadorligi va nazorat elakdagi qoldiqning protsent hisobi bilan aniqlanadi.

Kukunlarni tayyorlash quyidagicha tartibda bo'ladi: g'ishtni yarim quruq usulda tayyorlashda tuproqqa yonuvchan va ba'zi toshsimon qo'shimchalar qo'shiladi. Qattiq yonilg'i ko'rinishdagi maydalangan yonuvchi qo'shimchalar g'isht massasining pishish jarayonini yaxshilash uchun, toshsimon qo'shimchalar esa quritishga ta'sirchan, kukunsimon tuproqni presslash davrida ajraluvchan va mayda qovushqoq tuproqqa qo'shiladi. Toshsimon qo'shimchalar sifatida esa TES kuli, shamot, qum yoki shlak ishlatiladi, ularning donadorlik tarkibi tuproq kukuniga mos bo'ladi.

Kukunni par bilan namlashda ikki vallik aralashtirgichlar amalga oshiradi. 9–12% gacha namlangan, qizdirilgan va yaxshi aralashtirilgan kukun presslashga beriladi. Yarim quruq usulda presslashda ikki poyali ikki tomonlama presslar ishlatiladi. Birinchi va ikkinchi poyalar o'rtasida presslarning havosi chiqish uchun tanaffus bo'lishi lozim. Bosim 3–15 MPa. Massaning ikkinchi bosqichda siqish 22,5–50 MPa ostida olib boriladi. Pishirish jarayoni halqali va tunel pechlarda amalga oshiriladi.

Yarim quruq usulda presslangan effektiv turdagi qurilish g'isht va toshlarga zichligi $1400\text{--}1450\text{ kg/m}^3$ ga cha bo'lgan g'isht va toshlar kiradi. Mustahkamligi bo'yicha g'isht va toshlar 300, 250, 200, 175, 150, 125, 100, 75 markali bo'ladi. Sovuqqa chidamliligi bo'yicha Mrz-15, Mrz-25, Mrz-35, Mrz-50 markali bo'ladi. Suv yutuvchanligi 6% dan kam bo'lmasligi kerak.

Effektiv turdagi g'isht va toshlarga bo'lgan talab reglamentlashtirilgan GOSTga binoan «Keramik g'isht va toshlar» 530–95 talabiga javob berishi kerak.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. G'isht va toshlarning o'lchamlariga ko'ra tasniflanishi.
2. G'isht va toshlarning shakllanishiga ko'ra tasniflanishi.
3. Tuproqni qayta ishlash usullarini keltirng.

4. Qovushqoq usulda g'isht ishlab chiqarish texnologik tizimini keltiring
5. Tuproqni uqalash va donalash uchun qanday uskunadan foydalaniladi.
6. Tuproqni namlash va aralashtirish jarayonini ta'riflab bering.
7. G'ishtni shakllash jarayoni qanday uskunada bajariladi.
8. G'ishtni quritish jarayoni qanday uskunada bajariladi.
9. G'ishtni kuydirish darajasi qancha.
10. Tayyor g'isht va toshlarga Davlat Standarti talablari qanday.
11. Yarim quruq usulda massa namligi qancha?
12. Yarim quruq usulda g'isht ishlab chiqarish texnologik tizimini keltiring.
13. Effektiv turdagi buyumlar olish uchun massaga qo'shiladigan qo'shimchalar.
14. Ichi g'ovak g'isht va toshlar ishlab chiqarish texnologik tizimini keltiring.
15. Effektiv turdagi materialning oddiy turdagi materialdan farqi nimada.
16. Yarim quruq usulda teshiklar qaysi jarayonda hosil bo'ladi.
17. Yarim quruq usulda g'ovaklar qaysi jarayonda hosil bo'ladi.
18. Effektiv turdagi g'isht va toshlarda teshiklar necha foiz bo'lishi mumkin.
19. Yarim quruq usuldagi g'isht va toshlarni quritish va kuydirish jarayoni.
20. Yarim quruq usulning afzalligi va kamchiliklari.

Tayanch so'z va iboralar

Bo'shliq, to'liq, qovushqoq, yarim quruq, tabiiy qayta ishlash, sun'iy qayta ishlash, maydalash, aralashtirish, tindirish, gamogenlash, shakllash, mundshtuk, kern, kamerali quritgich, tunnelli quritgich, halqali pech, tunnel pech, g'isht markasi, suv yutuvchanlik, sovuqqa chidamlilik.

Kompression, kukun, press forma, press kukun, granulometrik tarkib, effektiv g'isht, qo'shimchalar, shamot, qum, shlak.

**7-bob. KOSHINLAR ISHLAB CHIQRISH
TEXNOLOGIYASI**

28-§. Koshin tarkiblari

Devorlarni sirtlash uchun ishlatiladigan fayans koshinlar 150x150, 100x100 mm uzunlik, 4x5 mm qalinlikda ishlab chiqarildi. Koshinlar uchun tayyorlanadigan omixta xo'jalik va sanitar fayans buyumlar uchun tayyorlanadigan omixta kabi tayyorlanadi. G'ovakli fayans massalar nam muhitda hajmiy kengayadi, bu koshin yuzida darzlar (tsek) hosil bo'lishiga olib keladi. Bu holat yuzaga kelmasligi uchun sirt koshin massasi tarkibiga talk, vallostonit yoki pirofillit qo'shiladi. Quyida sirt koshinlar uchun massa tarkiblarini keltiramiz.

20-jadval

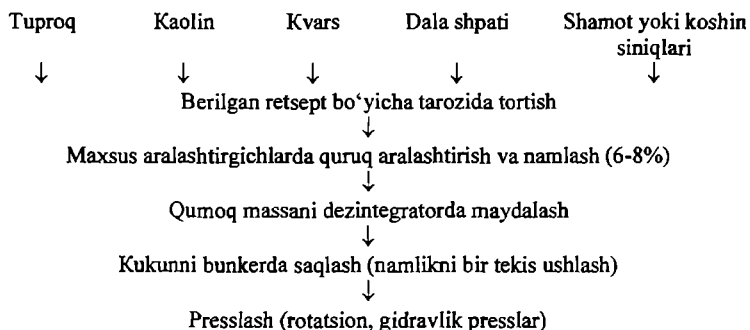
Material	Tarkib			
	1	2	3	4
Qovushqoq tuproq	28	27	40	51
Kaolin	20	23	7	-
Kvars yoki kvars qumi	23	10	25	30
Dala shpati	-	-	3	4
Shamot, kapsel sinig'i	-	20	-	-
Pirofillit	-	-	15	15
Koshin siniqlari	9	7	-	-
Kuydirilgan kaolin	17	-	-	-
Bo'r	3	3	-	-

Fayans koshinlar ishlab chiqarishda massani uch xil usulda tayyorlash mumkin: 1) quruq; 2) qovushqoq; 3) shliker usullar.

29-§. Quruq usulda massa tayyorlash

Quruq usulda massa tayyorlash jarayoni qisqa va iqtisodiy jihatdan samaralidir. Quruq usulda tayyorlangan mahsulot qovushqoq usulga nisbatan ikki barobar qisqa vaqtda tayyorlanadi va shakl olishda o'lchamlari aniq bo'ladi.

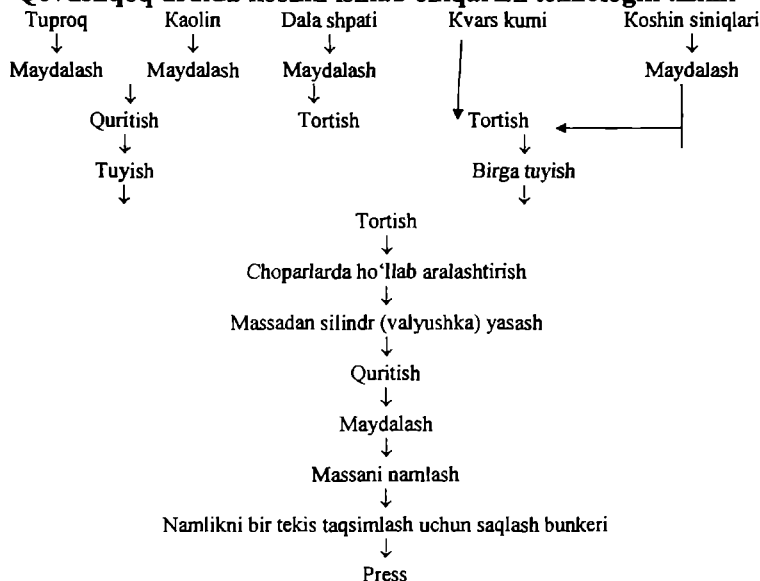
Quruq usulda koshin ishlab chiqarish texnologik tizimi



30-§. Qovushqoq usulda massa tayyorlash

Ishlab chiqarishda qovushqoq usul juda kam qo'llaniladi, sabab xomashyoni qayta ishlash jarayoni murakkab, massa tayyorlash bo'limida jihozlar ko'p ishlatiladi, shakllash jarayonida mahsulot sifatli chiqmasligi mumkin.

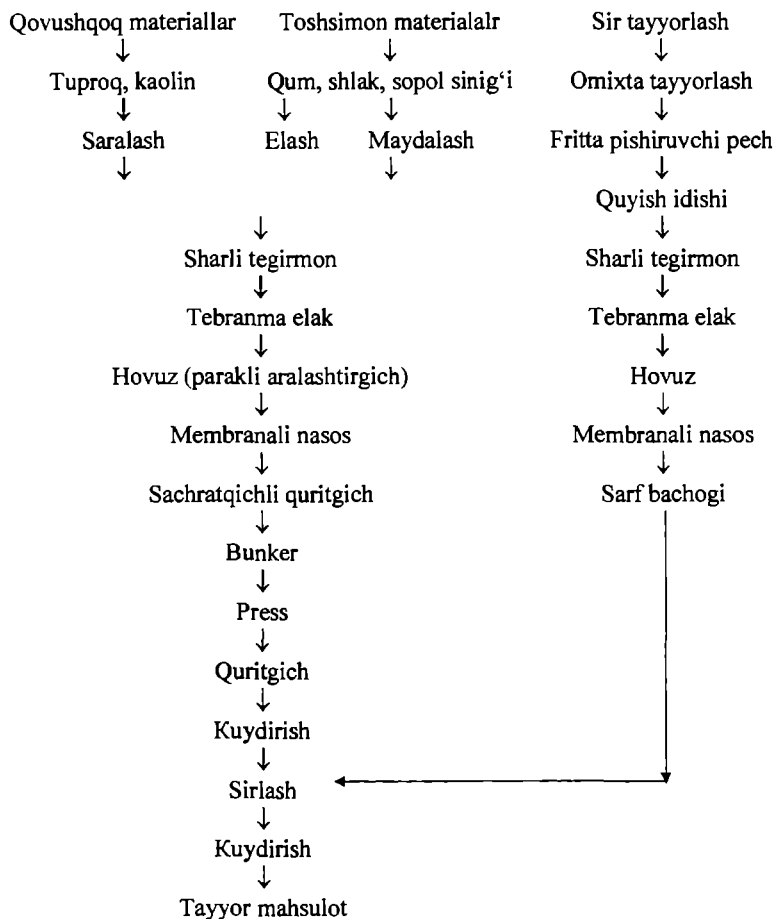
Qovushqoq usulda koshin ishlab chiqarish texnologik tizimi



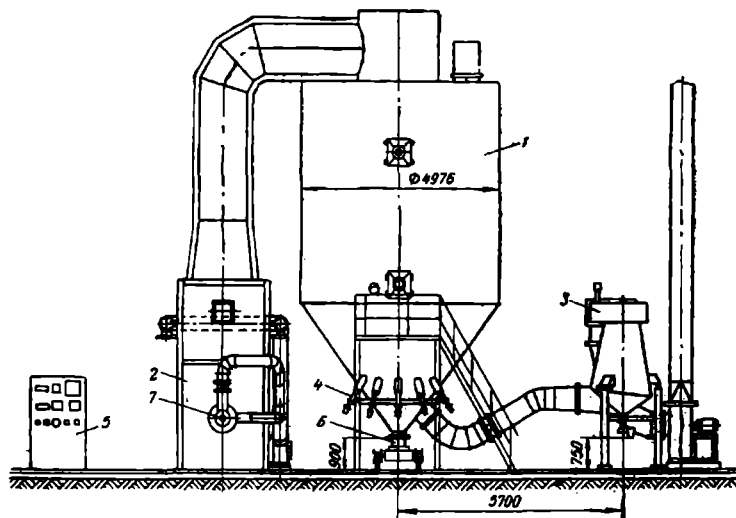
31-§. Shliker usulida kukun tayyorlash

Koshinlarni shliker usulida ishlab chiqarish korxonalarda ko'proq qo'llaniladi. Shliker usuli ishlab chiqarishda ko'p bosqichlardan iborat, qimmat, ammo bir xil tarkibli massa olish imkoniyati katta. Quyida shliker usulida koshinlar ishlab chiqarishni to'liq texnologik tizimi keltilgan.

Shliker usulida massa tayyorlash texnologik tizimi



Birlamchi maydalangan, saralangan xomashyo tortilib, sharli tegirmonlarda 8 soat davomida tuyiladi, 006-elakda 4–8% qoldiq qolguncha. Tayyor shliker elakdan o‘tib, hovuzga to‘kiladi, parrakli aralashtirgichda aralashtiriladi. Membranali nasos yordamida sachratqichli quritgichga uzatiladi.



35-rasm. Sachratqichli quritgich ko‘rinishi: 1-quritish kamerasi; 2-o‘choq; 3-ventilatsiya sistemasi; 4-suspenziya bilan ta’minlagich sistemasi; 5-avtoregulirovka, nazorat va boshqaruv; 6-techka; 7-gorelka.

Sachratqichli quritgichlarning konstruktiv va ekspluatatsiya ko‘rsatkichlari 21-jadvalda keltirilgan. Bu yerda taqqoslash uchun Belorussiya va Rossiyada ishlab chiqarilgan jihozlarning eng yaxshi namunalariga oid ma’lumotlar berilgan.

Sachratgichli quritgichlarning konstruktiv va ekspluatatsion ko'rsatkichlari

21-jadval

Xarakteristika elementlari	Quritgich		Xarakteristika elementlari	Quritgich	
	Minsk qurilish material-lari kombinati	Qurilish keramika-si ITI PKB		Minsk qurilish material-lari kombinati	Qurilish keramika-si ITI PKB
Minora hajmi, m ³	690	54,2	Solishtirma issiqlik sarfi (1 kg bug'latilgan namlik uchun), kkal/kg	828	810
Ishlatiladigan shliker namligi, %	45,3	44,5	Olinadigan solishtirma namlik, kg/m ³ · soat	4,35	29,1
Kukun o'rtacha namligi, %	10	8	Iste'mol qilinuvchi quvvat, kv·soat	32	17,1
Shliker bo'yicha quritgichning ishlab chiqarish quvvati, kg/soat	7840	3950	Umumiy metall og'irligi, t.	66	10
Absolyut quruq kukun bo'yicha ishlab chiqarish quvvati, kg/soat	4360	2183	Changlatish bosimi, atm.	27	13
Chiquvchi gazlar harorati, °C	104	198	Umumiy o'lchamlar, m:	9	4,5
Bug'latilgan namlik miqdori, kg/soat	3000	1576	Minora diametri Balandligi, shu jumladan, konus balandligi	16,6 8,6	6,53 2,73

Hozirgi paytda press kukunni sachratqichli quritgichlarda olish keng qo'llanilmoqda. Sachratqichli quritgichda suyuq massa shlikerdan (48% namlikda) tayyor press kukuni (6,5–8,5% namlikda) olinadi. Press kukunining donadorlik tarkibi (%) da) 1 mm donalar 0,4–1; 0,5 mm 6–12; 0,25 mm 55–65; 0,25 mm dan kam 15–34; filtrga ketuvchi chang miqdori 1,5–2%.

Bir tekis zichlangan, bir xil teksturaga ega koshinlar olish muhim ahamiyatli va murakkab jarayon hisoblanadi. Presslanuvchi massa donachalari orasidagi havo butun hajmning 40% ini tashkil etadi. Presslash jarayonida kukundagi havoni siqib chiqarish shart, shundan so'ng massa siqib zichlanadi.

Koshinlar gidravlik, friksion va tirsak-richagli presslarda presslanadi. Gidravlik va tirsak-richagli presslarda presslash ikki bosqichda olib boriladi: birinchi bosqichda – 40–60 kg/sm² bosimda va ikkinchi bosqichda – 220–300 kg/sm² li bosimda. Press kukunining namligi 7–9 % atrofida bo'lishi kerak.

22-jadvalda Rossiya va Italiya korxonalarida keng ishlatiladigan presslarning texnik xarakteristikalarini keltiriladi.

Presslarning texnik xarakteristikalarini

22-jadval

Xarakteristika elementlari	Press turlari		
	610V «Robot»	KRK _p 125	«Ariste Super Velko»
Presslash kuchi, t	90	125	500 gacha
Qadamlar soni, 1 min.	17,6	14-20	25
Harakatlantiruvchi quvvat, kVt.	7,5	7	25
Bir vaqtda presslanayotgan koshinlar soni, dona	150x150-1 100x100-2	150x150-2 100x100-3	150x150-4 100x100-8
8 soatda ishlab chiqariladigan koshinlar soni, dona	150x150-8640 100x100-17280	150x150-19200 100x100-26400	150x150-40000 100x100-70000
Og'irligi, kg.	3400	9500	9500

Fayans koshinlarini ikki bosqichda pastroq bosimda ham presslash mumkin. Birinchi bosqichda 5 kg/sm^2 bosimda havo siqib chiqariladi, press shtempeli ko'tarilib, 2-bosqich $150\text{--}200 \text{ kg/sm}^2$ bosimda koshin zichlanib, presslanadi.

Bunkerdagi press kukuni presslashga berishdan avval uni $24\text{--}30 \text{ kg/sm}^3$ vibroelakdan o'tkazish, kukunni bunkerda 24 soat davomida saqlash tavsiya etiladi.

Presslangan koshinlar uzluksiz ishlovchi tasmali uzatgichda konveyerli quritgichga beriladi, bu yerda koshinlar $1,5\text{--}3\%$ qoldiq namlikkacha quritiladi. Fayans buyumlariga nisbatan fayans koshinlarni quritish nasbatan tez bajariladi. Quritgichga yetib kelguncha koshindagi namlikni bir qismi quritish bo'limi atmosferasiga tarqaladi, qolgan qismi quritgichga kuydirish bo'limidan beriladigan issiq havo oqimi yordamida parlanib chiqadi. Konveyerning tezligi, quritish vaqti 3 soat davom etsa, konveyer quritgich uzunligi 18 m bo'lganda:

$$V = 18 / 360 = 0,1 \text{ m/min}$$

Koshinlar 2 marta kuydiriladi: sirlashgacha $1150\text{--}1200^\circ\text{C}$ temperaturada va sirlangandan so'ng $950\text{--}1100^\circ\text{C}$. Kuydirish rolikli konveyer pechlarda amalga oshiriladi, birinchi pishirish vaqti 17 min, ikkinchi pishirish vaqti 26–28 min. Koshinlar pulverizatsiya usulida sirlanadi, sirlash jihozidan o'tish tezligi $0,6\text{--}1,0 \text{ m/sek}$, 1 soatda 2500 dona koshin sirlanadi.

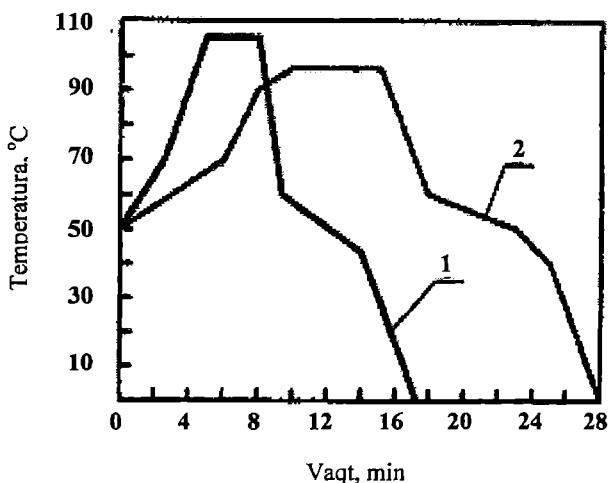
Koshinlarni sirlash uchun ishlatiladigan sir tarkibi

23-jadval

Material	Sir		Fritta	
	№1	№2	№1	№2
Kaolin	8	-	-	-
Fritta №1	92	-	-	-
Tuproq	-	15	-	-
Bo'r	-	10	8	-
Sirkon	-	5	15	-
Fritta №2	-	70	-	-
Kvars qumi	-	-	25	53
Bura	-	-	35	-
Dala shpati	-	-	17	-
Texnik glinozyom	-	-	-	2,8
Soda	-	-	-	5,4
Bor kislotasi	-	-	-	28,9
Natriyli selitra	-	-	-	9,9

Rolikli pechdagi birinchi pishirish 1080–1100°Cda, ikkinchi pishirish 950°C haroratda amalga oshiriladi.

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda ichki pardoqlash koshinlari uchun vaqt bo'yicha tez kuydirish rejimlari ishlab chiqilgan. Shunday rejimlardan biri 36-rasmda keltirilgan.



36-rasm. Ichki pardoqlash koshinlarini kuydirishga oid taxminiy rejimlar: 1-util kuydirish uchun; 2-politoy kuydirish uchun.

32-§. Tashqi sirt koshinlari ishlab chiqarish

Tashqi sirt koshinlariga qo'yiladigan asosiy talablar sovuqqa bardoshlik (35 sikldan kam bo'lmashligi kerak) va suv yutuvchanligi 5–10% dan oshmasligi kerak. Tashqi sirt koshinlari sirlangan va sirlanmagan, yuzasi silliq yoki o'ymakor, bir yoki ko'p rangli bo'ladi. Ularni turli o'lchamlarda 48x48x4, 120x65x7, 125x60x7, 150x75x7, 140x120x7, 250x65x10, 250x40x10, 213x107x10 mm ishlab chiqariladi. Tashqi sirt koshinlarining xomashyolari yorqin va qizil, qiyin eruvchan yoki o'tga chidamli tuproqlar, 20–30 % toshsimon materiallar (u yoki bu tuproqning shamoti, kvarts qumi) eruvchilar (pegmatit, perlit, bor, shisha siniqlari). Yarim quruq presslash, qovushqoq, quyma usullarda shakllanadi. Tashqi sirt koshinlarini ishlab chiqarishni ahamiyatlisi purkovchi quritgichlarda press kukun tayyorlashdir. Pishirish konveyerli va tunnelli pechlarda 1200–1250°C

haroratda 0,25–1,7 soat davomida amalga oshiriladi (tunnel pechlarida 950–1060°C).

33-§. Pol koshinlari ishlab chiqarish

Pol koshinlari yuqori zichlikka ega bo'lishi, nam yutmasligi, ishqalanishga qarshiligi katta bo'lishi va yuqori mustahkamlikka ega bo'lishi kerak. Shu xossalariga ko'ra, keramika pol koshinlari sanoat, uy-joy, intensiv yo'l harakati joylarida polga ishlatiladi.

Pol koshinlari ishlab chiqarish uchun asosiy xomashyo bo'lib, yuqori sifatli qovushqoq, yuqori bog'lovchilik xossalariga ega bo'lgan, pishish intervali katta bo'lgan – 80–100°Cdan kam bo'lmagan tuproqlar ishlatiladi. Ishlatiluvchi tuproqlarning kimyoviy tarkibi, %: SiO₂ –51,0-68,5; Al₂O₃–17,0-35,0; Fe₂O₃–0,9-10,5; TiO₂–0,6-1,5; CaO–0,5-2,5; MgO– 0,2-2,6; Na₂O+K₂O–0,25-3,6; Qizdirishdagi yo'qotishlik–5,5-10,5.

Pol koshinlari ishlab chiqarishda qo'llaniladigan gillarning kimyoviy tarkibi va ba'zi bir xossalari

24-jadval

Gillar nomi	Miqdori,%					Olovbardshiligi, °C	Rangi
	RO ₂	R ₂ O ₃	RO	R ₂ O	Qizd. yo'qotish		
Chasovyarsk	53.0 SiO ₂	32.6 Al ₂ O ₃ 1.5 Fe ₂ O ₃	0.6 CaO 0.7 MgO	2.7 K ₂ O 0.3 Na ₂ O	8.5	1700	Oq
Drujkovka	61.6 SiO ₂	24.7 Al ₂ O ₃ 0.8 Fe ₂ O ₃	0.8 CaO 0.7 MgO	2.9 K ₂ O 0.2 Na ₂ O	7.0	1610	Oq
Yangishveysarsk	55.1 SiO ₂	32.3 Al ₂ O ₃ 0.8 Fe ₂ O ₃	0.6 CaO 0.6 MgO	2.1 K ₂ O 0.3 Na ₂ O	8.1	1700	Oq
Nikiforovsk	58.8 SiO ₂	21.7 Al ₂ O ₃ 9.3 Fe ₂ O ₃	0.6 CaO 0.6 MgO	1.9 K ₂ O 0.9 Na ₂ O	6.2	1480	Qizil

Nikolaevsk	62 SiO ₂	24.3 Al ₂ O ₃ 2.6 Fe ₂ O ₃	0.8 CaO 1 MgO	2.5 K ₂ O 0.3 Na ₂ O	6.4	1600	Sariq
Nijnee-Uvelsk	57.6 SiO ₂	29.2 Al ₂ O ₃ 2.95 Fe ₂ O ₃	0.2 CaO 0.9 MgO	-	9.5	1560	Qo'ng'ir
Angren boyitilmagan	62.2 SiO ₂	22.6 Al ₂ O ₃ 5.5 Fe ₂ O ₃	0.6 CaO 0.2 MgO	-	9.9		Qo'ng'ir
Angren boyitilgan	48.3 SiO ₂	36.1 Al ₂ O ₃ 1.0 Fe ₂ O ₃	0.2 CaO 0.3 MgO	0.5 Na ₂ O 0.6 K ₂ O	12.8		Oq

Minerologik tarkibiga ko'ra kaolinit-gidroslyudali tuproqlar, slyuda tarkibida kvars miqdori ortiqligi sababli yaxshi deb hisoblanadi. Kaolinit-montmorillonitli tuproqlar ham sifatli xomashyo bo'lib hisoblanadi. Zararli qo'shimchalarga ohak, perlit, kolchedan, gips, organik birikmalar va boshqalar kiradi.

Pol koshinlari ishlab chiqarishda uzluksiz oqimli konveyer liniyalı tizim uchun tuproqli xomashyo sifatida Angren boyitilmagan ikkilamchi kaolini, erituvchılardan porfirıt, langar pegmatiti ishlatiladi. Yovg'onlashtiruvchi material sifatida koshin siniqlari yoki kvars qumi ishlatiladi.

Massa rangini o'zgartirish uchun bo'yoqlar sifatida xrom yoki margenetsli ruda, temir oksidi (redoksayd), pirollyuzit MnO₂, kobalt oksidi va boshqalar ishlatiladi.

Pol koshinlari ishlab chiqarish texnologik tizimi quyidagi asosiy jarayonlarni o'z ichiga oladi:

- presslash uchun kukun massasini tayyorlash;
- koshinlarni presslash;
- presslangan koshinlarni quritish;
- kuydirish.

Pol koshinlari ishlab chiqarishda massa tayyorlashning yarim quruq, plastik va shliker usullaridan foydalaniladi.

Yarim quruq usulda massa tayyorlashda bir jinsli tarkibli tuproqlar ishlatiladi. Bu usul o'z ichiga tuproqni maydalash, quritish barabanida

quritish, dezintegratorida maydalash, kerakli fraksiya uchun tuproqni elashni oladi. Shu usulda tayyorlangan 8–9% namlikdagi tuproq saqlash bunkerlaridan presslashga yuboriladi.

Plastik usulda massa tayyorlash: quritilgan va maydalangan tuproqni mayin maydalangan erituvchi va yovg'onlashtiruvchi materiallar bilan quruq aralashtirish, aralashgan massani avval aralashtirgichda 18–22% gacha namlash, so'ng lentali pressda briket holida shakllash, briketlarni kamerali yoki tunnel quritgichlarda 7–9% namlikkacha quritish (20–24 soat), maydalash va tuyishdan iborat. Maydalangan kukun 1 sutka davomida saqlanadi va presslanadi. Bu usul og'ir mehnatni talab etib, murakkab usul hisoblanadi.

Shliker usulida massa tayyorlash suspenziya holiday komponentlarni yaxshi aralashtirish mumkin bo'lgani uchun keng tarqalgan. Bu usulda tuproq dastlab mayin maydalangan erituvchi va yovg'onlashtiruvchi materiallar bilan birga sharli tegirmonda aralashtiriladi. Maydalash va aralashtirish jarayoni 6–8 soatni tashkil etadi. Maydalanish darajasi 10000 tesh/sm² elakda 2–6% qoldiq bilan xarakterlanadi. Elakdan o'tgan suspenziya membranali nasos yordamida sachratqichli quritgichga uzatiladi.

Sachratqichli quritgichga 40–45% namlikda kelgan suspenziya 8–10% gacha quritilib, quritgichdan kerakli granula holida kukun bo'lib tushadi.

Koshinlar ishlab chiqarishda shliker usuli bir xil tarkibli press kukuni olishni, past sifatli xomashyodan sifatli mahsulot ishlab chiqarish imkonini beradi. Sachratqichli quritgichda hosil bo'lgan kukundan presslangan koshinlar yarim quruq usulda tayyorlangan koshinlarga nisbatan 2 barobar kam suv yutuvchanlikka, 7 barobar kam ishqalanishga, 3 barobar ko'p mustahkamlikka egadir.

Pol koshinlari uchun press kukunining donadorlik tarkibi

25-jadval

Press kukuni		Dona o'lchami, mm va % da			
		1,2-1,0	1,0-0,5	0,0-0,2	0,2 dan kam
Yuza uchun	qatlam			42-60	40—45
Asosiy uchun	qatlam	16-20	20-25	35-40	18-20

Yuza qatlam uchun press kukun 98 tesh/sm^2 li elakdan, asosiy qatlam uchun 1 va 2 qatlamli koshinlar uchun $34,6$ va 64 tesh/sm^2 li elakdan o'tishi kerak.

Keramik pol koshinlari gidravlik va tirsakli richagli (KrKp-125) presslarda presslanadi. Presslash 2 bosqichda: 1-bosqich $40\text{--}60 \text{ kg/sm}^2$; 2 bosqich $220\text{--}300 \text{ kg/sm}^2$ da olib boriladi.

Koshinlarni quritish uchun kamerali, tunnelli, konveyer quritgichlardan foydalaniladi. So'nggi yillarda korxonalarda uzluksiz oqimli, konveyer liniyalari tizim o'rnatilgan bo'lib, konveyer quritgichlar iqtisodiy samaralidir. Liniyada quyidagi jarayonlar bajariladi: presslash, pressdan koshinlarni qabul qilish, quritishga berish, 32 minut davomida quritish, rolikli konveyer pechida 42 minut davomida kuydirish.

Quritish davrida konveyerni harakatlanish tezligi $12\text{--}15 \text{ m/s}$. Quritgichga kelayotgan issiqlik yurituvchining temperaturasi $80\text{--}90^\circ\text{C}$, ketuvchi issiqlik temperaturasi $40\text{--}50^\circ\text{C}$. Quritish boshlanishida nisbiy namlik $70\text{--}75\%$, koshinning qoldiq namligi 2% . Quritilgandan so'ng koshin mustahkamligi $1,18\text{--}1,37 \text{ MPa}$ ga teng.

Pol koshinlari A va B sinflarga bo'linadi. A sinfdagi koshinlar bilan muttasil harakat sodir bo'lganda, kimyoviy reagentlar, suv bilan ishlovchi bo'limlarning polini yuzasi qoplanadi. Bunday koshinlarning suv yutuvchanligi 2% dan oshmaydi. B sinfdagi koshinlar bilan xizmat qattiq talab etilmaydigan korxona bo'limlari, xonalarning faol yuzasi qoplanadi. Bunday koshinlar suv yutuvchanligi 4% gacha bo'ladi.

Koshinlarning ishqalanishga bo'lgan mustahkamligini aniqlashda aylanuvchan krugdagi 30 kg/sm^2 bo'lganda namunaning og'irlik yo'qotishlari A sinf uchun $0,10 \text{ g/sm}^2$, B sinf uchun $0,25 \text{ g/sm}^2$ oshmasligi kerak.

Koshinlarni urib zarb bilan sinashda 3 zarbga 10 mm qalinlikdagi koshinlar, 6 zarbga 13 mm qalinlikdagi koshinlar, 16 zarbga 16 mm qalinlikdagi koshinlar bardosh berishi lozim.

Koshinlarni yon taraflari bo'yicha chiziqli o'lcham tafovuti A sinf uchun $\pm 1 \text{ mm}$, B sinf uchun $\pm 2 \text{ mm}$ dan oshmasligi kerak.

Sovuqqa bardoshlilik talabi qo'yilmaydi. Koshinlarni siqishga bo'lgan mustahkamlik chegarasi $180\text{--}250 \text{ MPa}$, suv yutuvchanligi 4% dan oshmasligi kerak. Koshinlar uchun qo'yilgan GOST 6787-69 talab bo'yicha pol koshinlarning shakli quyidagicha:

Koshin turi	O'lchami mm	Bir koshin massasi, g	1 m ² dagi koshinlar soni	1 m ² dagi koshin massasi, kg
Kvadrat	50x50x10	60	400	24
-//-	100x100x10	240	100	24
-//-	150x150x10	700	44,4	31
To'g'ri to'rt burchakli	150x74x13	350	88,3	31
Olti qirrali	100x115x10	215	111	24
Sakkiz qirrali	150x50x13	575	50	28,8

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Koshinlar ishlab chiqarish uchun xomashyo materiallar.
2. Koshinlar ishlab chiqarish usullarini keltiring.
3. Quruq usul texnologik tizimi.
4. Qovushqoq usulda koshin ishlab chiqarish texnologik tizimi
5. Shliker usulda koshin ishlab chiqarish texnologik tizimi.
6. Fayans koshinlarini presslash uskunasi va presslash bosqichi.
7. Koshinlarning xossalari.
8. Ichki sirt koshinlarining ishlatilish sohalari.
9. Tashqi sirt koshinlarini kuydirish jarayoni.
10. Tashqi sirt koshinlariga qo'yiladigan talablar.
11. Pol koshinlari ishlab chiqarishda ishlatiluvchi asosiy xomashyo materiallar.
12. Pol koshinlari ishlab chiqarishda ishlatiluvchi tuproqning kimyoviy tarkibini keltiring.
13. Massa rangini o'zgartirish uchun ishlatiladigan bo'yoqlar.
14. Pol koshinlari ishlab chiqarish texnologik tizimini keltiring.
15. Pol koshinlari ishlab chiqarishda massa tayyorlash usullari.
16. Qovushqoq usulda massa tayyorlash usulini keltiring.

17. Shliker usulda massa tayyorlashning afzalliklari.
18. Pol koshinlari ishlab chiqarishda quritish jarayoni.
19. Pol koshinlarini kuydirish jarayonini ta'riflab bering.
20. Pol koshinlariga qo'yiladigan talablar.

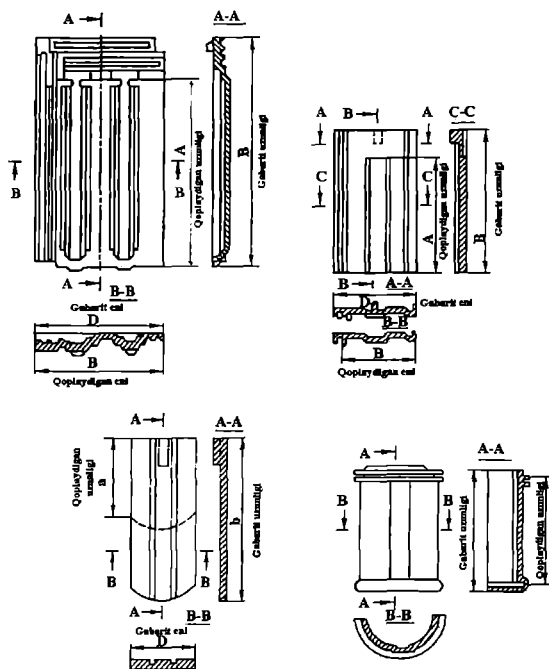
Tayanch so'z va iboralar

Qovushqoq tuproq, kaolin, kvars, kvars qumi, dala shpati, shamot, kapsel sinig'i, talk, pirofillit, koshin siniqlari, bo'r, soda, fayans koshin, quruq usul, qovushqoq usul, shliker usuli, presslash, bosim, fritta, bura, filtr, sachratqichli quritgich, ichki sirt plitkasi, tashqi sirt plitkasi, pol plitkasi, rolikli pech, tunnel pech, kaolinit-gidroslyuda, kaolinit-montmorillonit, ohak, pirit, kolchedan, gips, organik birikmalar, ikkilamchi kaolin, porfirit, pegmatit, koshin sinig'i, xromli ruda, marganesli ruda, temir oksidi, piroluzit, kobalt oksidi, erituvchi, yovg'onlashtiruvchi, gidravlik press, tirsakli press, presslash bosqichi, rolikli konveyer pech, ishqalanishga mustahkamlik, zarbga bardoshlik.

34-§. Cherepitsa ta'rifi va turlari

Yuqori plastik xususiyatlarga ega bo'lgan yoki bir tarkibli va kam kirishadigan gillarga kam miqdorda cherepitsa sinig'i yoki kvars qumi qo'shish yo'li bilan tayyorlangan press loyni qoliplarga quyish va kuydirish yo'li bilan olingan to'g'ri burchakli sopol tuzilishli plitka yoki nov (paz) lar ko'rinishidagi qurilish materiali gil cherepitsasi deb ataladi.

Cherepitsa turlariga shtampovkalangan, tasma-, yassi- va konkisimon cherepitsalar kiradi (37-rasm).



37-rasm. Shtamlangan, tasma-simon novli, tasma-simon yassi va tom o'rkachiga yopiladigan cherepitsalar.

35-§. Cherepitsa xomashyosi

Cherepitsa ishlab chiqarishda yengil eruvchan tuproqlar qo'llaniladi. Cherepitsa ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan sifatli tuproqlar quyidagi tarkibga ega (% da):

SiO_2 – 58-71 ; Al_2O_3 – 12-14; Fe_2O_3 -3,5-5; CaO -1,3-17; MgO -3,5; R_2O -4,5; SO_3 -1.

Tuproqlarda o'lchami 1,5 mm bo'lgan ohaktosh va kremniyli qo'shimchalar zararli hisoblanadi.

Xom ashyoning granulometrik tarkibi cherepitsaning suv yutuvchanligi, suv o'tkazuvchanligi va sovuqqa bardoshligini belgilaydi. Mayin fraksiyalar (0,005–0,05) cherepitsani quritish va kuydirish jarayonini qiyinlashtiradi, yoriqlar paydo bo'lishni oshiradi. Yirik donachalar mexanik chidamliligini kamaytiradi, suv yutuvchanligi va suv o'tkazuvchanligini oshiradi, sovuqqa chidamliligiga ta'sir qiladi.

Cherepitsa aralashmasida o'lchami 2 mkm dan kichik donalar 23–55 % bo'lishi lozim. O'lchami 20 mkm dan katta bo'lgan fraksiya 8–50 % bo'lishi lozim. Xomashyoni puxta tayyorlash cherepitsani sovuqqa bardoshligini oshiradi. O'lchami va shaklini murakkabligini hisobga olganda xomashyo 15–25 oraliqdagi plastiklikka ega bo'lishi kerak.

Yuqori plastik xomashyo ishlatilganda massaga qo'shimchalar qo'shiladi - qum (15–20 %), shamot (10–20 %), dehidratlangan tuproq (20–40 %), kaolin va boshqalar. Sifatli xomashyoni qo'llash, cherepitsani tannarxini 2–3 % ga kamaytiradi.

36-§. Ishlab chiqarish texnologiyasi

Cherepitsani plastik usul bilan lentali, shnekli va shtampli presslarda shakllanadi. Tekis lentasimon cherepitsani shakllash uchun vakuumpresslar qo'llaniladi (SM-446, SM-683).

Lentali shnekli presslarda cherepitsani shakllash uchun silindr diametri 250–300 mm bo'lishi lozim.

Mundshtuklar – metallardan bo'lishi lozim. Yon devorlari 8°, pastki va ustkilari- 5° ga bo'lingan bo'lishi kerak.

Cherepitsani shakllashda vakuum kattaligi 84–86,67 Pa. Lentali presslarning ish unumdorligi 1200–2000 dona soatiga.

Cherepitsani kesish SM-84, 4A-1 va ARCh-2 avtomatlar yordamida amalga oshiriladi.

Shakllangan cherepitsa qurituvchi ramkalarga taxlanadi va quritish uchun yuboriladi.

Cherepitsa tabiiy yoki sun'iy (kamerali, tunnelli) quritgichlarda quritiladi. Tabiiy holda, ya'ni stelajli saroylarda quritish 6–12 kun davom etadi. Bunda 6–7 % namlik qoladi.

Sun'iy usulda, ya'ni kamerali va tunnelli quritgichlarda cherepitsa issiqlik tashuvchi: issiq havo va chiqindi gazlar yordamida quritiladi (temperatura 50–60 °C).

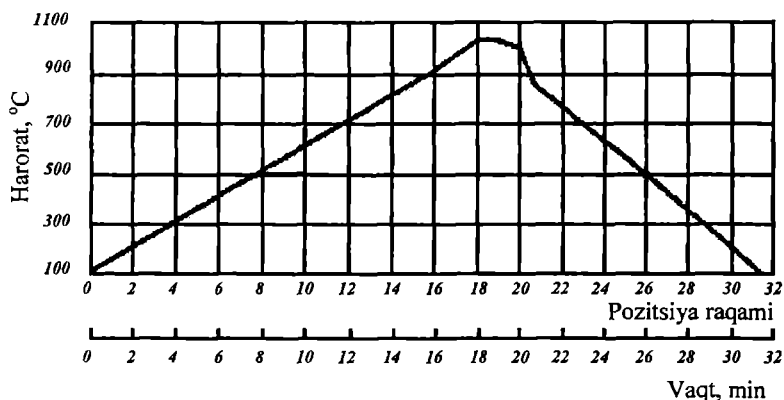
Cherepitsani qurirish kamerali quritgichda 25–70 soat, tunnelli quritgichda 36 soat davom etadi. Bunda 3–4 % namlik qoladi.

Quritishni tez olib borish natijasida yoriqlar hosil bo'ladi, bu cherepitsani sovuqqa bardoshligini yomonlashtiradi. 1000 dona cherepitsani quritishga ketgan yoqilg'i miqdori - 45–100 kg.

Quritilgan cherepitsa tezda kuydirishga yuboriladi.

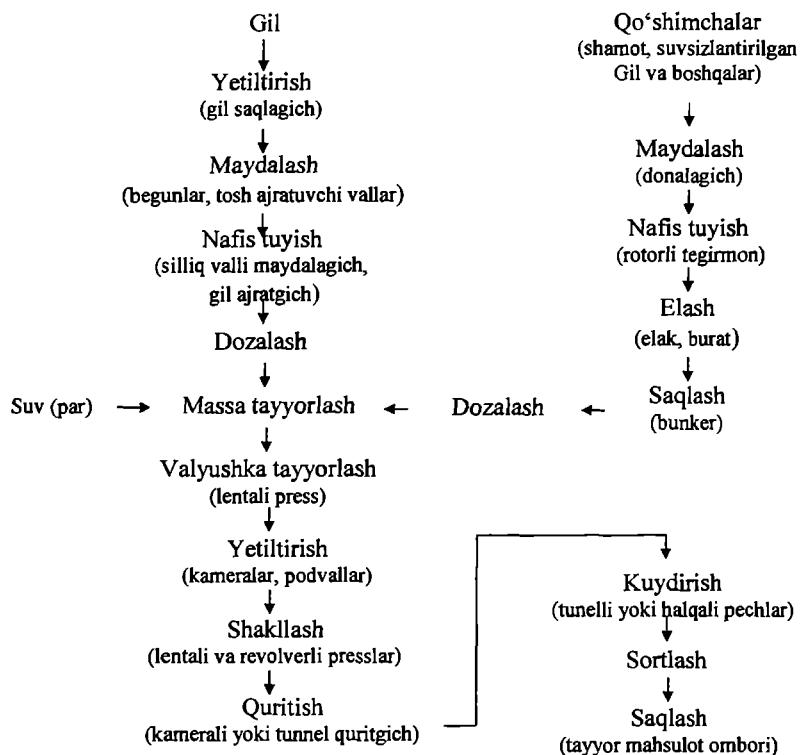
Cherepitsani halqali yoki tunnelli pechlarda kuydiriladi. Halqali pechlarda cherepitsa 12 qavat qilib taxlanadi. Taxlashning shaxmatli va aralash usullari mavjud. Taxlash zichligi cherepitsa tipiga bog'liq bo'lib, 1m³ ga 100–300 donani tashkil etadi. Halqali pechlarda kuydirish 56–90 soat, tunnelli pechlarda 32–50 soat davom etadi. Yiliga 6 mln. dona cherepitsa kuydirish quvvatiga ega tunnelli pech egri chizig'i quyidagi 38-rasmda berilgan.

Yoqilg'i sarfi 1000 dona cherepitsa uchun 110–150kg ni tashkil etadi. Cherepitsa 900–1050 °C da yaxshi kuydirilgan va oqibatda zich strukturali sopolakka ega bo'lishi darkor.



38-rasm. Tunnel pechida cherepitsa kuydirish rejimi

Cherepitsa ishlab chiqarish texnologiyasi:



37-§. Cherepitsalarni xossalari

Cherepitsa 900–1050°C da yaxshilab kuydirilgan bo'lishi kerak va kuydirilgandan keyin zich tuzilishga ega bo'lishi lozim. Silliqlik, ozgina shishalangan yuza cherepitsaning sovuqqa bardoshligini oshiradi.

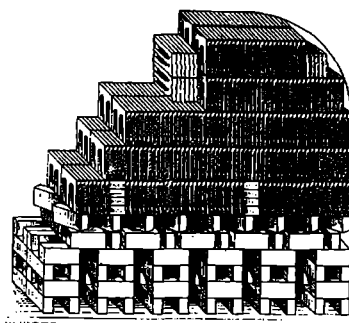
Cherepitsaning tavsifi

27-jadval

Cherepitsa turlari	O'lchamlari va chetga chiqishlar, mm				1m ² qop- lama suv b-n qon- dirilgan- dagi og'ir- ligi, kg	1m ² qopla- madagi cherepitsa donasi
	gabarit		gabarit			
	Uzunligi	kengligi	Uzunligi	kengligi		

Pazli shtamplan- gan	310 ± 8	190 ± 6	Normal- lanmaydi	Normal- lanmaydi	50	17
	333 ± 8	190 ± 6	-»-	-»-	50	16
	347 ± 8	208 ± 6	-»-	-»-	50	14
Pazli lentasimon	333 ± 5	200 ± 3	400 ± 5	220 ± 3	50	15
	333 ± 5	180 ± 3	400 ± 5	200 ± 3	50	17
	333 ± 5	140 ± 3	400 ± 5	165 ± 3	50	21,4
Yassi lentasimon	333 ± 5	200 ± 3	400 ± 5	220 ± 3	50	15
	333 ± 5	180 ± 3	400 ± 5	200 ± 3	5	17
	333 ± 5	140 ± 3	400 ± 5	165 ± 3	50	21,4
To'liqinli lentasimon	290 ± 5	200 ± 3	350 ± 5	240 ± 3	50	17
S-shaklli lentasimon	333 ± 5	175 ± 5	390 ± 5	215 ± 3	50	17
	290 ± 5	175 ± 3	340 ± 5	225 ± 5	50	20
Konkali	333 ± 4	Norma- lanmaydi	365 ± 5	200 ± 3	81	3

Cherepitsa GOST 1808-71 bo'yicha 13 xil turda ishlab chiqariladi. Cherepitsa gabarit o'lchamlari 27-jadvalda keltirilgan. Cherepitsa to'g'ri shaklga ega bo'lishi lozim, yaxshi kuydirilgan bo'lishi, sindirilganda bir xil bo'lishi, mayda donachali ohaktosh qo'shimchalarsiz bo'lishi, zarba berilganda toza ovoz chiqarishi lozim. Uchgan va yoriqli cherepitsa chiqarishga yo'l qo'yilmaydi.



39-rasm. Cherepitsani g'isht bilan birga pech vagonetkalariga joylash.

Cherepitsa minimal suv o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi, sovuqqa bardoshliligi 25 siklga ega bo'lishi lozim, paza chuqurligi 5mm dan kam bo'lmasligi, balandligi-10 mm bo'lishi kerak. Cherepitsa shtabellarda saqlanadi, uning bir partiyasi o'lchami 10 000 dona.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Cherepitsa ishab chiqarishda ishlatiluvchi xomashyo materiallar.
2. Cherepitsa ishlab chiqarishda ishlatiladigan tuproqning tarkibi.
3. Tuproqqa qo'yiladigan talablar.
4. Massaga qo'shiladigan qo'shimcha materiallar turlari.
5. Cherepitsani shakllash usuli va qo'llaniladigan uskunalar.
6. Cherepitsaning turlari.
7. Cherepitsani quritish jarayoni.
8. Cherepitsani kuydirish harorati.
9. Cherepitsani kuydirish jarayoni qanday pechlarda amalga oshiriladi?
10. Cherepitsaga qo'yiladigan talablar.

Tayanch so'z va iboralar

Yengil eruvchan tuproq, valyushka, yetiltirish, yuqori qovushqoq tuproq, qum, shamot, degidratlangan tuproq, kaolin, lentali vakuumpress, mundshtuk, kamerali quritgich, tunnel quritgich, halqali pechi, tunnel pech, pazli-shtampli, pazli-lentasimon, yassi-lentasimon, to'liqli-lentasimon, konkali cherepitsalar.

9-bob. KANALIZATSIYA QUVURLARI ISHLAB CHIQUARISH TEXNOLOGIYASI

38-§. Xomashyosi va tarkibi

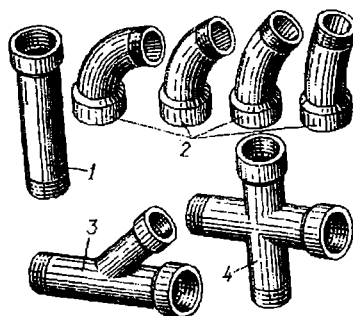
Kanalizatsiya quvurlari (40-rasm) ishlab chiqarish sanoatida asosiy xomashyo bo'lib qiyin eruvchan tuproq hisoblanadi, bu tuproqlarni past temperaturada pishish qobiliyati ($1100\div1200^{\circ}\text{C}$) ga ega bo'lib, pishish intervali $100\div150^{\circ}\text{S}$. Kam hollarda olovbardosh tuproqlar ishlatiladi. Tuproqning optimal tarkibi xomashyo tarkibining fraksiyalardagi donadorlik tarkibi bilan xarakterlanadi. Tarkibida Al_2O_3 $20\div26\%$ dan kam bo'lmasligi, SiO_2 70% dan oshmasligi, CaO 2% dan ko'p bo'lmasligi, Fe_2O_3 - 3-3.5% va ishqor - 4%gacha bo'lishi kerak. Yirik donali kvars massani olovbardoshligini oshiradi, dispersligini esa pasaytiradi. U quritish uchun tuproqning sezgirlikini pasaytiradi, lekin pishirish uchun sezgirlikini oshiradi. Tarkibida erkin kvarsning borligi 15% dan oshmasligi kerak. Gipsni qo'shilishi maqsadga muvofiq emas. SO_2 ni ajralishi bilan pufaklar hosil bo'lib, buni natijasida quvurni suv o'tkazuvchanligi oshib ketadi. Kalsiy oksidini tarkibda ko'payishi sopolakni g'ovaklarini oshishiga olib kelib, massani qisqaruvchi qilib qo'yadi (1040°C boshlab) va bu pishirish jarayonida quvurni deformatsiyalanish xavfiga olib keladi. Karbonatlarning qo'shilishi zararli. Magniy oksidi kalsiy oksidiga qaraganda sopolakni kuchliroq zichlashtiradi, lekin uning ta'siri sekin namoyon bo'ladi. Tuproqda Fe_2O_3 bir xil taqsimlanishi quvurni pishirishda suyuq faza hosil bo'lishiga va zichligi oshirilgan sopolak olishga sabab bo'ladi. 0,5mmli o'lchamli temiri bor pirit va sidirit ko'rinishdagi minerallarni tarkibga qo'shilishi gaz hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Ishqoriy metallarning oksidlari pishish haroratini pasaytirib buyumni sopolagini mustahkamlovchi suyuq faza hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Massaga 5% gacha nefelin-sienit, dala shpati yoki perlitning qo'shilishi sopolakni zichlashishiga, suv yutuvchanlikni pasayishiga va mustahkamlikni oshishiga olib keladi.

**MDX davlatlarida kanalizatsiya quvurlari ishlab chiqarishda
qo'llaniladigan gillar tarkibi va xossalari**

28-jadval

Xarakteristikasi	Gillar nomi			
	Artemovsk	Quy-Uvelsk	Lukotkinsk	Pechersk
Kimyoviy tarkibi, %				
SiO ₂	69,1	55,8	67,6	64,8
Al ₂ O ₃ +TiO ₂	20,5	28,6	19,7	21,1
Fe ₂ O ₃	1,8	4,0	3,9	2,9
CaO	0,7	0,5	0,9	0,4
MgO	0,5	0,7	0,6	1,4
Na ₂ O+K ₂ O	2,4	0,7	1,6	4,4
SO ₃	-	0,1	0,1	0,1
Qizdirilgandagi yo'qotish	5,0	9,6	5,6	4,7
Olovbardoshlik, °C	1570	1540	1570	1530
Pishish temperaturasi, °C	1120	1100	1150	1050
Pishish intervali, grad.	80	150	100	100
Qovushqoqlik soni	15	23	13,5	13,3

Quvur ishlab chiqarish uchun sifatli xomashyo I va II sinf qovushqoqlikka ega bo'lishi kerak. Quritishda qisqarish 4–9.5%, bu jarayonda qisqarish esa 17–19% dan oshmasligi kerak. Asosiy tuproqlardan tashqari quvur sopolagini mustahkamligini oshirish uchun (40% gacha) mahalliy tuproq (erish harorati 1350°C gacha) ishlatiladi. Quvur massasiga tuproqni qisqarishini kamaytirish va buyumni pishirishdagi chidamliligini oshirish uchun shamot qo'shiladi. Sharoitga qarab shamotning bir qismi (10% gacha) yirik donali kvars qumi bilan almashtirilishi mumkin. Sir tayyorlash uchun yengil eruvchan tuproq, perlit, marganesli ruda (tarkibida Mn 43% dan kam emas), gips va osh tuzi (tuzli sir bilan sirlash uchun) ishlatiladi.

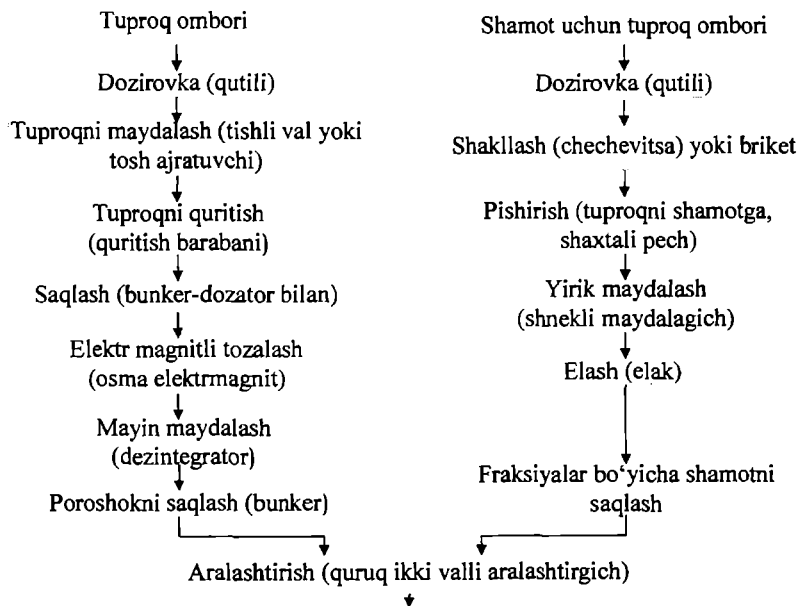


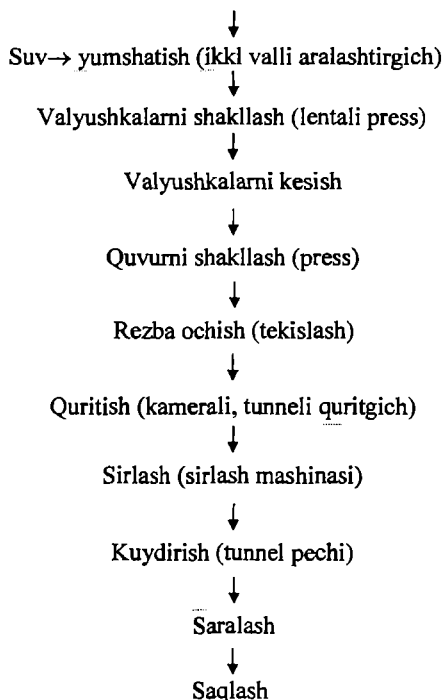
40-rasm. Keramika quvurlari va detallari ko'rinishi: 1-quvur; 2-tizza; 3-troynik; 4-krestovina.

39-§. Massa tayyorlash

Xomashyoni qayta ishlash va tayyorlash ho'l va kam hollarda quruq usullar bilan olib boriladi. Zamonaviy korxonalarda massa asosan quruq usulda tayyorlanadi.

Quvur ishlab chiqarish texnologik sxemasi





Quritishdan keyin tuproqning namligi 9–11% bo‘ladi. Tuproqni kukunini maydalashdagi yupqaligi 1–0,5 mm bo‘lib, u 15–20%ni tashkil etishi kerak. Eng yaxshi natijani dezintegratorlarga qaraganda shaxtali maydalagichlar (MMT-1000/950/980 mSh va MMT-1300/950/740 mSh)lar ko‘rsatadi. Tuproqlardan briketlarni olish, press barmoqlarda yoki lentali presslarda bajariladi. Briketni pechga davriy ravishda 10–12 minut oralig‘ida kirgiziladi. Pishirish harorati $1150\div1200^{\circ}\text{C}$. Shamotni chiqargandan keyin uni ajratiladi, pishmaganlarini qayta pishirishga qaytariladi. Halqali pechlarning asosiy kamchiliklari bu judayam ko‘p issiqlik ajratib chiqishi hisoblanadi. Pechning barabanida issiqlikning berilishi kam bo‘lib aylanuvchi gazlar bilan 30%dan ko‘proq pechga kiruvchi issiqlik chiqib ketadi. Xomashyoni quritilishi taxminan uchastkani pechning 3/4 qism uzunligida, pishirish va qisman sovutish- uchastkani 1/4 qism uzunligida sodir bo‘ladi. Chang va mayda fraksiyalar asosan mexanik va kimyoviy suv chiqib ketishi oralig‘ida hosil bo‘ladi (700°C gacha).

Briketni pishiqqligini oshirish maqsadida massaga suyuq oyna qo'shish maqsadga muvofiq. Kirgizilayotgan briketning namligi 18–22%, chiqayotgani esa 7–10% bo'ladi. Zonani qisqarish hisobiga issiqlik almashtirgich pechning quvvatini 25%ga oshiradi. Chiqib ketayotgan gaz bilan issiqlik chiqib ketishini kamaytirib shamotning sifatini yaxshilaydi. Shamotni shnekli maydalagichda maydalab keyin uzluksiz harakatdagi sharli yoki quvurli tegirmonlarda mayin holgacha yana maydalanadi. Shamotni mayin qilib maydalashda kamida 2,5–3 kVt elektr energiya sarflaydigan inersion konusli maydalagich ishlatiladi. 5mm gacha bo'lgan fraksiyalı shamot quvurnı pishiqqligini kamaytiradi, g'ovakligini, quvurnı suv yutuvchanligini va suv o'tkazuvchanligini oshiradi. Shamotning donadorlik tarkibi quyidagicha: donalarning o'lchami 3–1mm 20–25%; 1–0,5 mm 20–25%.

Shamotning suv yutuvchanligi ko'pida 8–10% bo'lishi kerak. Massa tarkibidagi tuproq va shamotlarini seksiyali, tarekali va boshqa dozatorlarda dozırovka qilinadi. Diametri 300 mm dan ko'p bo'lmagan quvurlar uchun ishlatadigan shamotning tarkibi 40% dan oshmasligi kerak. Kichik o'lchamdagi quvurlar uchun esa 30% gacha shamot bo'lishi kerak. Tuproq bilan shamotning massadagi tarkibi shunday bo'lishi kerakki, ya'ni umumiy massani to'kilib tushishi 10% dan oshmasligi kerak. Massani avval quruq holda aralashtiriladi, keyin esa ho'l holda ikki valli aralashtirgichda aralashtiriladi. Massada glinozyom tarkibi 22–25% dan kam, ishqor, oksidlarning tarkibi esa 10% dan ko'p bo'lmashligi kerak. Massani yaxshisi 18–19% gacha issiq suvda (yoki suv parida) PAV(SSB) yoki bentonitda yumshatiladi. Massalarga lentali vakuumsiz presslarda (SM–294; KEM) shakl beriladi. 1 t quvur uchun xomashyo hajmi o'rtacha 1,5 tonnaga teng.

40-§. Shakllash usullari

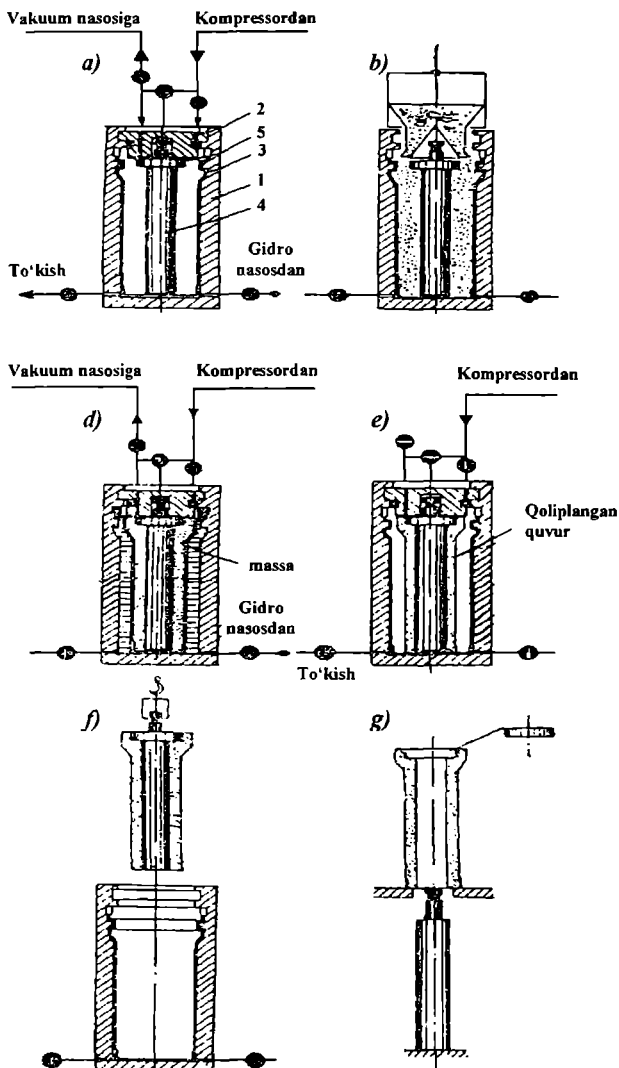
Quvurlarni shnekli vertikal va juda kam hollarda gorizontal presslarda shakllash amalga oshiriladi. Vertikal presslar vakuumsiz (SM-390) va vakuumli (SM-88, SM-306) bo'ladi. Massa press korpusining 350÷500 mm balandlikda joylashgan qismida presslanadi. Bosimi 90,67÷100 kPa ga teng. Yoriqlar to'qlinsimon ko'rinishda bo'ladi. Katta shakldagi quvurnı shakllashda quvurnı yuza qismi silliq va zich bo'lishi uchun yirik (4÷5mm) li shamot o'rniga (1–3mm) li mayda shamot ishlatiladi. Havoda siqilgan quvurning massasi mexanik

pishiqligi 15÷40%ga oshadi, suv yutuvchanligi 1–1,5% ga kamayadi. Diametri 300–600 mm bo'lgan quvurlarga shakl berishda 2 ta vakuum kamerali presslar (KEMA) ishlatiladi. Ikkala kamera ham bitta nasosga ulangan bo'ladi. Quvurga shakl berib bo'lingandan keyin quvur shaklidagi massa mundahtukdan chiqib press stoliga uzluksiz ravishda tushadi. Quvurga shakl berish davomida kesish jarayonlari pressga o'rnatilgan uskunalarda amalga oshiriladi. Boshqa hollarda esa quvurni kesish jarayonining qo'lda yoki mexanik holda qo'zg'aluvchi uskunalar yordamida amalga oshiriladi.

Shakllangan quvurlar shtan yordamida zanjirli konveyerlarga osilib quritishga yuboriladi. Quvur ishlab chiqarish konveyer liniyasi boshqa agregatli ishlab chiqarishga qaraganda afzalliklarga ega 350÷700mm va 150÷300 mm li kanalizatsiya quvurlari ishlab chiqarish liniyalarda quvurlarni plastik yo'l bilan shakllanadi. Konveyerning quvvati yiliga 300t, tok quvvati 140 kVt.

Keyingi yillarda avtomatlashtirilgan zavodlar qurilib, quvvati yiliga 30 ming t. quvur ishlab chiqarilmoqda. Vertikal presslarning kamchiliklari bir qancha bo'lib, katta mehnat talab qilishi, quvurni uzunligi ortishi bilan uni shakllab bo'lmashligi hisoblanadi. Ya'ni presslar 100÷600 dimetrli uzunligi 12 m ga teng bo'lgan 30% shamotli bo'lgan quvurlarni ham shakllash afzalliklarga ega. Pressdan quvurni olish jarayoni avtomatlashtirilgandir. Press soatiga 550–600 ta quvur chiqaradi. Quvurni gorizonta shakllashda jarayon uzluksiz bo'lib, jarayon so'ngida quvur kerakli uzunliklarda kesiladi. Plastik usuldagi shakllash kabi yarm quruq presslash texnologiyasida quvurlarni presslashda massa namligi 8–10% bo'ladi. Shakllashning davom etishi quvurning hajmiga bog'liq bo'lib u 120÷20- soatni tashkil etib ishlab chiqarish quvvati esa 15 t/soat atrofida bo'ladi. Hidrostatik yo'l bilan diametri 1,5–2 m li va uzunligi 2 m gacha bo'lgan quvurlar tayyorlanadi (41-rasm).

Buning uchun tana va rezinali parda oralig'iga suv 150 atm gacha bosim ostida yuboriladi. Suv bosimi kerakli nuqtaga yetgach presslash tugallangan hisoblanadi, vakuum va suv sistemalari o'chiriladi.



41-rasm. Quvurlarni gidrostatik presslash usulda olish sxemasi: a-pressformani to'ldirishga tayyorlash; b-massa bilan to'ldirish; d-massani vakuumlash; va quvur shaklida presslash; e-rezinali quvurni ajratish; f-quvurni kern bilan ajratib olish; g-quvurni kerndan ajratib olish.

Yuqorida bayon etilgan presslash jarayoni tugagach, press-qolip qopqog'i ochiladi, quvur kern bilan birgalikda maxsus moslama yordamida sistemadan chiqariladi va tagi chuqur moslama tepasiga keltiriladi. Bu yerda undan halqa ajratilib olinishi bilan kern o'z og'irligi natijasida o'raga tushib ketadi. Natijada chekkalari silliq, pardoqlash va kesishlardan holi bo'lgan quvur paydo bo'ladi. Bunday quvurni quritish vaqti plastik usul quvuriga nisbatan uch marta tezlashadi.

Gidrostatik jihoz orqali yil davomida 18000 t press-kukun presslash mumkin. Uni og'irligi 21 t, elektrodvigateling quvvati 90 kvt bo'lgani holda 16 kvt li rejimda ishlashi, egallagan maydoni 50 m² va bir ishchi tomonidan ekspluatatsiya qilinishi jihozni xarakterlovchi parametrlardir.

41-§. Quvurlarni quritish

Sun'iy quritish kamerali, tunnelli va konveyerli quritgichlarda olib boriladi.

Kamerali quritgich tunnelli quritgichlarga qaraganda kam ishlatiladi. Kamera ichida quvurlarni 2 ta yarus bo'yicha, pastki qismida kattasi, tepa qismida kichik diametrli o'rnatiladi. Kamerali quritgichlarda issiqlik tashuvchilar bo'lib havo hisoblanadi. Haroratni oshirish sekin olib borilib, birinchi 12 soatda 30°C gacha, ikkinchi 12 soatda 50°C gacha ko'tariladi, namligi esa 50–60% bo'ladi. Shu holda quritish oxirigacha saqlanib qolinadi. Quritishning davom etishi 60–70 soat bo'lib, u quvurni diametriga bog'liq bo'ladi.

Tunnelli quritgich uzunligi 32–47 m gacha bo'lib 2,3,4 ta yo'lli bo'ladi. Tunnelli quritgichlarga quvurlar oddiy yoki kichik relsni diametridan qat'i nazar 4–16 tagacha bo'lgan sonda kiritiladi. Tunnelning ichiga kirayotgan issiqlik tashuvchining harorati 90–140°C bo'ladi. Tunnel quritgichning zichligi 1m³ ga 60 kg to'g'ri keladi. Vagonetkalarining tezligi 30–60 minut, 150–250 mm li quvurlarning quritish vaqti 14–22 soat, katta diametrli quvurlar uchun u 28–40 soat davom etadi. Quritgichning tepa va pastki qismidagi issiqlikning sezilarli darajada tushib ketishi, issiqlikni isrof bo'lishiga (8,4 mDj(kg°C)) va quvurlarni bir xil qurimasligiga sabab bo'ladi. Quvur namligi diametriga bog'liq bo'lib uning namligi 3–5% bo'ladi.

Konveyerli quritgichlarda (SM-982, SM-410A) quvurlarni quritish konveyerlarni zanjirlariga osilgan bo'lib, uzluksiz ravishda zigzak

holda tunnellarga birikkan holda davom etadi. Quvurlarni har xil balandlikka oshirilishi konveyer hajmini 22–30% ga oshishiga sabab bo‘ladi. Konveyer zanjirining tezligi 0,64–1,3 m/min. Quvur kaloriferdan olingan qaynoq havo bilan quritilib, issiqlik tashuvchining temperaturasi 80–140°C bo‘ladi. Quritilgan quvurning namligi 2–3% bo‘ladi. Quritish uchun 1t quvurga 30–35 kg yonilg‘i ketadi.

Kanalizatsiya quvurlarini sirlashda qo‘llaniladigan glazurlar tarkibi

29-jadval

Material	Tarkib, %					
Yengil eruvchan gil	44	46	48	25	40	50
Dala shpati yoki pegmatit		30	30	30	25	20
Bo‘r	-	12	12	9	10	15
Gips	16,5	-	-	-	-	-
Perlit	30	-	-	-	-	-
Shisha sinig‘i	-	-	-	23	25	-
Temir rudasi	-	-	-	5	-	-
Marganes rudasi	9,5	12	10	8	-	15

Glazurlash – quvurlarni glazurlashda tuproqli xomashyolardan tayyorlangan glazurlardan, juda kam hollarda chuchuk tuzli glazurlardan foydalaniladi (29-jadval). Glazurlarni sharli tegirmonlarda maydalanib qo‘shimchalar bilan birga yana maydalanib tayyorlanadi va glazurlar 1080–1180°C da quyiladi.

Maydalanayotgan material, suv va maydalovchi jinslar o‘zaro nisbati 1:1:1 qilib olinadi. Maydalash vaqti 14–40 soat. Komponentlarni tegirmonlarga joylash ikki usulda amalga oshiriladi:

1) Yirik donli qattiq qo‘shimcha (pegmatit, marganesli ruda) 5–50% gacha tuproqlarni, undan keyin esa 22–24 soat maydalash davomida qolgan;

2) Qolgan materiallar qo‘shiladi. Birgalikdagi maydalash 4 soat davom etadi. Maydalashdan keyingi glazurni maydaligi elakda 2% qolgan qoldiq bilan aniqlanadi. Glazurni aralashtirgichga uzatishdan oldin hisoblangan suvni glazurni zichligi 1,36–1,45 g/sm³ ga yetguncha qo‘shiladi (glazur namligi 49–52%). Quvurlarni glazurga cho‘ktirib, cho‘miltirib, sepib purkab va undan tashqari chuchuk tuzli glazurlar

bilan glazurlanadi. Issiq quvurni (40°C dan yuqori) glazurlab bo'lmaydi.

Cho'ktirib glazurlash – glazur bilan to'ldirilgin basseynga telfer yordamida quvurlarni tushirish yo'li bilan yoki maxsus pritsepli glazurlash mashinalarida bajariladi. Glazurlangan quvurlarni kalorifer reshetkasida glazurlarni qotishi uchun ushlab turiladi. Quvur massasiga 2–3% glazur ketadi.

Cho'miltirib glazurlash – ketma-ketlikda olib boriladi. Osib qo'yilgan quvur telfer yordamida glazurlash qismiga kirib keladi. Glazur nasos bilan hammomga yuboriladi va undan napor bilan boshqariluvchi kran orqali shlangalarga va nasos quvurlaridan glazur, quvurlarga sepiladi. Ortiqcha qaytib tushgan glazurlar qayta sepish uchun hammomga tushadi. Konveyerni to'xtashi bilan glazur sepuvchi nasos ham avtomat ravishda ishini to'xtatadi.

Pulverizatsiya bilan glazurlash – quvurlarni bir tomoniga (quvurlarni ichki yuza qismiga) glazur sepish bilan olib boriladi.

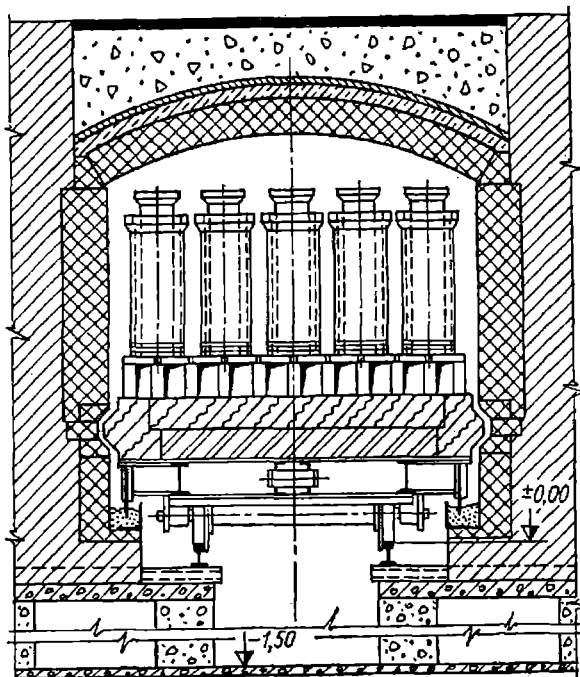
42-§. Quvurlarni kuydirish

Kanalizatsiya quvurlari tunnel pechlarida va kam hollarda davriy pechlarda $1080\text{--}1180^{\circ}\text{C}$ da kuydiriladi (42-rasm). MDX davlatlarida chiqayotgan quvurlarning 70% tunnel pechlarda kuydiriladi. Bitta vagonetkaga og'irligi 1,5–1,7 t bo'lgan o'lchamidan qat'i nazar 18–47 ta quvur joylashtiriladi.

Tunnel pechlarining xarakteristikalar

30-jadval

Ko'rsatkich	Pech tipi	
	T-113	T-139
Uzunligi, m	113	139
Ishchi kanali eni, m	2	3,1
Kanal hajmi, m^3	335	671
Egallagan maydoni, m^2	1100	1800
Unumdorligi, t/yil	16000	31500
O'rtacha sutkali olish, kg/m^3	135	135
Yoqilg'i xarajati, kg/t	166	152



42-rasm. Tunnel pechi vagonetkalariga kuydirish uchun quvurlarni joylash.

Davriy ravishda vagonetkalar quvur diametrlari 150–200 mm gacha bo'lganda 40–60 min, quvur diametrlari 200 mm dan katta bo'lganda 70–80 min oraliqda harakatlanadi. Kuydirish zonasi (30 m) dagi yoqilg'ining kamayishi yoki ko'payishi, sovutish zonasi (54 m) dagi ventilator shiberini ochilishi bilan, haroratni o'zgarishi esa tutun taqsimlovchi kanallari va sirkultatsion zona patrubkalarining ochilishi boshqarilib turiladi. Quvur qizdirish zonasiga 18–20 soatda, kuydirishga 5–7 soatda, sovutishga 24–26 soatda keladi. Kuydirishning davomiyligi quvurni turiga va diametriga bog'liq bo'lib, u 109–117 mm li (quvurlarda) pechlarda 30 dan 60 soatgacha davom etadi. Quvurlarga 140–160 kg/t yoqilg'i ketadi. 1t quvur uchun umumiy yoqilg'i sarfi 240–575 kg ni tashkil etadi. Haroratni asosan tayyorlash zonasida 40–50°C ga tushib ketishini saqlash uchun retsirkultatsion ventilator pechning yon qismiga o'rnatiladi. Kuydirishdan keyin

quvurlar ajratiladi va tayyor mahsulot omboriga yuboriladi. I sort mahsulotlari 60–70% ni, braklari esa 6–8% ni tashkil etadi.

Kuydirish rejimi raqamlari (haroratning ko'tarilish tezligi, kuydirish harorati va boshqalar) birinchi navbatda quvur massasi va unga kirgan gilituproqning tarkibiga bog'liq. Quyidagi 31-jadvalda shu maqsadlarda ko'p ishlatiladigan MDH davlatlarining 5 ta gilining kirishib ketishiga oid ma'lumotlari keltiriladi.

Gillarning kuydirish vaqtiga oid ma'lumotlar

31-jadval

Loytuproq nomi	Harorati, grad.	
	Pishish boshlanishi	Pishish tugashi
Chasovyarsk	800	1250
Drujkovsk, Yangi shveysarsk	850	1280
Gubinsk (ko'piruvchan)	850	1150
Latnensk	800	1350
Lyubitinsk (yarim suxar)	800	1400

43-§. Davlat standarti talablari

Keramik kanalizatsiya quvurlari pishgan zich mustahkam mahsulotlar turiga kiradi. Quvurlar va ularga jihozlarni 125–600 mm gacha diametrdan, uzunligi 800, 1000 va 12000mm da 18-41 mm qalinlikda tayyorlanadi. Quvurlarni ulash uchun ularga 45°, 60°, 80°, 90° burchak ostida krestovinalar, troyniklar, probka, muftalar tayyorlanadi. Quvurlar turidan qat'i nazar, ular 2 sortga bo'linadi (GOST 286-74). Quvurlar ichki nagruzkani 0,2–0,3kN gacha diametrdan qat'i nazar gidravlik bosimda esa 0,2 MPa bo'lgan kuchni ko'tarishi kerak. Suv yutuvchanlik I sort uchun 9%, II sort uchun 11% ni tashkil etadi. Kislotaga bardoshligi esa 92% ga teng. Keramik quvurlarni naporsiz ishlab chiqarishlarda va maishiy-xo'jalik kanalizatsiya tizimlarida ishlatiladi.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Kanalizatsiya quvurlari uchun asosiy xomashyo materiallarni keltiring.
2. Quvurlarni ishlab chiqarishda massa tayyorlash usullari.
3. Quvur ishlab chiqarish texnologik tizimini keltiring.
4. Kanalizatsiya quvurlarini shakllash usullarini keltiring.
5. Kanalizatsiya quvurlarini shakllashda ishlatiladigan uskunalar.
6. Kanalizatsiya quvurlarini quritish jarayoni haqida ma'lumot bering.
7. Quvurlarni kuydirishdagi fizik-kimyoviy jarayonlar.
8. Quvurlarni sirlashda ishlatiladigan sirlarning tarkibi.
9. Sirlash usullari.
10. Tayyor mahsulotga Davlat standarti talablari.

Tayanch so'z va iboralar

Olovbardosh tuproqlar, erkin kvars, magniy oksidi, kaltsiy oksidi, briketlar, shnekli vertikal press, gorizantal press, kamerali quritgich, tunnel quritgich, konveyerli quritgich.

10-bob. DRENAJ QUVURLAR ISHLAB CHIQUARISH TEKNOLOGIYASI

44-§. Ta'rifi, o'lchamlari va xossalari

Joylarni quritish, ya'ni drenaj uchun qo'llaniladigan muftali kengayishdan xoli bo'lgan o'lchami kalta va to'g'ri bo'lgan buyumlar drenaj quvurlari deb ataladi. Bunday quvurlar diametri 25–300 mm, qalinligi 8–24 mm va uzunligi 335–500 mm qilib chiqariladi. Quvur tashqarisidagi ayrim erigan moddalar, puffakcha va boshqa kirib qolgan moddalar ta'sirida paydo bo'lgan defektlar o'lchami 3 mm dan katta bo'lmasligi kerak. Ichki diametri 50–75 mm li quvurlarning tashqi yuzasi silliq, silindsimon yoki oltingirrali bo'lishi, ichki diametri 100 mm va undan katta bo'lganida sakkiz va o'n ikki qirrali bo'lishi talab qilinadi. Quvurlarning ichki yuzasi silliq, sopolagi bir xil strukturali va urganda toza ovoz chiqarishi zarur. Quvur g'ovakligi 12–18 % atrofida.

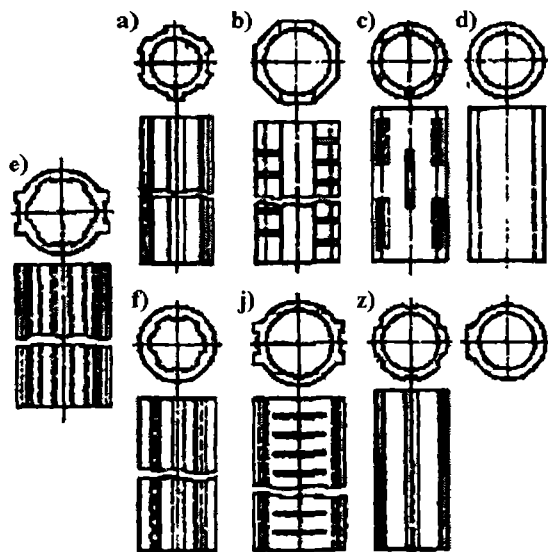
Suv o'tkazuvchanlikni oshirish maqsadida quvurlarda uzunligi bo'yicha ariqchalar (shlits) qoldirilgan. Tirqishlar eni 0,15 dan 0,50 gacha, uzunligi 25–35 mm qilib yasaladi. Ular kamida 0,049 MPa bosimga bardosh berishi, va agressiv suv ta'siridagi ishqalanishga chidamli bo'lishi kerak. Ular uzoq muddatli ekspluatatsiyaga moyil bo'lishi va sovuqqa chidamliligi 15 sikldan past bo'lmasligi kerak.

45-§. Xomashyosi

Drenaj quvurlari, asosan, cherepitsa va ichi kovak keramika toshlarini olishda ishlatiladigan plastik gillar asosida olinadi. Bunday gillarning yopishqoqlik soni 7–27 oralig'ida, havoda qisqaruvchanligi 4–9 %, umumiy qisqarishi 6–12 % va pishish harorati 1100–1200°C. Tarkibiga qo'shimchalar kirmagan qovushqoqligi kam bo'lgan gillar diametri kichik (40–75 mm li) quvurlar yasashda ishlatiladi. Tuproqda o'lchami 0,005 mm dan kichik zarrachalar soni 20–25 %, changsimon (0,005–0,05 mm) zarrachalar esa 40–50 % atrofida bo'ladi.

Quvurlarning sovuqqa chidamliligini oshirish maqsadida massaga 25–30 % plastik tuproqni qo'shish yaxshi natija beradi. Katta diametrga ega bo'lgan quvur massalari tarkibiga 25 % shamot, 7–30 % gacha

changli fraksiyalardan xoli bo'lgan qum yoki degidratlangan tuproqni 25 % gacha kirishi kerakli natija olish imkonini beradi.



43-rasm. Drenaj quvurlarining ko'rinishi: a-dumaloq; b-suyanadigan yuzali; d-tirqish teshikli; e,f-tashqi uzunligi bo'yicha shlitsli; g-sakkiz qirrali; h-suyanadigan tumshuqli; i-ichki shlitsli; j-suyanadigan tumshuqli va ichki shlitsli.

Quvurlarning g'ovakligini oshirish uchun massaga 2–3% o'ta tuyilgan ko'mir kiritiladi. Tuproqning namligini kamaytirish uchun 20–25 % gacha quruq yarimfabrikat tuyilgan chiqindisini kiritish mumkin.

46-§. Ishlab chiqarish texnologiyasi

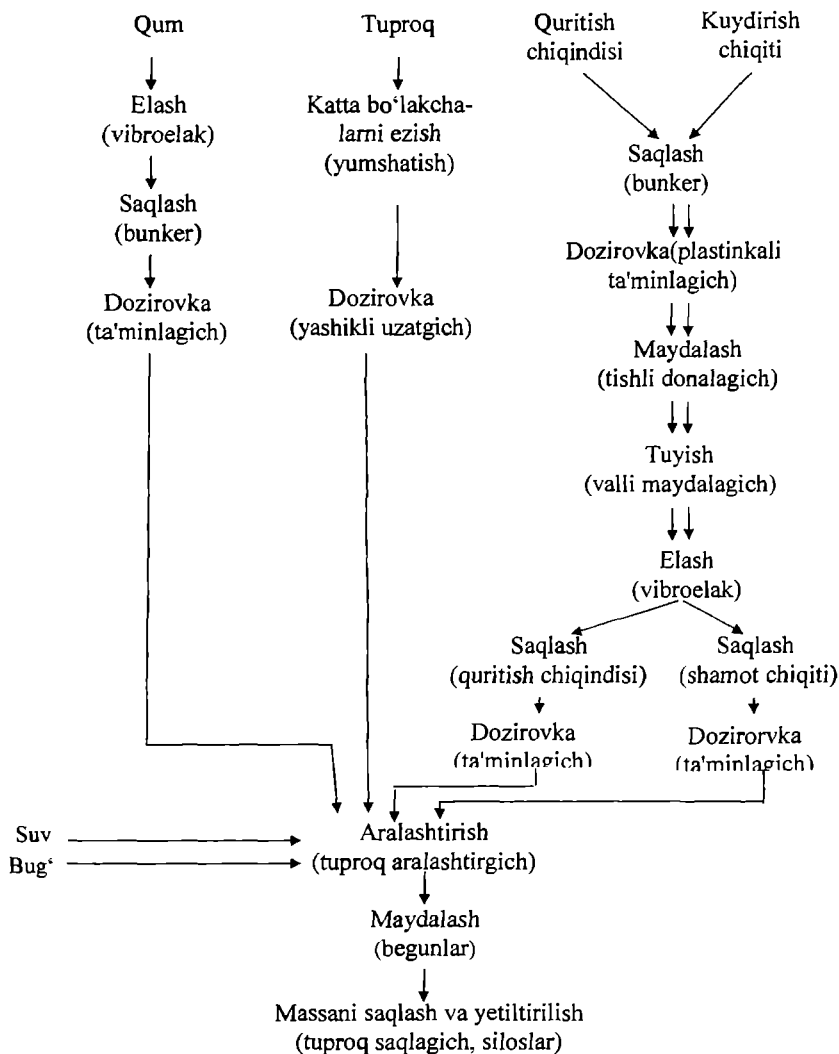
Drenaj quvurlarini ishlab chiqarish tizimi anchagina murakkab bo'lsa ham, u yerdagi to'rtta jarayon o'ta muhimdir:

1. Xomashyoni qayta ishlash va massa tayyorlash.
2. Qoliplash.
3. Quritish.
4. Kuydirish.

Birlamchi maydalash va shixtani namlash uchun ho'l tuyish begunlari SM-268 ishlatiladi. Nafis tuyish SM-24 valli maydalagichda

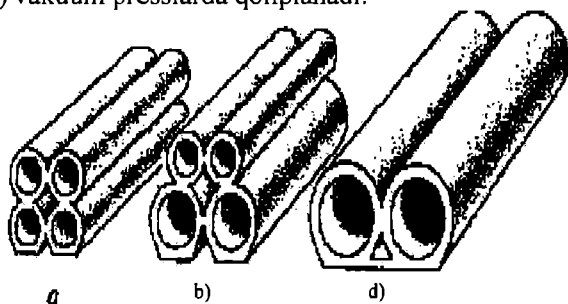
amalga oshiriladi. Valloklar orasidagi masofa 2 mm dan kam bo'lishi kerak.

Drenaj quvurlarini ishlab chiqarish texnologik tizimi



Massani yetiltirish uchun 8–15 sut. saqlash kifoya qiladi. Qoliplanuvchi massa namligi 18–20 %. Massani quruq usulda ham tayyorlash mumkin.

Drenaj quvurlari asosan gorizontal lentali (SM-443, SM-446, SM-153 va boshqalar), kam holatlarda vertikal (SM-979, «KEMA» va boshqalar) vakuum presslarda qoliplanadi.



44-rasm. Turli diametrli quvurlar asosida paketlar: a-50 mm; b-50 va 75 mm; d-100 mm.

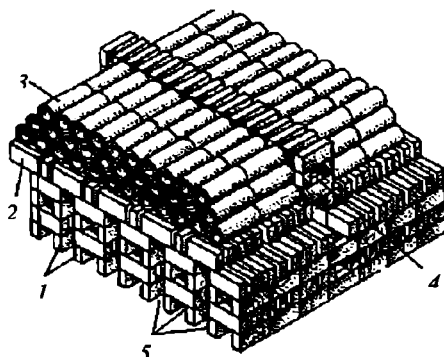
Qoliplash 3 usulda – alohida-alohida, paket va paket-alohida usullarda olib boriladi.

1 paketdagi quvurlar soni (diametriga nisbatan):

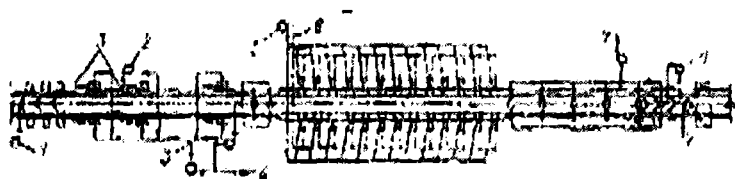
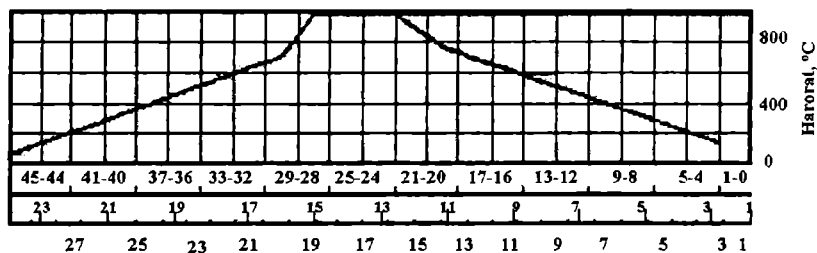
Diametr	Soni
40mm	5 dona
50 mm	4 dona
75 mm	3 dona
100 mm	2 dona
125 mm	1 dona

Quvurlarning pressdan chiqish tezligi 0,06–0,12 m/s. Diametri 50 mm va uzunligi 350–360 mm bo‘lgan quvurlarning qoliplash sikli 0,2–0,3 s. Ko‘p qirrali quvurlarni qoliplashda sopalak qalinligi kamayadi -

30–35 %, xomashyo esa 12–15 % gacha tejaladi, quritish vaqti 20–22 % ga kamayadi va kuydirish pechi unumdorligi 26–30 % ga ortadi.



45-rasm. Halqali pechda quvurlarni kuydirish uchun joylash:
1-oyoqchalar; 2-oyoqchalarni yopish; 3-quvurlar; 4-kolosnikli
reshyotka; 5-pastki kanallar.



46-rasm. Tunnel pechida kuydirish rejimi (a) va gaz-havo oqimlari sxemalari: 1-sovuq havo yuborish; 2-vagonetka tagi kanaliga havo uzatish; 3-sovuq havo yo‘li; 4-qaynoq havo chiqarish; 5-gorelkalarga havoni uzatish; 6-yoqilg‘i uzatish; 7-vagonetka tagi kanalidan havo olish; 8-chiqib ketayotgan gazlar retsirkulatsiyasi; 9-chiqib ketuvchi gazlar otbori.

Drenaj quvurlari gorizontal holatda quritiladi. Ularning quritish rejimlari g'ovak tosh yoki cherepitsani quritishiga g'oyat o'xshash. Tunnelli quritgichlarda 50 mm diametrli quvurlar 10–22 soat, 75–100 mm li quvurlar 18–30 soat va nihoyat 125–200 mm li quvurlar 18–60 soat atrofida quritiladi. Teshilgan (perforatsiya) quvurlarda quritish vaqti 20 % gacha qisqaradi, quritish chiqiti esa 25–30 % ga kamayadi.

Quritishda ishlatilayotgan gazlar harorati 75–90°C, pechdan chiqayotgan gazlarda harorat 25–35°C. Quritish namlik 2–4% ga yetguncha davom ettiriladi.

Xom drenaj quvurlari pech vagonetkalariga 1400–1800 dona qilib taxlanadi va halqali yoki tunnel pechlarda 920–1050°C li haroratda kuydiriladi. Tunnel pechlarida kuydirish vaqti 22 soatdan 45 soatgacha. 1 m³ pech yuzasidan 4000–7200 dona quvur olinadi. Teshilgan quvurlar kuydirilganda esa yoqilg'i 15–20 % tejaladi.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Drenaj quvurlariga ta'rif bering.
2. Drenaj quvurlari kanalizatsiya quvurlaridan farqlanadimi?
3. Drenaj quvurlari o'lchami haqida gapirib bering.
4. Drenaj quvurlari qanday xossa-xususiyatlarga ega?
5. Drenaj quvuri ishlab chiqarish texnologik tizimini chizib bering?
6. Drenaj quvurlari olishda qanday xomashyolar ishlatiladi?
7. Drenaj quvurlarini qoliplash jarayonlari haqida gapiring.
8. Drenaj quvurlari qanday quritiladi?
9. Drenaj quvurlari qanday pechlarda kuydiriladi?
10. Drenaj quvurlari qayerlarda ishlatiladi?

Tayanch so'z va iboralar

Drenaj, drenaj quvuri, kichik o'lchamli quvur, katta o'lchamli quvur, g'ovaklik, ko'mir, tuyilgan chiqindi, massani yetiltirish, gorizontal lentali press, vertikal lentali press, vakuum press.

11-bob. SANITAR-QURILISH BUYUMLAR ISHLAB CHIQRISH

47-§. Ta'rifi, turi va xomashyosi

Sanitar-qurilish keramikasi buyumlari – umivalnik (yuz-qo'l yuvish uchun qo'llaniladigan maxsus idish), unitaz, rakovina, vanna, bak va boshqalar imoratlarining sanitar uzellari va maishiy xonalariga o'rnatish uchun xizmat qiladi.

Sanitar - qurilish buyumlari to'rt guruhga bo'linadi.

1. Qattiq fayansdan tayyorlangan buyumlar-sopolagining g'ovakligi bilan ajralib turadi;

2. Sanitar chinnisidan tayyorlangan buyumlar – sopolagi zich uyushib qotgan bo'ladi;

3. Yarim chinni buyumlar – sopolagi ortiqcha zich bo'lmaydi.

4. «Vitries-chayna» buyumlari – chinni va yarim chinni oralig'ida olinadigan sanitar buyumlar.

Fayans, yarim chinni, «vitries-chayna» va chinni bir xildagi xomashyodan tayyorlanadi. Lekin xomashyo har qaysi guruh uchun turli nisbatda olinadi (32-jadval).

Sanitar-keramikasi massalarini tarkibi

32-jadval

Komponent	Massadan miqdori, %			
	Qattiq fayans	Yarim chinni	Sanitar chinnisi	«Vitries-chayna»
Gil	25	20	20	30
Kaolin	30	30	30	30
Kvars qumi	30	27	20	-
Pegmatit	-	10	16	30
Dala shpati	5	3	4	10
Buyum chiqiti	10	10	10	

Sanitar-keramikasi buyumlari tarkibi uch komponentli bo'lishi yoki 32-jadvalda keltirilgan tarkiblardan farq qiluvchi tarkiblarga ega bo'lishi ham mumkin (33 va 34-jadvallar).

Uch komponentli sanitar-qurilish buyumlari tarkibi

33-jadval

Xomashyo	Massadagi miqdori, %		
	Fayans	Yarim chinni	Sanitar chinnisi
Gil (gil va kaolinlar)	50-55	48-50	45-50
Kvars	40-50	40-45	30-35
Dala shpati	5-10	7-12	18-22

Sanitar fayans, yarim chinni va chinni uchun sanitar massa tarkibi

34-jadval

Material	Massa, %							
	Fayans	Yarim chinni			Chini			
		I	II	III	I	II	III	IV
Kaolin	27-30	25-31	13	30	30	30	30	30
Qovushqoq tuproq	22-29	25-28	30	22	20	20	20	20
Kvars qumi	28-33	24-30	27	27	27	27	27	22
Dala shpati	4	9-10	-	9	20	9	18	18
Buyum siniqlari	11-16	5-10	-	12	3	10	3	10
Nefelin-sienit	-	-	20	-	-	-	-	-
Spodumen	-	-	10	-	-	-	-	-
Talk	-	-	-	-	3	-	-	-

48-§. Sanitar-keramika buyumlarining xossalari

Sanitar-keramika buyumlari oldiga katta talablar qo'yilgan:

- buyumlar mustahkamligi yuqori;
- issiqqa bardosh beradigan.

Shu maqsadda ishlatiladigan qattiq fayansning sinig'i oq rang, g'ovak, sopolagining sirti yaxlit sir qatlami bilan qoplangan bo'ladi; sirlanmagan sopol suv o'tkazadi.

Qurilishda keng ishlatiladigan – unitaz, umivalnik, unitazga suv tushadigan baklar ko'pincha qattiq fayansdan tayyorlanadi.

Yarim chinni sanitariya-gigiena va mexanikaviy jihatdan yaxshi xossalarga ega. U qattiq fayans va chinni o'rtasidagi oraliq material.

Vitries-chayna xossalari yarim chini va chinni oralig'iga to'g'ri keladi.

Sanitariya chinnisining sinig'i oq, sopoli zich, uyushib qotgan bo'ladi.

U suv va gazlarni o'tkazmaydi. Uning mustahkamligi yuqori, issiqlik va kimyoviy moddalarga o'ta chidamliligi bilan ajralib turadi.

49-§. Ishlab chiqarish texnologiyasi

Sanitar-qurilish fayansi ishlab chiqarish xo'jalik fayansi ishlab chiqarishdan farq qiladi. Texnologik jarayonga ta'sir etuvchi asosiy omil – bu buyum shakli va o'lchamlaridir, chunki shunga ko'ra shakllash usuli, quritish, kuydirish va sirlash tanlanadi.

Sanitar-keramika buyumlarining xossalari

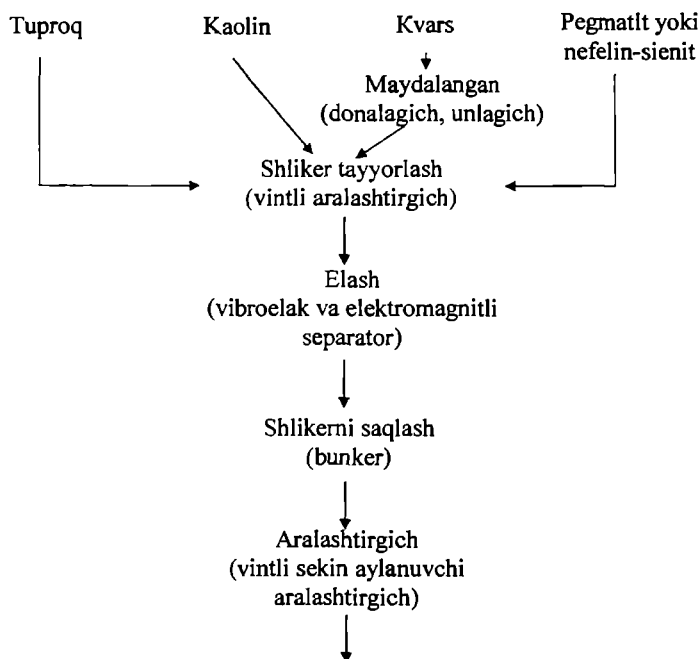
35-jadval

Xossalari	Qattiq fayans	Yarim chinni	Chinni
Suv yutuvchanligi, %	10-12	3-5	0,2-0,5
Tuyuluvchan zichlik, g/sm ³	1,92-1,96	2-2,2	2,25-2,30
Mexanik qattqlik, kg/sm ²			
ezishga	1000	1500-2000	4000-5000
egishga	150-300	380-450	700-800
urib egishga, kg sm/sm ²	1,5-1,8	1,5-2	2-2,3
Chiziqli kengayish o'rtacha koeffitsiyenti, 20-70°C intervalda, 2·10 ⁻⁷ grad ⁻¹	47,58	-	38

Sanitar-keramika buyumlarini ishlab chiqarish texnologik tizimidan ko‘rinishicha ularni olish uchun asosiy xomashyo sifatida tuproq, kaolin, kvars qumi, dala shpati yoki ularning o‘rni bosuvchi pegmatit, nefelin-sienit kabi moddalar ishlatiladi. Ishlatilayotgan tuproq (20–30 %) kerakli darajada yopishqoqlikka ega bo‘lishi, rang beruvchi qo‘shilmalari kam bo‘lishi va kuydirilganda oqaradigan bo‘lishi kerak. Shlikerning quyilish parametrlarini yaxshilash kaolinning tarkibiga bog‘liq. Shuning uchun ishlatilayotgan kaolin (25–30% gacha) boyitilgan bo‘lishi shart.

Yarimfabrikatning pishish temperaturasini 1150°C ga yetkazish uchun asosiy haroratni pasaytiruvchilar - dala shpati - 3-22 %, pegmatit -10-30 %, nefelin-sienit -20 % gacha bilan birga qo‘shimcha talk - 3 % gacha, dolomit, perlit, spodumen -10 % gacha, vollastonit massa tarkibiga kiritiladi.

Sanitar-qurilish fayans buyumlari ishlab chiqarish texnologik tizimi



Xomashyo nafis keramika buyumlari tayyorlanadigandek tayyorlanadi. Noqovushqoq materiallar dag'al va o'rta maydalashdan so'ng nafis tuyiladi. Tuyish vaqtida (8–10 soat) sharli tegirmonda 90 % toshsimon komponent va 10 % tuproq bo'ladi. Materiallar maydalovchi jism va suv nisbati 1,0:1,5:0,8 bo'ladi. Tuyish zarrachalar 0063 raqamli elakda 3,5-5 % qoldiq qolganiga qadar davom etadi. Tuproqsimon komponentlar propellerli aralashtirgichda toshsimon kukunlar bilan birga 4–5 soat davomida bo'ktiriladi. Shu vaqtda suspenziyaga elektrolitlar ham quyiladi. Shunday qilib material suvda qorilib, qaymoqsimon massa, ya'ni shliker hosil qilinadi.

Olingan shliker elakdan o'tkaziladi va magnit yordamida temirdan tozalanib boyitiladi, so'ngra bir necha sutka sekin aylanuvchi aralashtirgichli saqlagichda yetiltiriladi.

Rangini yaxshilash uchun shlikerga kam miqdorda tuyilgan gil yoki kaolin kobalt gidroksidi bilan birgalikda kiritiladi.

Agar tuproqda eruvchan tuzlar miqdori ko'p bo'lsa, u holda shliker filtr-presslash usulida tayyorlanadi. Buning uchun tarkibiga elektrolitlar kiritilmagan plastik va noplastik materiallar maydalanadi va suv ishtirokida 50–60 % li suspenziya olinadi. So'ngra suspenziya filtr-pressdan o'tkaziladi va eruvchan tuzlarning ko'p qismi suv bilan chiqib ketadi. Hosil bo'lgan korjlar qanotli aralashtirgichga yuboriladi. Kerakli elektrolitlar ham qo'shiladi. Natijada normadagi nam va oquvchanlikka erishiladi.

Quyuluvchi shliker xossalarini tarkibi

36-jadval

Xossalari	Shliker		
	Fayans	Yarim chinni	Chinni
Maydalanish darajasi, 10000 ta/sm ² li elakda, %	8-12	6-8	1,5-2,5
Namlik, %	29-30	28-30	31-32
Solishtirma og'irlik, g/sm ²	1,76	1,76	1,54
Oquvchanlik, sek.			
Birinchi holatda	12-15	12-15	8-11
Ikkinchi holatda	26-28	23-28	20-30
Quyulashish ko'effitsiyenti	2-2,5	2-2,5	2,2-3
rN	-	-	9,1-9,5

Quyilishga tayyor bo'lgan komponentlarning o'zaro nisbatiga ko'ra 31–32 % li namlik, 1,68–1,75 g/sm³ solishtirma og'irlik, 2–2,5 quyuqlasha boshlash koeffitsiyentiga ega bo'ladi. 0063 raqamli elakdagi qoldiq fayansli massa uchun 8–12, yarim chinni uchun 6–8 va nihoyat chinni massasi uchun 1,5–2,5 % ni tashkil etadi (36-jadval).

Chinni yoki fayans buyumiga nisbatan sanitar buyumlarda shlikerni oquvchanligi va quyuqlashishiga talab qattiq qo'yiladi.

Birinchi oquvchanlik shliker tayyorlanishi bilan tekshiriladi, ikkinchisi tinch holatda ushlangandan so'ng. Material suvda qorilib qaymoqsimon holatga keladi.

Shlikerni asosiy xossalari massa tarkibiga kiruvchi tuproq va kaolinning sifatiga bog'liq. Buning uchun tuproq va kaolin elektrolit bilan aralashganda, suv miqdori kam bo'lganda yaxshi oquvchan suspenziya bo'lishi kerak.

Elektrolit sifatida (quruq materialga hisob qilinganda 100 % dan tashqari) 0,15–0,6 % eruvchan shisha, 0,1–0,2 % soda, ba'zi korxonalarda 0,1 % bariy oksidi gidrati ishlatiladi.

Yarim chinni uchun yuqori sifatli shliker elektrolitda qo'llaniladigan kaolin xossalarini hisobga olgan holda dozalash bilan olinadi. Yarim chinni uchun shliker namligi 27–28 % bo'lganda shakllash vaqti 4–6 soat, fayans uchun 10–16 soatni tashkil etadi.

Sanitar-qurilish buyumlari ishlab chiqarishda shakllash jarayoni massa tayyorlash bo'limidan tayyor shlikerni quyuvchi ishchilarga yetkazishdan boshlanadi. Quvurlar ifloslanib va tiqilib qolmasligi uchun aylanma quvurlardan foydalaniladi. Massaning ortiqchasi hovuzga qaytariladi. Quyish jarayoni quyidagigi bosqichlardan iborat: qoliplarni tozalash va yig'ish, qoliplarni mustahkamlash (ba'zi hollarda choklarni suvash); quyish uchun voronkalar o'rnatish, shlikerni quyish; buyumni shakllanishi (shlikerli formaga to'lishi), qoliplarni ajratish, choklarni tekislash, mastirovka detallarini o'rnatish, yumshoq gubka yordamida ho'llab choklarni artish, qolipdan buyumni chiqarib tekislash.

Ishlab chiqarishda mehnat samaradorligini oshirish uchun zamonaviy korxonalarda sanitar buyumlarni quyish uchun rolik plastinkali potok usulidan foydalaniladi. O'rta quvvatda ishlovchi korxonalarda potok liniya uzunligi 80 m ni tashkil etadi. Quyish va tekislashni hisobga olganda to'liq sikl 7 soat vaqtini o'z ichiga oladi.

Sanitar fayansi, yarim chinni va chinni uchun sir tarkibi, %

37-jadval

Material	Sir				Fritta	
	Fa-yans	Yarim chinni	Chinni	Frittalanma-gan yarim chinni	Fa-yans	Yarim chinni
Kvars	27,4	10	-	25,3	13,1	10,6
Dolomit	-	14,5	-	-	-	6,2
Dala shpati	34,4	-	-	25,4	33,3	-
Pegmatit	-	51,1	-	-	33,3	46,8
Tuproq	0,4	-	-	5	-	-
Bentonit	-	-	-	-	-	-
Buyum siniqlari	-	13,5	-	-	-	-
Kaolin	6,6	6,7	6,3	3	1,6	-
Rux oksidi	3	3,8	-	3,2	-	5,4
Bariy gidrati	13	-	-	-	-	-
Bo'r	15,2	-	-	11,1	14,5	6,2
Bura	-	-	-	-	19,5	-
Sirkon	-	-	-	15	18	16,1
Natriy kremneftorid	-	-	-	-	-	3,2
Talk	-	-	-	5,1	-	-

Mahsulotga shakl berishda, shliker quyishdan avval gips qolip namligi 5 % bo'lishi kerak. Agar namlik bundan ortiq bo'lsa, quyish jarayoni sekinlashadi, buyum deformatsiyaga uchraydi, qolipga yopishib qoladi, bundan tashqari buyum sopolagida shlikerni yupqa qavat bo'lib ajralishi kuzatiladi.

Shunday qilib, sanitariya-qurilish buyumlari ko'proq gips qoliplarga quyib yasaladi. Shliker tarkibida ortiqcha namlikni gipsli qolip shimgandan keyin buyum qolipdan olinadi va bir oz quritib namligi qochiriladi. So'ngra namligi 1–2 % bo'lgan quritgichda quritiladi. Quritish uchun tunnel yoki konveyer quritgichlardan foydalaniladi. Korxonalarda qo'llaniluvchi tunnel quritgichlar quyidagi o'lchamga ega:

uzunligi – 20–34,6 m;

eni – 6,0–6,5 m;

balandligi – 3,1–3,2 m.

Tunnel quritgichlar pechdan olinadigan issiq havo yoki bug'li kalorifer yordamida ishlaydi. Bug'da isitish quritish rejimini osonlashtiradi, lekin qimmatga tushadi, shuning uchun ko'proq tunnel pechidan olinuvchi issiq havo bilan ishlaydi.

Sanitar fayans buyumlari shakli murakkabligi, devor qalinligining bir xil emasligi, ba'zi hollarda 25 mm gacha borishi bilan boshqa buyumlardan farqlanadi. Shuning uchun quritish rejimi to'g'ri ishlab chiqilishi kerak. Buyumdan namlikni bir tekis olinishi, kuchlanishga uchramay, deformatsiyalanmasdan, darzsiz quritish talab etiladi.

Sanitar fayansni quritish rejimi

38-jadval

Quritish zonalari	Vagonetkalar soni	Buyum namligi, %		Havoning temperaturasi °C	Havoning nisbiy namligi, %
		Zona boshi-da	Zona oxiri-da		
Kirish yo'lagi	1	20	20	25 atrofida	O'lchanmadi
1-zona	3	20	16	30-45	65 atrofida
2-zona	3	16	8	40-65	20-30 atrofida
3-zona	3	8	2	70-85	10-20 atrofida
Chiqish yo'lagi	1	2	2	70	O'lchanmadi

Sanitar fayansni tunnel quritgichda quritish vaqti 36 dan 48 soatgacha.

Sanitar xo'jalik fayansi (tarkibi 37-jadvalda berilgan) aylanma stolda pulverizatsiya usulida sirlanadi. Murakkab formaga ega buyumlar, masalan, unitaz kombinirlangan usulda sirlanadi, ya'ni ichki devorlarga sir qo'yiladi, ag'dariladi, ustiga qo'yiladi, so'ng pulverizatsiya bilan qolgan joylarni sirlanadi.

Sanitar fayans buyumlar maxsus kapsellarga joylanadi, davriy ishlovchi kamerali pechlarda yoki to'xtovsiz ishlovchi tunnel pechlarda

1250–1300°C temperaturada pishiriladi. Tunnel pechlarda pishish vaqti 42 soat.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Sanitar qurilish fayansi buyumlarining massa tarkibi qanday?
2. Yarim chinni mahsulotlarining massa tarkibi haqida gapirib bering.
3. Mahsulotlarni shakllash usullari haqida fikr bildiring.
4. Sanitar qurilish fayansi va yarim chinni mahsulotlari qanday quritiladi?
5. Sanitar qurilish fayansi va yarim chinni mahsulotlarini sirlash qaysi usullarda olib boriladi. Ishlatilganda sir tarkibi haqida tushuncha bering.
6. Sanitar qurilish fayansi mahsulotlarini pishirish jarayoni qaysi agregatlarda amalga oshiriladi?
7. Yarim chinni mahsulotlarini pishirish jarayoni.
8. Sanitar qurilish fayans mahsulotlarining xossalari.
9. Yarim chinni mahsulotlarining xossalari.
10. Sanitar qurilish chinni mahsulotlarining xossalari.

Tayanch so'z va iboralar

Sanitar buyumlar, vibroelak, elektromagnitli separator, pegmatit, spodumen, nefelin-sienit, vakuum, charxlash.

50-§. Ta'rifi, klassifikatsiyasi va xomashyosi

Keramika buyumlarida maxsus texnologik jarayonlar orqali yuqori g'ovaklikka erishilishi, shu g'ovaklar o'lchami va shakli nazoratga moyil bo'lishi mumkin. Bunday buyumlar g'ovak filtrlovchi keramika deb ataladi. U filtrlovchi element sifatida havo, turli gazlar, suv, nordon va ishqoriy eritmalarni tozalashda keng ishlatiladi.

G'ovak filtrlovchi keramika uchun hamma tomonidan tan olingan klassifikatsiya hozirgacha ishlab chiqilmagan. Ularni shartli ravishda xuddi etli (zich, qalin) buyumlardek klassifikatsiyalash mumkin.

1. Asosiy xomashyo turi va fazaviy tarkibiga qarab kremnezyomli (dinasli, kvarsli), alyumosilikatli (yarim nordon, shamotli, kaolinli, yuqoriglinozyomli va boshqalar), magnezialli (magnezitli, xromo-magnezitli, dolomitli va forsteritli), oksidli (korundli, baddeleitli, periklazli, brommellitli), kislorodsiz (karbidkremniyli, nitridkremniyli va boshqalar).

2. To'ldirgich tarkibiga ko'ra shamot-silikatli (to'ldirgich-shamot), shamot-bentonitli, sirkon-fosfatli, vollastonitli, kordieritli, perlitli, vermikulitli, diatomitli, keramzitli.

3. Ishlatilishiga ko'ra suyuqlik va gazlarni filtratsiyasi, suyuqlik va kukunsimon materiallarni aeratsiyasi, issiqlik izolatsiyasi, issiqlik himoyasi va o'tkazuvchanlik.

4. Kimyoviy barqarorligi bo'yicha – kislotaga, ishqorga chidamli, neytral muhitga barqaror.

5. Olovbardoshligi bo'yicha – olovbardosh bo'lmagan keramika (yengil eruvchan, qiyin eruvchan, olovbardoshligi 1580°C dan kichik), olovbardosh ($1580\text{--}1770^{\circ}\text{C}$), yuqori olovbardosh ($1770\text{--}2000^{\circ}\text{C}$), oliy olovbardosh ($>2000^{\circ}\text{C}$).

6. G'ovakligi va zichligi bo'yicha – past zichlikka va yuqori bo'lmagan g'ovaklikka (30–45 %), og'irligi yengil (g'ovaklik 45–75 %) va ultrayengil (g'ovaklik 75 %).

7. G'ovak hosil qilish usuli bo'yicha – to'ldirgichni donadorligini to'g'ri tanlash, qo'shilmalar kiritish va ularni yo'qotish, alohida tayyorlangan ko'pik kiritish, komponentlarning kimyoviy reaksiyasi

orqali gazlar hosil qilish, voloknoli materiallarni bog'lovchi bilan birgalikda shakllash, issiqlik o'lchovi chog'ida shishishi, keramika suspenziyasidagi organik qo'shimchalarni yonib ketishi orqali.

8. Tuzilishi bo'yicha – to'ldirgich donali buyum, ko'pikli serkavak (yacheykali) va voloknoli.

9. Tashqi ko'rinishi bo'yicha – qoliqlangan buyum (g'isht, blok, plita, quvur, stakan va boshqalar) va shaklsiz materiallar (g'ovakli og'irligi yengil)

10. Kladkadagi o'rni bo'yicha – ochiq izolatsiyali va quruqlangan izolatsiyali.

G'ovak filtrlovchi keramika ishlab chiqarishda donador to'ldirgichlar, aloqa o'rnatuvchi materiallar va buyumlar mustahkamligini oshiruvchi qo'shimchalardan foydalaniladi.

To'ldirgichlar sifatida kvars qumi, kvarsit, marshalit, shamot, asbest boyitish fabrikasi chiqindisi, granit, perlit, andezit, serpentin, mullit, kordierit, chinni, shisha kabi tabiiy va sun'iy moddalar ishlatiladi. Ba'zi holatlarda yuqori olovbardosh oksidlar Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO dan foydalaniladi.

Bog'lovchilar sifatida qovushqoq olovbardosh yoki qiyin eruvchan gil, yuqori qovushqoq bentonit, suyuq silikatli shisha, fosfat kabilar ishlatiladi. Organik smola va kleylar ham qo'llanilishi mumkin.

Filtrlovchi materiallarning o'tkazuvchanligi va g'ovakligi

39-jadval

G'ovak o'lchami, mk	Havo o'tkazuvchanlik, $m^3 \cdot sm/m^2$ soat x mm suv ust.	G'ovaklik, %
300-320	45-50	39-40
250-280	38-43	39-40
200-230	33-36	40-41
150-180	25-32	41-42
120-140	18-22	42-43
100-110	10-12	42-43
80-90	5-8	43-44
60-70	2-4	43-44
40-50	1-1,5	43-44

Filtrlovchi keramikada buyumlar g'ovakligi to'ldirgichning donalari o'lchami, bog'lovchi miqdori, presslash jarayoni va issiqlik ishloviga bog'liq. To'ldirgich donalari o'lchamining kamayishi buyumdan asosiy g'ovaklar o'lchamini kamayishi va g'ovakligi miqdorining oshishiga olib keladi.

G'ovakli buyumlar g'ovakligining zichlikka bog'liqligi quyidagi jadvalda ko'rinib turibdi (40-jadval).

**Turli xomashyolar ishtirokida olingan g'ovak keramika
g'ovakligining zichlikka bog'liqligi**

40-jadval

Material	Material zichligi, g/sm^3	O'rtacha zichlikka (g/sm^3) oid g'ovaklik (%)		
		1,5	1	0,5
Eritilgan kvars	2,2	32,3	54,8	77,5
Dinas	2,36	36,3	57,8	78,8
Shamot	2,68	44	62,7	81,3
Kordierit	2,65	43,2	62,5	81,1
Bromellit	3,02	50,3	66,8	83,4
Kremniy nitridi	3,18	53	68,8	84,2
Kremniy karbidi	3,21	53,2	68,6	84,4
Periklaz	3,6	58,3	72,2	86,1
Korund	3,99	62,4	75	87,5
Baddeleit	5,6	73,2	84,2	91,2

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, g'ovak keramika olishda mahsulotning o'rtacha zichligi va g'ovakligi xomashyoning zichligiga bog'liq. U qancha yuqori bo'lsa, g'ovaklik ham shuncha yuqori bo'ladi. Masalan, tayyor mahsulotning $1,5 \text{ g/sm}^3$ zichligi kremnezem va shamotli materiallarda ularni to'ldirgichning monofraktsion zarrachalari bilan birga presslash orqali amalga oshiriladi. BeO , SiC , MgO va Al_2O_3 uchun esa kerakli zichlik va g'ovaklik kuyib ketadigan qo'shilmalar qo'shish orqali erishiladi. ZrO_2 uchun 70 % dan ortiq g'ovaklik faqat xomashyoga ko'p gaz hosil qilish usuli orqali amalga oshadi. $0,5 \text{ g/sm}^3$ li zichlik kvars-, dinas-, shamot- va kordieritli

filtrlovchi mahsulot olishda osonlikcha erishiladi, ammo ZrO_2 uchun faqat voloknoli struktura hosil qilingandagina amalga oshadi.

51-§. G'ovak keramik buyumlarning olinishi

G'ovak keramika buyumlarini ishlab chiqarishda asosiy etaplar bo'lib xizmat qiladi:

1. Xomashyolar – asosiy materiallar, to'ldirgich, voloknoli modda, kuydirishga aloqador qo'shilmalarga ishlov berish.

2. G'ovak hosil qiluvchi – kuyuvchi qo'shilmalar, ko'pik va gaz hosil qiluvchilar, yacheyka strukturani stabilizatorlarini tanlash va ishlov berish.

3. Belgilangan retseptura bo'yicha komponentlarni dozalash (tarozli yoki hajmiy).

4. Qabul qilingan shakllash usuli – press kukun olish, shliker, yacheykali va voloknoli kompozitsiyalar olishga to'g'ri keladigan massa tayyorlash.

5. Tegishli o'lcham va konfiguratsiyali zagotovkalarga shakl berish, shu jumladan, yacheykali massalarni qoliplarga quyish.

6. Yacheykali zagotvokalarni ag'darish va quritishga (tunneli, kamerali va boshqalar) quyish.

7. Qabul qilingan aniq rejim bo'yicha quritilgan yarim fabrikatni kuydirish.

8. Kerak bo'lgan holatlarda mahsulotga mexanikaviy ishlov berish (kesish, shlifovkalash va hokazo).

9. Mahsulotlarni sortlarga ajratish, upakovkalash va tayyor buyumlar omboriga jo'natish.

Ba'zi bir g'ovak buyumlar olish texnologiyasi bilan shamotli issiqlik izolatsiyalovchilar olish misolida tanishish mumkin. Ularni ishlab chiqarishda ikki usul–kuyib ketuvchi qo'shilmalar qo'shish va ko'pik hosil qilish to'g'ri keladi. Agar kuyuvchi qo'shilma qo'shish kerak bo'lsa, ko'mir qo'shiladi va zagotovka presslash orqali olinadi. Daraxt chiqindilari – ko'pik va lignin qo'shiladigan bo'lsa, plastik qoliplash yoki shlikerdan quyish to'g'ri keladi. Bunday yarim quruq press kukuni tarkibiga 30 % shamot, 35 % gil va 35 % termoantratsit yoki koks kiradi. Plastik qoliplash massasi tarkibi 10–15 % shamot, 20–25 % gil va 60–65 % qipiq yoki lignindan iborat. Olingan mahsulot zichligi $1\text{--}1,3\text{ g/sm}^3$, shlikerdan quyishda $0,5\text{--}0,6\text{ g/sm}^3$ ga to'g'ri keladi.

G'ovak filtrlovchi keramika ishlab chiqarishda quritish va kuydirish jarayonlarini periodik va uzluksiz ishlovchi issiqlik agregatlarida amalga oshirish mumkin.

Har xil massalar uchun kuydirish harorati ($^{\circ}\text{C}$ da) turlicha: qum-silikatli buyumlarda 950, shamot va serpentin-silikatlarda 1250, serpentin-bentonitlarda 1250 va shamot-bentonit uchun 1320.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. G'ovak filtrlovchi keramika deb nimaga aytiladi.
2. Filtrlovchi keramika qayerlarda ishlatiladi ?
3. G'ovak keramika buyumlari klassifikatsiyasi haqida gapirib bering.
4. G'ovak keramika xomashyosi.
5. G'ovak keramika olishda to'ldirgich va bog'lovchilar qanday vazifani bajaradi ?
6. Filtrlovchi materiallarning o'tkazuvchanligi va g'ovakligi orasidagi bog'liqlikni tushuntirib bering.
7. Turli xomashyolar ishtirokida olingan g'ovak keramika g'ovakligining zichlikka bog'liqligi.
8. G'ovak keramika ishlab chiqarish etaplari.
9. G'ovak keramika ishlab chiqarish etaplarini asosiy keramika buyumlari olish etaplari bilan taqqoslash.
10. G'ovak keramika massalari qanday haroratda pishadi ?

Tayanch so'z va iboralar

G'ovak keramika, filtrlovchi keramika, g'ovak filtrlovchi keramika, to'ldirgich, qo'shilma, ko'pik hosil qilish, bog'lovchilar, havo o'tkazuvchanlik, g'ovaklik, zichlik.

52-§. Issiqlik himoyalovchi materiallar

Issiqlik himoyalovchi materiallar o'tga chidamli, ya'ni olovbardosh va oddiy turga bo'linadi. Olovbardosh buyumlar yuqori temperatura sharoitida ishlatiladi. Oddiylari qurilishda, montaj ishlarida, inshoot va uskunalarning issiqliklarini saqlash vazifasida qo'llaniladilar.

Issiqlik himoyalovchi material sanoat pechi, bug' qozoni, issiqlik o'tkazgichdan issiqlikni chiqarib yubormaslik uchun, ba'zi hollarda esa (sovitish kamerasi, yashash xonasi va boshqalarga) issiqlik kirishidan himoya qiladi. Ular tabiatda uchraydigan ko'p materiallar asosida olinishi mumkin. Ularning keng ishlatiladigan keramzit va agloporit nomlari bilan ataluvchi turlari xomashyosi, ularni qayta ishlovga jalb etish va issiqlik ta'sirida yetiltirish, past haroratda eruvchan tuproq asosida qurilish keramikasi olish texnologiyasiga aynan o'xshash bo'lganligi tufayli ularni shartli ravishda keramika materiallari turkumiga kiritish mumkin.

53-§. Keramzit ishlab chiqarish

Keramzit deb tuproq jinslarini juda katta tezlikda qizdirish natijasida olingan hamda ko'ndalang kesim yuzasi yacheykali tuzilishga ega bo'lgan va qotib qolgan ko'pikni eslatuvchi issiqlik himoyalovchi materialga aytiladi. Keramzit donachalari tashqaridan qattiq qobig' bilan qoplangan bo'lib, ichi g'ovakli, yacheykali strukturadan iboratdir. Bunday tuzilish unga ma'lum bir mustahkamlikni beradi va issiqlikni saqlash qobiliyatini tug'diradi.

Keramzit hosil bo'lishi tuproq minerallarini qizitish paytida, ularni qovushqoq plastik holatga keltirib, shu paytning o'zida tuproq tarkibidan gaz ajralib chiqishiga asoslangan. Tuproqlar 1050–1250°C atrofida qovushqoq-plastik holatga o'tadi. Umuman tuproqni qizdirganda uch davr vujudga keladi:

Birinchi davr. Mo'rt holat;

Ikkinchi davr. Qovushqoq-plastik holat.

Uchinchi davr. Qovushqoq-oquvchi holat.

Birinchi davr. Tuproqni qizdirish jarayonida past temperaturada uning qovushqoqligi optimal qiymatdan ancha past bo'ladi. Bunda u mo'rt g'ovakli sistemadan tashkil topib, undan gazlarni ajralib chiqish tezligi hali ko'p bo'lmaydi. Shuning uchun tuproq bu temperaturada hali ko'pchimaydi, chiqayotgan gazlar massani surib oson chiqib keta oladilar, chunki qovushqoqligi ham past.

Ikkinchi davr. Qovushqoq-plastik holat mo'rt holatning temperaturasi oshirilishi bilan vujudga keladi. Bunda tuproq massasi sekin-asta yumshay boshlaydi va qovushqoqligi orta borib yumshoq plastik holatga o'tadi. Xuddi shu paytda massadan katta tezlikda gazlar ajralib chiqadi.

Uchinchi davr. Qovushqoq-oquvchan holat temperatura yana ham oshirilsa vujudga keladi. Bunda qovushqoqlik bir oz kamayib, massa oquvchan, ya'ni harakatlanuvchan bo'lib qoladi. Bunda hosil bo'lgan gazlar massadan oson chiqib ketadi.

Keramzit hosil bo'lishida quyidagi sabablarga ko'ra gazsimon moddalar hosil bo'lib ajraladi:

1. Tuproq tarkibida fizik bog'langan ozod suv $100-180^{\circ}\text{C}$ da ajralib chiqadi (gigroskopik suv);

2. Kimyoviy bog'langan suv, ya'ni konstitutsion suv $200-600^{\circ}\text{C}$ da ajralib chiqadi;

3. Karbonat, sulfat, sulfidlar parchalanib, CO_2 va SO_2 gazlarini $500-1000^{\circ}\text{C}$ da hosil qiladi;

4. Uglerod yonib $900-1000^{\circ}\text{C}$ da SO_2 hosil qiladi.

5. Fe_2O_3 qaytarilib, 1000°C atrofida dissotsiatsiyalanadi.

Tuproqning yumshashiga juda ko'p omil ta'sir etadi. Tuproq tarkibida temir, mis, kaliy, kalsiy, organik qo'shimchalar, tuproqni mineral tarkibi va boshqalar shular jumlasidandir. Agar tuproqda alyuminiy va kremniy miqdori yuqori bo'lsa, uning yumshash intervali oshadi. Kalsiy ko'p bo'lsa, qovushqoqlik holatiga temir katta ta'sir ko'rsatadi va optimal xususiyatli massani hosil qilishiga yordam beradi. Ishqoriy metallar esa yumshash intervalini uzaytirib suyuq faza miqdorini ko'paytiradi.

54-§. Asosiy xomashyo materiallar

Keramzit olishda xomashyo sifatida turli tuproq jinslari, dengiz va ko'l cho'kilmalari, tarkibida anchagina miqdorda Fe_2O_3 bo'lgan, oson eruvchi tuproqlar, qattiq holdagi tuproq jinslari (slanetslar) va ma'lum bir boyitishni talab qiluvchi tuproqning boshqa turi ishlatilishi mumkin.

Xomashyoga bo'lgan asosiy talablar quyidagilardir:

1. Tuproq $1050\text{--}1200^\circ\text{C}$ da qizdirilganda ko'pchish natijasida yacheykali tuzilishga ega bo'lgan va to'kiluvchan zichligi $200\text{--}300\text{ kg/m}^3$ hosil qiladigan materialni vujudga keltira olish xususiyatiga ega bo'lishi kerak.

2. Tuproq tarkibida qum va chang zarrachalarining miqdori 30% dan oshmasligi kerak.

3. Tarkibida ishqoriy metall oksidlarining miqdori (Na_2O , K_2O) 6% dan kam bo'lmasligi, CaO ning miqdori 5–6% dan ham oshmasligi, MgO ning miqdori 4% atrofida, SiO_2 ning miqdori 50–60% atrofida, Al_2O_3 15–24% bo'lishi kerak. Tuproq tarkibida donasi 0,2 mm dan katta bo'lgan magniy va kalsiy karbonatlarining bo'lishi mumkin emas. Organik birikmalir miqdori 1–2% dan oshmasligi kerak.

4. Tuproq ko'pchish koeffitsiyenti 4,5 dan yuqori bo'lishi kerak, bunda hosil bo'lgan keramzitning to'kiluvchan zichligi $400\text{--}600\text{ kg/m}^3$ dan oshmasligi kerak.

5. Tuproqning ko'pchish intervali 50°C kam bo'lmasligi kerak. Ko'pchish intervali deb, tuproq zarrachalarining eriy boshlash temperaturasidan ko'pchish temperaturasigacha bo'lgan ayirmasiga aytiladi. Ko'pchish temperaturasi deganda donalarning bo'linmadagi zichligi 950 kg/m^3 bo'lgan holatiga aytiladi. Ko'pchish intervaliga kimyoviy tarkib katta ta'sir ko'rsatadi, ayniqsa, SiO_2 ning miqdori. Ozod ravishdagi SiO_2 ning miqdori 20% dan kam bo'lsa, tuproq hech qanday qo'shimchalarsiz ko'pchiy oladi. Agar 20–30% gacha bo'lsa, tuproq faqat qo'shimchalar bilan birga ko'pchiydi. Agar SiO_2 30% dan oshib ketsa, tuproq umuman ko'pchimaydi va keramzit olish uchun yaramaydi. Tuproqning eng yaxshi ko'pchishiga yana qizdirish paytidagi gaz muhiti ham ta'sir etadi. Gaz tarkibida kislorod miqdori 1–2% bo'lsa, muhit sust oksidlovchi deyiladi, 6% dan yuqori bo'lsa, kuchli oksidlovchi deyiladi. Tuproqni ko'pchishiga oksidlovchi muhit salbiy ta'sir ko'rsatadi, qaytaruvchi muhit ko'pchishni oshiradi. Eng yaxshi natija neytral muhitda bo'ladi, Fe_2O_3 ko'p bo'lganda yaxshi

ko'pchiydi. Tuproqni ko'pchishini oshirish uchun unga turli qo'shimchalar qo'shiladi. Qo'shimchalar ikki xil bo'ladi:

6. Keramzitni sifatini oshiruvchi qo'shimchalar. Bularga vulqon kuli, neft, mazut, kerosin, temirli botqoq rudasi, ko'mir, torf, kul va boshqalar kiradi. Ular qo'shilsa keramzitning mustahkamligi oshib, zichligi kamayadi.

7. Keramzitni ishlab chiqarish texnologiyasini yaxshilash uchun qo'shiladigan qo'shimchalar. Ularga o'tga chidamli tuproq, qum, dala shpati, koks, smola, organik temirli birikmalar kiradi. Ular asosan ko'pchish intervalini oshiradi va keramzit olish temperaturasini pasaytiradi.

Keramzit asosan ikki barabanli pechlarda kuydiriladi. Birinchi baraban quritishga mo'ljallangan bo'lib, uning diametri kichikroq va bo'yi uzunroqdir. Ikkinchi baraban kalta va diametri kattaroq bo'lib, quydirish shu barabanda olib boriladi. Ikkala baraban ikki xil tezlikda aylanadi. Kuydirish jarayoni uch bosqichda boradi:

- materialni quritish, bu 600°C gacha bo'lib, 5–10 daqiqa davomida qizdiriladi. Material bunda suvsizlanib, dekarbonizatsiya jarayoni ro'y beradi;

- materialni juda katta tezlikda 2–3 daqiqa davomida ko'pchish temperaturasi gacha qizdiriladi;

- $1100\text{--}1200^{\circ}\text{C}$ da material 5–10 daqiqa davomida ko'pchiydi, keyin sovutiladi.

55-§. Keramzit ishlab chiqarish usullari

Keramzit ishlab chiqarish quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi:

1. Xomashyoni qazib olish va qayta ishlash.
2. Ko'pchitish uchun qulay bo'lgan yarim tayyor mahsulotni tayyorlash.
3. Quritish va kuydirish.
4. Sovutish, saralash va taxlash.

Tuproqning strukturasi va tabiatiga ko'ra uch xil usul qo'llash mumkin:

1. Quruq usul.
2. Qovushqoq usul.
3. Quyma yoki shliker usul.

Agar tuproq juda yaxshi ko'pchiydigan, qiyin bo'kadigan, namligi kam va tarkibi bir xil bo'lsa, quruq usul ishlatiladi. Buning uchun tuproqni ma'lum bir talablarga ko'ra fraksiyalarga ajratib olinadi.

Donalarning maksimal o'lchami ko'ndalang bo'yicha 20–30 mm dan oshmasligi kerak. Buning uchun toshsimon tuproq jinslari eng avval o'qli maydalagichda 100 mm o'lchamgacha maydalanadi. Keyin tuproq yana bir marta o'qli maydalagichda maydalaniladi. Hosil bo'lgan turli fraksiyali yarim tayyor materillar aylana pech bunkeriga jo'natiladi. Kuydirib va sovutilib bo'lgan keramzit saralanadi. Bunda o'lchami 5 mm gacha bo'lgan donalar keramzit qumi sifatida, o'lchami 5–15 mm bo'lgani keramzit shag'ali bo'lib ishlatiladi.

Quruq usul texnologik tizimi

Tuproqni keltirish
(ekskavator, samosval)



Birlamchi maydalash
(o'qli maydalagich)



Qutichali uzatma



Ikkilamchi maydalash
(o'qli maydalagich)



Saralash
(tebranma elak,
silkituvchi burat elak)



Bunker



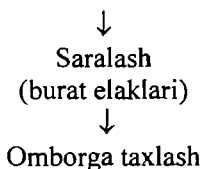
Uzatkich



Kuydirish
(aylanma pech)

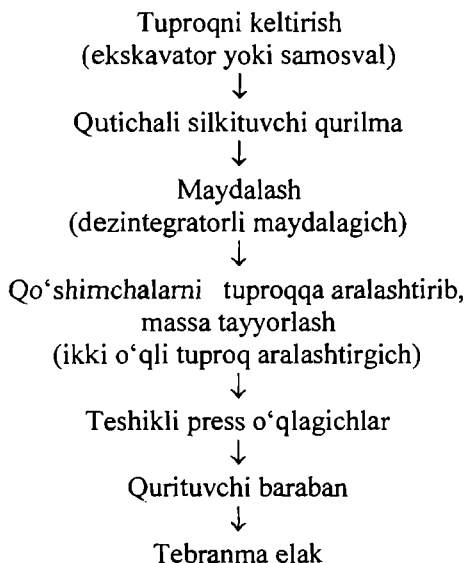


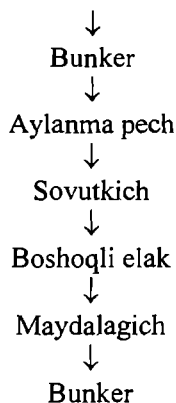
Sovutish
(sovutgich)



Qovushqoq usulda tabiatda juda ko'p tarqalgan, suvda yaxshi bo'kadigan, bir xil tarkibli va ba'zan har xil tarkibli tuproqlar qo'llaniladi. Bunda tuproq eng avval ombordan silkituvchi mashinalarga kelib tushadi. So'ngra qutichali uzatmalar yordamida tosh ajratuvchi o'qlagichga keladi va ikki o'qli aralashtirgichga yuboriladi, unda bir oz namlanadi, so'ngra shakl olish teshikli press o'qlagichlarga jo'natiladi, ular da dona-dona shaklda shakllanadi. Hosil qilingan donalar barabanlarda bir oz quritilib, tarelkali uzatgich yordamida sovutkichi bo'lgan aylanama pechga yuboriladi. Kuydirilgan va sovutilgan keramzit elaklardan o'tkazilib, omborda saqlanadi. Plastik usul eng murakkab va qimmatdir. Lekin uning yordamida turli tuproqlarni ishlatish va ko'pchishni yaxshilash uchun qo'shimchalar qo'shish imkoni mavjud.

Qovushqoq usul texnologik tizimi

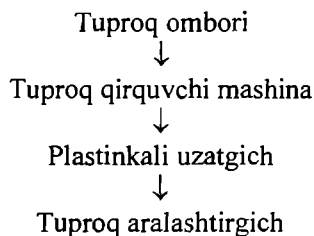


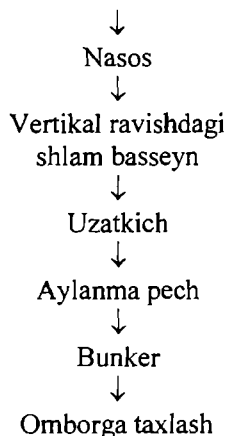


Shlikerli usul suvda yaxshi bo'kadigan, yaxshi ko'pchiydigan, har xil tarkibli, namligi yuqori bo'lgan tuproqlar ishlatilganda qo'llaniladi. Bu usulni eng asosiy jarayoni shliker massasini, ya'ni shlamni tayyorlashdir. Buning uchun tuproq qo'shimchalar bilan birgalikda tuproq aralashtirgichda suvda yoyiltiriladi va bir xil tarkibli shliker hosil qilinadi. Shliker nasos yordamida shlam basseyniga quyiladi. Boshqa usul bo'yicha shlikerni choparda tayyorlash mumkin. Buning uchun shlamni ho'llab, qaymoqsimon quyuvchikacha olib boriladi, so'ng uni choparning tag qismidan siqib chiqariladi va pechga haydaladi. Kuydirish paytida pech ichida turli o'lchamdagi donalar hosil bo'lishi uchun maxsus moslamalar o'rnatilgan bo'ladi (zanjirlar, krestovinalar). Natijada massa donador bo'lib shakllanadi.

Shliker usuli ko'p turdagi har xil tarkibli tuproqlardan foydalanishga imkoniyat beradi. Bunda hosil bo'lgan keramzit qovushqoq usuldan ko'ra yengilroq bo'lib chiqadi. Kamchiligi yoqilg'i ko'p sarflanadi va pech unumdorligi katta bo'lmaydi.

Quyma yoki shliker usul texnologik tizimi





56-§. Keramzit xossalari

Davlat standartiga ko‘ra keramzit quyidagi talablarga javob berishi kerak:

1. Donalari shar shaklida, dumaloq bo‘lib ustki qismi biroz pishgan, kesimi g‘ovakli, yacheykali strukturani hosil qilishi kerak.

2. Donalar 4 soat davomida qaynatilganida, ularni parchalab yuboradigan ohaktosh aralashmalari saqlanib qolmasligi kerak.

3. Keramzit 15 marta -15°C da muzlatilib, 20°C da eritilgan paytda o‘zining og‘irligini 8 % dan ko‘p yo‘qotmasligi kerak, ya’ni sovuqqa chidamliligi 15 siklga teng bo‘lishi kerak;

4. Keramzit donalari qaynatilganda o‘z og‘irligini 5% dan ortiq yo‘qotmasligi kerak.

5. Keramzitni issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti $\lambda_k 0,03 \div 0,07$ kkal/m soat·grad ni tashkil qilishi kerak.

57-§. Agloporit ta’rifi va xomashyosi

Agloporit deb tuproq va ko‘mir chiqindilaridan tashkil topgan massani issiqlik ishlovi berish natijasida hosil qilinadigan g‘ovakli bo‘lak-bo‘lak issiqlik himoyalovchi materiallarga aytiladi.

Agloporit pishirish aglomeratsiya jarayonida olib boriladi. Aglomeratsiya deb, sochiluvchan va tarkibida yoqilg‘isi bo‘lgan massani qavatma-qavat intensiv havo yuborib kuydirishga aytiladi.

Agloporit tarkibida bir oz miqdorda kristall aralashmalari bo'lib, uning 35–50 % ni shisha fazasi, 50–65 % amorflangan tuproq hamda kvars va boshqa moddalar tashkil etadi.

Agloporit yengil beton olishda ishlatiladi. Xomashyo sifatida tabiiy tuproq jinslari, suglinkalar, argelit, tuproq slanetslari ishlatiladi. Xomashyo ko'pchimasligi kerak. Uning tarkibiga 50 % miqdorida ko'mir va boshqa qo'shimcha donalari qo'shiladi. Xomashyoga yoqilg'i sifatida 15 % miqdorda antrotsit, 2–3 % yog'och qipig'i ishlatiladi. Yog'och qipig'i massaning yonishini osonlashtiradi.

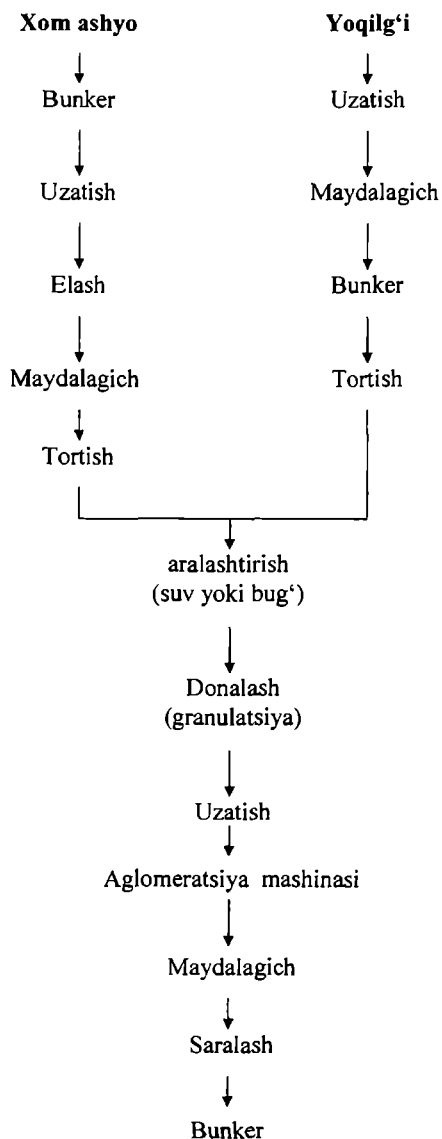
58-§. Agloporit ishlab chiqarish

Avval xomashyo va qo'shimchalar maydalangandan keyin tortiladi, so'ng aralastirib, massa tayyorlanadi. Bunda massaning donadorligi ma'lum miqdorda bo'lishi kerak. Ularning optimal o'lchami 12 mm dan, qalinligi esa 20 mm dan oshmasligi kerak. Yoqilg'ining miqdori 6–12 % bo'ladi.

Massaning pishish jarayoni aglomeratsiya mashinasida bajariladi. Aglomeratsiya mashinasining ish organlari bo'lib kolosnikli panjara hisoblanadi. Ular alohida-alohida tuzilgan zvenolardan, ya'ni paletlardan iborat. Paletlar metall korpus ichida to'g'ri burchakli uchburchaklardan iborat bo'lib, ularning tubi panjara shaklida bo'ladi. Tayyorlangan massa uzatgich orqali paletlarga yuboriladi. Paletlar yoqilg'i zonasiga, keyin qizdirish, quritish va nihoyat sovutish zonasiga o'tadi. Massa gorn orqali isitiladi. Bunda suyuq va gazsimon yoqilg'i ishlatiladi.

Kolosnikli panjara tagida vakuum kamera joylashgan. Ekstragausterlar orqali chiqayotgan gazlar 900–1200°C da massani isitaboshlaydi. Bunda massa namligi yo'qolib, u quriydi, keyin yoqilg'i yonaboshlaydi va pishish ro'y beradi. Massaning temperaturasi 1400–1600°C gacha yonishi uchun atigi 3–4 min. vaqt ketadi. Bu temperaturada massa 1–2 min. ushlanadi, keyin 800°C gacha 2–3 min. davomida sovitiladi.

Agloporit olish texnologik tizimi



59-§. Agloporitning xossalari

1. 400 marka uchun mustahkamligi 4 kg/sm^2 , 500 marka uchun 6 kg/sm^2 , 600 marka uchun 8 kg/sm^2 , 800 marka uchun 12 kg/sm^2
2. Agloporit shag'alini muzlatib eritganda u o'zining 10 % og'irligini 15 sikl davomida saqlab qolishi kerak.
3. Kuydirish paytida yo'qotish 3 % dan oshmasligi kerak.
4. Namligi 5% dan oshmasligi kerak.
5. G'ovakligi 40–70 %, donalar orasidagi g'ovaklik 52–64 %.
6. Issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsiyenti 0,1–0,22 kkal/m. soat.grad ga teng bo'lishi kerak.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Keramzit hosil bo'lishining fizik-kimyoviy asoslarini keltiring.
2. Keramzitda gaz hosil bo'lishining sabablari.
3. Keramzit olishda xomashyoga qo'yiladigan asosiy talablar.
4. Ko'pchishni oshirish uchun qo'shiladigan qo'shimchalar turi.
5. Keramzit ishlab chiqarishning usullari.
6. Keramzitning xossalari keltiring.
7. Keramzit olishda ishlatiladigan xomashyolar.
8. Agloporit olishda ishlatiladigan xomashyolar.
9. Agloporit olish texnologik tizimini keltiring.
10. Agloporitning xossalari va unga qo'yiladigan Davlat standarti talablari.
11. Keramzit va agloporitni ishlatilish sohalari.

Tayanch so'z va iboralar

Keramzit, slanetslar, ko'pchish ko'effitsiyenti, ko'pchish intervali, perlit, vulqon kuli, koks, smala, o'qli maydalagich, agloporit, aglomeratsiya mashinasi.

60-§. Kimyoviy bardosh keramika ta'rifi, turlari va xossalari

Kislotalardosh keramika deganda, uzoq vaqt davomida suyuq yoki gazsimon holatdagi turli kimyoviy moddalarga qarshi chidamli bo'lgan keramikaga aytiladi. Bunday moddalarni qurilish keramikasiga ham, texnik keramikasiga ham taalluqli deb hisoblash mumkin. Ular toshli keramika buyumlari sinfiga taalluqlidir.

Keramik materiallar ichida kislotalarda kam eruvchi (HF dan boshqa) bo'lib kuydirilgan tuproq hisoblanadi. Ma'lumki, kuydirilgan tuproqda mullit $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ hosil bo'ladi, bu o'z o'rnida mahsulotni kislotalardoshligini aniqlaydi. Mahsulotda mullit miqdori qanchalik ko'p bo'lsa, uning kislotalardoshligi shuncha yuqori bo'ladi.

Kislotaqa chidamlilikni aniqlash uchun namuna kukuni 36 tesh/sm² elakdan o'tkazilib, 64 tesh/sm² elakda ushlangan qismi olinadi. Bu kukunni sulfat kislota (solishtirma og'irligi 1,84) da 1 soat davomida qaynatib, erimay qolgan massa foizini topish yo'li bilan kislotaqa chidamliligi, NaOH da qaynatib ishqorga chidamliligi aniqlanadi. Shuning uchun kislotalardosh keramika ishlab chiqarishda asosan olovbardosh va qiyin suyuqlanuvchan tuproqlar ishlatiladi.

Tuproqli keramikadan tashqari, chinini, yarim chinini, korundli materiallar, magnezial materiallarni ayrim turlari, masalan, steatit, forsterit, kordierit, shuningdek, sirkon va shpinellar ham kislotalardosh hisoblanadi.

Kislotalardosh keramik buyumlar 2 asosiy guruhga bo'linadi: 1) dag'al zarrali va g'ovak tuzilishli; 2) mayda zarrali, pishgan yoki yarim pishgan.

Ishlatilishiga ko'ra kislotalardosh keramik buyumlar futerovkalash, nasadkalar va kimyoviy apparaturalarga bo'linadi.

Futerovkalash buyumlari turli kimyoviy apparat va qurilmalarning metallarni bevosita kimyoviy ta'sirdan himoyalash uchun ishlatiladi. Bu buyumlar dag'al zarrali massalardan g'isht va koshin ko'rinishida ishlab chiqariladi.

Kislotaqa chidamli g'isht uch xil ko'rinishda bo'ladi:

- 1) to'g'ri (230x113x65 mm);

- 2) klin torsli ikki tomonli (230x113x65x55 mm);
- 3) klin qobirg'ali ikki tomonli (230x113x65x55 mm).

Kislotağa chidamli keramik buyumlarning asosiy xossalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

Kislotağa chidamli buyumlarning asosiy xossalari

41-jadval

Xossalar	Buyumlar		
	Shamotlangan dag'al zarrali tuproqsimon (g'isht, koshin)	Zich, mayda zarrali (kimyoviy apparatura)	Chinni (kimyoviy apparatura)
Suv yutuvchanlik, %	2-10	0,2-3	0-0,5
Tuyuluvchan zichlik, g/sm ³	2-2,17	2,1-2,25	2,3-2,4
Mustahkamlik chegarasi kg/sm ³ : siqilishga egilishga cho'zilishga	300-1200 100-200 60-100	800-1500 250-700 150-250	4000-5000 700-1000 250-300
Kislotağa chidamlilik, %	95-98	97-99,5	99,5-99,7
Termik chidamlilik (issiqlik almashinuv soni)	2-20	2-30	15 dan ortiq
Termik kengayish koeffitsiyenti, $\alpha \times 10^{-6}$	2,5-5,5	2,5-6	4-6
Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, kkal/m soat grad	0,7-1	1,2-2,4	-

Dag'al zarrali kislotabardosh g'isht va koshinlar mustahkamligiga ko'ra mayda zarrali buyumlar va chinnilarga nisbatan pastroq ko'rsatgichlarga ega. Bunga sabab shamotlangan dag'al zarrali tuproqlarda mullit miqdorini kamligidadir. Shunga qaramasdan, ular kimyoviy apparaturalar, shu jumladan, minoralar, skrubberlar, rezervuarlar, gaz yo'llari, jeloblar, kimyoviy apparatura fundamentlari yasashda keng ishlatiladi.

Kislotaga chidamli g'isht quyida keltirilgan talablarga javob berishi kerak (42-jadval).

Kislotabardosh g'ishtlarga qo'yiladigan talablar

42-jadval

Xossalari	Sorti	
	Birinci	Ikkinchi
Kislotaga chidamlilik, %	96	94
Suv yutuvchanlik, %	8	10
Egilishga mustahkamlik chegarasi, kg/sm ²	250	200
Termik chidamlilik (350°C gacha qizdirish va oqib turgan suvda sovutish), sikl soni	2	2

Kislotaga chidamli va termokislotabardosh koshinlar 5 markaga bo'linadilar: KSh–kislotabardosh shamotli; KF–kislotabardosh chinni; TKSh–termokislotabardosh shamotli; TKD–termokislotabardosh dunitli; KS–quruq usulda presslangan kislotabardosh koshinlar.

KF va TKD markali plitkalarining ezilishga mustahkamligi yuqori bo'lishi kerak. Sababi plitkalar kimyoviy apparatlarni qoplashda ishlatiladi va natijada ular ishlash jarayonida yuqori mexanik kuchlarga to'qnash keladi. TKSh va TKD markali plitkalar harorat keskin o'zgarib turadigan sharoitda ishlovchi apparatlarni futerovkalashda ishlatilganligi sababli yuqori termik chidamlilikka ega bo'lishlari kerak.

Kislotaga chidamli va termokislotabardosh plitkalar 43-jadvalda keltirilgan talablarga javob berishlari kerak.

Xossalari	Marka				
	KSh	KF	TKSh	TKD	KS
Kislotalardoshlik, %, kamida	97	99	97	98	96
Suv yutuvchanlik, %	6	0,5	8	3	5
Mustahkamlik chegarasi, kg/sm ³ :					
siqilishga	400	1300	400	1000	300
egilishga	100	300	100	200	100
Termik bardoshlik, issiqlik smenasi soni	2	2	8	15	2

Koshinlar tomonlari 100 dan 200 mm gacha bo'lgan kvadrat ko'rinishida (PK), to'g'ri burchakli (PP) tomonlari 100 dan 230 mm gacha, klinli (PKL) 20 o'lchamli, 200–230 va 100–113 mm li yopishtirilgan to'g'ri burchakli (PS) holida ishlab chiqariladi. Markasi va o'lchamiga qarab qalinligi 20, 25, 30, 35, 40 mm atrofida bo'ladi. Koshinning ishchi bo'lmagan tarafi 2–4 mm li qobirg'asimon ko'rinishda bo'ladi, ya'ni aralashma bilan yaxshi birikish uchun.

Nasadkali kimyoviy bardosh buyumlar silindr ko'rinishida (Rashiga halqasi deb nomlanadi) bo'lib, reaksion kolonnalarni hajmini to'ldirishda ishlatiladi. Halqalar shamot tuproqli, chinni va yarim chinni massalardan diametri 15 dan 150 mm gacha o'lchamda tayyorlanadi. Shamot tuproqli halqalar kislotalardoshligi 96% dan kam bo'lmasligi, chinni va yarim chinni halqalarniki 98% dan kam bo'lmasligi, suv yutuvchanligi 5 va 2%, termik bardoshligi 2 va 5–6 issiqlik smenasi beradi. Halqalar munda tuktan itarib chiqarish yo'li bilan olinadi.

Kimyoviy apparatura konstruksiyasi, ishlatilish sohasi va o'lchamlariga ko'ra 2 turga bo'linadi:

1) Harakatsiz qismli apparatura – turli hajmdagi idishlar, issiqlik almashish apparatlari, vannalar, silindrik va konik idishlar; apparaturani bu qismlari vakuum yoki bosim ostida ishlashga mo'ljallangan.

2) Harakatlanuvchi detalli apparatlar – nasoslar, eksgausterlar, aralashtirgichlar va boshqalar.

Kimyoviy apparatura kislatabardoshligi 98% dan kam bo'lmashligi, suv yutuvchanligi 3% dan ko'p bo'lmashligi kerak, ularning siqilishga mustahkamligi - 400kg/sm^2 atrofida bo'ladi.

Kimyoviy apparatura mayda dispers, yuqori qovushqoq massalardan qovushqoq usulda, ba'zi hollarda gips formalarga quyish usuli bilan olinadi.

61-§. Xomashyo materiallar

Kimyoviy bardosh buyumlar olishda asosiy xomashyo bo'lib o'tga chidamli va qiyin eruvchan (olovbardoshligi $1710-1580^{\circ}\text{C}$) bo'lgan tuproqlar ishlatiladi. Bunday tuproqlar kimyoviy tarkibi: SiO_2 55–65%, Al_2O_3 20–35%, Fe_2O_3 3,5–4%, ishqoriy yer metallar oksidlari 2–3% va ishqoriy oksidlar 3,5–4%. Shu tarkibli tuproqlar nisbatan past temperaturali ($1100-1200^{\circ}\text{C}$) pishishga egadirlar. Pishish intervali $60-80^{\circ}\text{C}$.

Kislatabardosh keramika ishlab chiqarishda zararli qo'shimcha bo'lib, tuproqdagi pirit va siderit hisoblanadi. Temir oksid va gidrooksidlari mayda dispers holatda zararli qo'shimcha deb hisoblanmaydi. Shuningdek, karbonatlarni yirik qo'shimchalari ham ziyonlidir, chunki kuydirish jarayonida ozod kalsiy oksidi hajmini o'zgartirishga, darzlar hosil bo'lishiga olib keladi.

Qo'llaniladigan tuproqlar o'rta va yuqori qovushqoq bo'lishi (qovushqoqlik soni 15 dan yuqori), yaxshi bog'lovchilik xossasiga ega bo'lishi lozim.

Kislatabardoshlar ishlab chiqarishda tuproqdan tashqari tabiiy va sun'iy qo'shimchalar dala shpati, pegmatit, talk, dunit, pirofilit, elektrokorund, kremniy karbidi qo'shiladi.

62-§. Kislatabardosh buyumlar ishlab chiqarish

Yirik donador tuzilishli buyumlar (kislatabardosh g'isht, koshinlar va kimyoviy apparaturani ba'zi turlari) qovushqoq usulda, ayrim hollarda yarim quruq presslash usulda tayyorlanadi. Qovushqoq usulda shakllangan buyumlar yarim quruq usulda shakllangan buyumlarga nisbatan zichroq, mustahkamroq va suv o'tkazmaslik xossalari ko'ra ustundir. Shu sababli qovushqoq usulda shakllash keng qo'llaniladi.

Kislatabardosh g'isht va koshinlar, shuningdek, nasadka halqalari ishlab chiqarish shamotli g'isht ishlab chiqarishga o'xshashdir. Farqi -

qo'llaniladigan tuproq va pishish temperaturasida. Massa tarkibida shamot 30–40% atrofida bo'ladi.

Termokislotabardosh koshinlar massasi tarkibiga talk va dunit qo'shimcha sifatida qo'shiladi. Tarkibida MgO bo'lgan talk va dunit kuydirish jarayonida kordierit $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$ ni hosil qiladi, bu chiziqli kengayish koeffitsiyentini $2,5 \cdot 10^{-6}$ ga kamaytirib, buyumning termik mustahkamligini oshiradi.

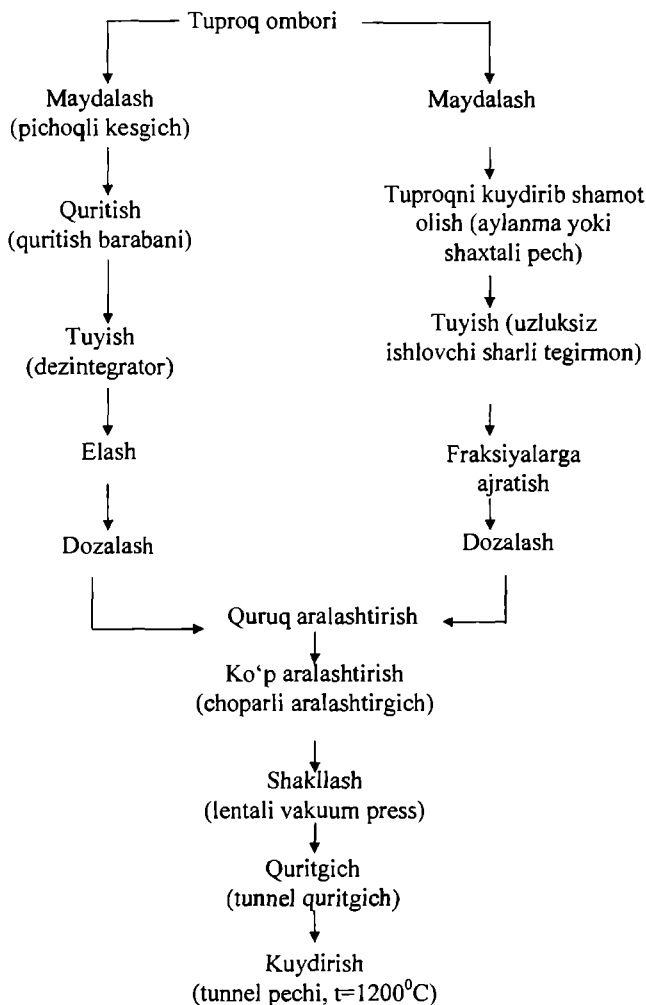
Quyidagi 44-jadvalda g'isht, koshin va nasadka halqalari ishlab chiqarishda massa tarkiblari keltirilgan. Ba'zi bir holatlarda massa tarkibi nafis maydalangan haroratni pasaytiruvchi moddalar – pegmatit, pirofillit va chinni siniqlari kiritiladi.

Dag'al donali kislotaga bardosh buyumlar massalarini tipik tarkibi
44-jadval

Komponentlar	Kislotabardosh buyumlar			Nasadka halqalari
	G'isht	KSh plitkalari	TKSh termokislotabardosh plitkalar	
Olovbardosh tuproq	60-70	50-70	40-50	75-100
Shamot	30-40	30-40	40	15-30
Talk			8-12	
Pirofillit		0-20		
Pegmatit		0-10		
Kaolin			0-10	

Ko'pchilik kislotaga chidamli buyumlar ishlab chiqaradigan korxonalarda qabul qilingan g'isht va plitkalarni plastik qoliplash yo'li bilan olishga oid tipik texnologik sxema quyida keltiriladi.

Dag'al zarrali kislotabardosh buyumlar ishlab chiqarish texnologik tizimi



Tuproq asosida shamot olish aylanma yoki shaxtali pechlarda amalga oshiriladi. Donalangan tuproq press-valtsida sharsimon briket holatiga o'tkazilgach kuydiriladi.

Kuydirilgan briket yoki donador shamot jag'li maydalagich va uzluksiz ishlovchi sharli tegirmonlarda tuyiladi va elaklar yordamida fraksiyalarga ajratiladi.

G'isht va plitka ishlab chiqarishda shamot donalarining o'lchami 3 mm gacha, nasadkali halqalar olishda esa 1 mm gacha bo'lishi zarur.

Tortib olingan tuproq va shamot oldin quruq usulda ishlovchi aralashtirgichda aralashtiriladi, so'ngra ho'l usulda ishlovchi boshqa aralashtirgichda nihoyasiga yetkaziladi. Agar massa tarkibiga talk yoki pegmatit kabi qo'shilmalar kiritilishi kerak bo'lsa, ular ilk bor quruq aralashtirgichga uzatiladi.

Kimyoviy bardosh keramikani turli usullarda shakllash mumkin. G'ishtlar va toshlar ishlab chiqarishda tayyor massa gorizontallentali shneklivakuumpresslarda zagatovka holatida yoki tayyor buyum holatigacha shakllanadi. Zagatovka o'z navbatida dopressovkaga jo'natiladi. Namligi 17–18 % li massani presslash 20–30 kg/sm² li bosim ostida amalga oshiriladi. Zagatovka o'lchamlari buyum o'lchamidan 0,5–1 % atrofida katta bo'ladi. Presslashning amalga oshirilishi 0,5–1 % dan ortiq o'lchamlarni yo'qqa chiqaradi.

Shakllangan buyumlar (g'isht, plitka va boshqalar) tunnelli quritgichlarda quritiladi, so'ngra 1200°C atrofida kuydiriladi.

Kimyoviy apparatura mayda donali, yaxshi pishadigan va pishish intervali 100° dan kam bo'lmagan massalar asosida tayyorlanadi (45-jadval). Kuydirilgan massaning suv yutuvchanligi 3 % dan ortiq bo'lmasligi (ba'zi bir holatlarda 1 % dan kamroq) kerak. Bunday buyumlar murakkab shaklga egaligi va o'lchamlari katta (baklar, turilla, chashka, zmeevik va boshqalar) bo'lganligi sababli ular qovushqoq usulda shakllanadi. O'ta murakkab buyumlar esa gipsli qoliplarga shlikerli quyish orqali shakllantiriladi.

Kimyoviy apparaturalarga tegishli massalar tarkibi

45-jadval

Komponentlar	Kimyoviy apparatura						
	oddiy		issiqlik almashuvchi		yuqori mustahkamlikka ega		
	Tarkiblar raqami						
	1	2	1	2	1	2	3
Tuproq (Chasovyarsk)	45	40	45	45	15,4	30	30

Kaolin	-	10	-	-	25,8	10	10
Shamot	45	35	10	20	-	-	-
Pegmatit	10	14	15	15	22,4	10	10
Kremniy karbidi			30	-			
Elektrokorund	-	-	-	20	-	30	50
Chinni chiqindisi					14		
Pirofillit	-	-	-	-	-	20	-
Kvars qumi	-	-	-	-	22,4	-	-

Issiqlik o'tkazuvchanlikni oshirish uchun kimyoviy bardosh keramika massasi tarkibiga shamot o'miga korund yoki karborund kiritiladi. U kerakli parametrlarni 3–4 marta oshiradi. Bunday massalarni pishish harorati ham yuqori ($1300\text{--}1350^{\circ}\text{C}$) bo'ladi.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Qanday keramika buyumlari kislotabardoshlar deyiladi?
2. Kislotaga chidamlilik qanday aniqlanadi?
3. Kislotaga chidamli buyumlarning asosiy xossalari.
4. Kislotabardoshlarning turlarini keltiring.
5. Kislotaga chidamli g'ishtga qo'yiladigan davlat standartlari talablari.
6. Kislotabardosh va termokislotabardosh koshinlarga qo'yiladigan davlat standartlari talablari.
7. Kimyoviy bardosh keramika ishlab chiqarishda ishlatiladigan xomashyo materiallar.
8. Kislotabardosh buyumlarni kuydirishda yuz beruvchi fizik-kimyoviy jarayonlar.
9. Kislotabardosh buyumlar ishlab chiqarish texnologik tizimi.
10. Kislotabardosh buyumlarni ishlatilish sohalari.

Tayanch so'z va iboralar

Steatit, forsterit, kordierit, sirkon, dag'al zarrali, mayda zarrali, futerovkalash, nasadkalash, kimyoviy jihoz, klinli, qobirg'ali, kislotabardosh, shamotli, termokislotabardosh shamotli, termokislotabardosh dunitli, termokislotaga chidamli tuproq, qiyin eruvchan tuproq.

UCHINCHI QISM. TEXNIK KERAMIKA BUYUMLARI ISHLAB CHIQUARISH TEXNOLOGIYASI.

15-bob. TEXNIK KERAMIKA TEXNOLOGIYASI

63-§. Texnik keramika ta'rifi va turlari

Kimyoviy va fazaviy tarkib, tuzilishi va xossalari bo'yicha farqlanadigan, ammo texnikaning turli oblastlarida qo'llanishi bo'yicha bir sinfga kiritilgan ko'p sonli buyumlar texnik keramika buyumlari deb ataladi. Texnik keramika buyumlarini birlashtiradigan umumiy belgilar ham mavjud bo'lib, ularga quyidagilar kiradi:

- ular yuqori toza, ko'p hollarda sun'iy va kimyoviy yo'l bilan olinadigan xomashyolardan ishlab chiqariladi;
- ishlab chiqarish ko'p sonli va aniq bajarilishi talab qilinadigan operatsiyalarni o'z ichiga oladi;
- shakllash usullarining ko'p qirraligi va noan'anaviyligi bilan ajralib turadi;
- buyumlar o'lchami va xossalari o'ta yuqori talablar qo'yiladi.

Texnik keramikani sistemali ravishda o'rganish uchun uni sinflarga bo'lish maqsadga muvofiqdir.

Texnik keramika buyumning fazaviy tarkibini belgilovchi asosiy mineralning kimyoviy tarkibiga ko'ra quyidagi sinflarga bo'linadi:

1. Yuqori olovbardosh oksidlardan tayyorlangan oksidli keramika. Masalan: alyuminiy oksidli ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), beriliy oksidli (BeO), magniy oksidli (MgO), sirkoniy oksidli (ZnO_2).

2. Silikat va alyumosilikatlar asosida olinadigan keramika, Masalan: mullitli ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$), forsteritli (Mg_2SiO_4), kordieritli ($\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$), selzianli ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$), spodumenli ($\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$), vallostontitli (CaSiO_3).

3. Titan (IV) oksidi, titanatlar va sirkonatlar asosida olinadigan keramika, rutilli - (TiO_2), perovskitli (CaTiO_3), sirkonli (ZrSiO_4).

4. Shpinellar asosida olinadigan keramika: – shpinel (MgAl_2O_4).

5. Xromitlar va kamyob yer elementlari asosida olingan keramika, Masalan: ferroshtpinel (MeFe_2O_4), xromitli (MeCrO_3).

6. Kislorodsiz qiyin eruvchan qo'shilmalar asosida olingan keramika; Masalan: karbidli (SiC , B_4C , TiC , TaC va boshqalar), nitridli (Si_3N_4 ,

AlN, BN va boshqalar), silitsidli (MoSi_2 va boshqalar), boridli (B_3Si va boshqalar).

Kompozitsion materiallardan olingan keramika. Bu keramik buyumlar asosan radioelektronika va radiotexnikada ishlatiladi. Bundan tashqari olovbardosh buyumlar, konstruksion detallar, aviatsiya, atom energiyasida ham keng qo'llaniladi.

Texnik keramikaning asosiy xossalari va qo'llanish ko'lamiga ko'ra turlanishi prof. V.A. Balkevich ma'lumotlariga ko'ra quyida keltirilgan 46-jadvalda berilgan.

Texnik keramikaning asosiy turlari va qo'llanish oblastlari

46-jadval

Keramika	Yo'naltiruvchi xossalari	Qo'llanish ko'lam
Elektr texnika	Yuqori elektr qarshilik, past dielektrik o'tkazuvchanlik	Elektrizolator, integral sxema tanasi va tagi
	Segnet elektr xossasi, yuqori dielektrik o'tkazuvchanlik	Yuqori sig'imli kondensatorlar, eslab qoluvchi qurilma
	Pezoxossa	Pezoelektriklar, filtrlar, tranzistorlar, ultratovush qurilmasi
	Elektron nurlanish	Elektron mikroskoplar, qaynoq katodlar
	Yarim o'tkazuvchan va sensor xossa	Varistorlar, namlik analizatorlari, termistorlar, issiqlik elementlari
	Ion o'tkazuvchanlik	Qattiq elektrolitlar, akkumulatorlar, pech muhiti analizatorlari
Optika	Ko'rinuvchan va IK – oblastlarda yuqori nur kirgizish	Galogen va natriyli lampalar qobig'i, pechlar uchun vizir quvurlari, yadro reaktorlari va uchuvchi apparatlarning darchasi
	Fluoreszenziya	Rangli televizion trubkasi (naychasi) komponentlari

	Polyarizatsiya	Foto elektrik o'zgartirgichlar
Magnit	Magnitga moillik, magnit o'tkazuvchanlik, koersitiv kuch	Maishiy texnika magnitlari, transformator va g'altaklar o'zagi, antennalar, eslab qoluvchi qurilma
O'tkazuvchan	Elektr o'tkazuvchanlik	Elektrodlar, elektr pechlarning qizdirgichlari
O'ta o'tkazuvchan	O'ta o'tkazuvchanlik	O'ta o'tkazuvchan elementlar
Mashinasozlik	Yuqori mustahkamlik	Metall kesuvchi stanok va asboblari
	Ishqalanishga barqaror	Valoklar, filerlar, ip yo'naltirgich
	Yuqori qattqlik	Abrzivli materiallar va asboblari
	Past ishqalanish koefitsiyentli	Sirpanish podshipniklari detallari, yuqori haroratli moylash
	Mustahkamlikni zichlikka yuqori nisbati	Dvigatel detallari, shu jumladan, uchuvchi apparatlar uchun
	Yuqori zarb yopishqoqligi	Zerxli (bronya) materiallar
Kimyo	Korroziyaga chidamlik	Kimyo apparatlari va yaderenergetika qurilmalari detallari
	Katalitik faollik	Katalizatorlar va katalizatorlarni ifodalovchisi
Biologik	Kimyoviy inertlik	Biokimyo jarayonlari uchun qurilmalar, ekzim (ferment) larni bog'lovchi soxib
	Suyak moslagichlari	Sun'iy bo'g'imlar, tish protezlari

Texnik keramika buyumlarini ishlab chiqarish boshqa keramika mahsulotlari singari quyida nomlari keltirilagan texnologik jarayonlar bosqichlari orqali amalga oshiriladi:

boshlang'ich kukunlarni tayyorlab olish (tabiiy va sun'iy xomashyolar asosida);

- shakllash uchun zarur bo'lgan massalarni tayyorlash;
- shakllash, quritish, kuydirish jarayonlarini amalga oshirish;
- agar kerak bo'lsa, qo'shimcha ishlovlar berish (texnologiyaning xohlagan jarayonidan so'ng).

Ammo bosqichlarda o'xshashlik bilan bir vaqtda farqlar ham mavjud. Masalan, boshlang'ich xomashyolar sifatida ko'pincha tabiiy gil kabilar o'miga oksidlar bilan bir qatorda karbonatlar, nitratlar, gidrooksidlar, sulfatlar ishlatiladi. Kukunlar olishda qizdirish, cho'kmaga tushirish va cho'ktirish usullaridan keng foydalaniladi. Kerakli moddalar sintezi o'tkazishda kul-gel (yopishqoq quyqa) jarayoni, kriokimyo sintezi, metallarni elektrokimyo oksidlanishi kabilar qo'l keladi. Natijada fazaviy tarkibi, disperslik darajasi, tuzilishi talablarga javob beradigan kukunlar paydo bo'ladi va u texnik keramika buyumlari olishda ishlatiladi.

64-§. Texnik keramika materiallarini tayyorlash usullari

Ko'pincha maxsus texnik keramika materiallari zich yarimkristall tuzilishga ega. Masalan, oksidli keramika, titanatlar. Biroq ba'zi keramik buyumlar chegaralangan yoki juda yuqori g'ovaklikka ega. Buyum ishlab chiqarishda kristall faza bo'lib, xomashyo material yoki kuydirish jarayonida bevosita sintezlangan modda xizmat qiladi. Ko'p hollarda kristall faza sintezi oraliq hisoblanadi.

Keramikani tayyorlash uchun qo'llaniladigan kristall moddalar yoki sintez qilingan moddalar suv bilan aralashganda plastik xususiyat namoyon qilmaydi. Bu hol alohida texnologik bog'lovchilar va maxsus usullarni qo'llashni talab etadi.

Texnik keramika ishlab chiqarishni o'ziga xos xususiyatlariga quyidagilar kiradi:

- 1) materiallarni mayin maydalash zarurligi;
- 2) massa va buyumlarni maxsus usullar bilan shakllash;
- 3) maxsus pechlarda kuydirish;
- 4) buyumlarga bosqichli mexanik ishlov berish;
- 5) buyumlarni metallashtirish.

65-§. Materiallarni maydalash

Texnik keramika ishlab chiqarish uchun xomashyo materiallar odatda 1–3 mkm va undan kichik o'lchamlargacha maydalanadi. Mayin maydalash uchun sharli va tebranma tegirmonlar qo'llaniladi.

Hozirgi kunda korxonalarda asosan davriy ishlaydigan sharli tegirmonlar keng tarqalgan. Bunda materiallarni ho'l va quruq usulda maydalash mumkin. Ho'l usul nisbatan samarador, bunda maydalik darajasi yuqori bo'ladi. Quruq usulda maydalash chegarasi chegaralangan. Chunki maydalangan materiallarning yuzalari ko'payishi va adgezion kuch ta'sirida material qumoqlanib, tegirmon devoriga yopishib qoladi.

Sharli tegirmonda materialni maydalashni yuqori darajaga yetkazish tegirmon o'lchamiga, maydalanayotgan material o'lchami, zichligiga, suspenziya namligiga, materialning qattiq va mo'rtligiga bog'liq.

Sharli tegirmonda kukunni maydalashga maydalovchi jismlarning shakli, o'lchami va zichligi ta'sir qiladi. Ho'l maydalashda maydalash ishqalanish hisobiga boradi. Shuning uchun silindrsimon jismlardan foydalaniladi.

Maydalash effektiga sharlarning massa ulushini kuchaytirish va shar bilan maydalanilayotgan material muvofiqligini o'zgartirish bilan ham erishish mumkin.

Ho'l usulda suspenziya namligini saqlash kerak (40–60% oraliqda). Agar suspenziya quyuq va qovushqoq bo'lsa, maydalash to'xtaydi.

Tebranma tegirmonda ham 2 xil – ho'l va quruq usullar mavjud. Bunda ham materiallarni maydalash uchun maydalovchi jismlardan foydalaniladi.

Tebranma tegirmonning asosiy afzalligi bir soat vaqt ichida sharli tegirmonga nisbatan tez va bir xil disperslik 1–2 mkm ga erishish mumkinligi. Sharli tegirmonda 1–2 mkm gacha maydalash uchun 10–20 soat ketadi.

66-§. Texnik keramika ishlab chiqarishda texnologik bog'lovchilar

Texnik keramika ishlab chiqarishda qo'llanadigan ko'pgina xomashyo materiallar noplastik holatda bo'ladi. Bu ularga shakl berishni

qiyinlashtiradi. Shu sababli, bu xomashyolarga bog'lovchilar qo'shiladi. Shunday bog'lovchilar tanlash kerakki, u xomashyo tarkibiga ta'sir qilmasligi, shakl berilgandan keyin, kuydirish jarayonida chiqib ketishi kerak. Bunday bog'lovchilarga organik bog'lovchilar kiradi. Bu birikmalar odatda plastifikatorlar deyiladi.

Bundan tashqari, noorganik bog'lovchilar ham mavjud. Lekin ular ishlatilganda o'zidan keyin kul, noorganik birikmalar qoldirib, xomashyoga ta'sir etishi mumkin.

Hozirgi kunda eng ko'p tarqalgani organik bog'lovchilardir. Texnologik bog'lovchilarga bir qancha talablar qo'yiladi:

1. Bog'lovchilar o'zidan kul qoldirmasdan yonib ketishi kerak.
2. Bog'lovchi keramik kukun donalarini ho'llashi va sorbsion plastik-qovushqoq qobiq hosil qilishi;
3. Bog'lovchi iloji boricha metall yuzalarga yopishmasligi.
4. Bog'lovchi zaharli bo'lmashligi kerak.

Dekstrin – kraxmalni gidrolizlaganda hosil bo'ladi. Namligi 5%, kul qoldig'i 0,6% gacha, suvda eruvchanligi 60–90%. Dekstrinning suvdagi eritmasi massaga yuqori mustahkamlik beradi.

Un – ishqoriy kleyster sifatida ishlatiladi. Yuqori yopishqoqlikka ega. Kleyster 50–80 °C da qizdirish yo'li bilan un va suvni ammiak yoki o'yuvchi natriy ishtirokida olinadi.

Polivinil spirt – oq rangli kukun, 70°C da qizdirilganda suvda eriydi. PVS amalda kul qoldirmaydi, yuqori bog'lovchilik xossasiga ega, mustahkamlik beradi.

Metil sellyuloza (MS) – bu sellyuloza va metil spirtining oddiy efiri. Oq rangli yoki sarg'imtir kukun. Sovuq suvda yaxshi eriydi. Umuman kul qoldirmaydi. MS havo namligini o'ziga tortadi. MS tez yonadigan va portlovchan modda. Alangalanish temperaturasi 360 °C.

Parafin. Har xil tuzilishli qattiq uglevodorodlarni aralashmasidan iborat. Neftni qayta ishlashdan olinadi. Parafinning tarkibi va xossalari qayta ishlanadigan neft xossalari bog'liq. Tarkibiga qarab uning bog'lovchanligi o'zgaradi. Parafinning yuqori tozalangan, meditsina, texnik tozalangan va tozalanmagan turlari mavjud. Texnik keramika olishda texnik turlari ishlatiladi.

Kauchuk – organik erituvchilarda eritilganda yaxshi yopishtiruvchi modda, yuqori plastiklikka ega.

67-§. Texnik keramika buyumlarini shakllash, quritish va kuydirish

Zamonaviy texnik keramika ishlab chiqarishda kukun holidagi noplastik sun'iy materiallar yoki oksidlar, tuzlar, briketlar qo'llaniladi. Briketlar maydalanadi, keyin 1–3 mkm gacha tuyiladi. Mayin dispers kukunlar suv bilan aralashganda tuproq kabi plastik xususiyatni bermaydi. Shuning uchun mayin dispers kukundan amalda plastik shakllash usulidan foydalanib buyum olib bo'lmaydi. Maxsus plastifik qo'shilmasiz (suvli suspenziyalar bundan istisno) presslash ham mumkin emas.

1. Suvli suspenziyalarni g'ovakli qoliplarga quyish. Texnologik bog'lovchi bu holda dispers kukunga qo'shilmaydi, suspenziya hosil qilishda suv qo'shiladi. Shakllangan yarim fabrikat o'lchamlari katta, shakli murakkab, shu jumladan, yupqa devorli va nosimmetrik buyum ko'rinishida bo'ladi. Bu usulda oddiy va arzon jihoz ishlatiladi, murakkab shaklli buyumlar tayyorlash, yarim fabrikat zichligini nazorat qilish va braklarni utilizatsiya qilish imkoniyatlari bor. Kichik unumdorlik, mexanizatsiya qilish qiyinligi, shakllangan buyumlarni quyish uchun katta maydon talab qilishini, gipsli qoliplarning mustahkamligi va uzoqqa chidamliligini kamligi – usulning kamchiliklari qatoriga kiradi.

2. Kukunsimon massalarni turli variantlarda yarim quruq presslash. Texnologik bog'lovchi sifatida suvda eruvchan polimerlar, suv, suvsiz sistemalar ishlatiladi. Bu usulda oddiy shaklli, katta bo'lmagan detallar – kesgirlar, shayba, vtulka, plastinka kabilarni presslanadi. Usul yuqori unumdorlikni ta'minlaydi, keng ko'lamda jarayonni avtomatizatsiyalash va mexanizatsiyalashga, quritishni kam issiqlik sarfida olib borishga imkon beradi. Kamchiliklari – buyum o'lchami va shakli chegaralanganligi zichlikning bir xilda bo'lmasligi, bosim olinganidan so'ng elastik kengayuvchanligi va buning natijasida buyumda darz paydo bo'lishi va hokazo.

3. Izoplastik yoki gidrostatik pesslash – har tomonlama suyuqlik bosimi ostidagi rezinali yoki boshqa elastik qobig'yordamida amalga oshiriladi. Buyum muvozanatli, ammo haroratsiz holatda bo'ladi. Bu usul balandligi va diametri nisbatan katta bo'lgan ichi bo'sh buyumlar – termopara qobig'i, sterjenlar, tigellar, shisha pishirish chorshakllari, yuqori voltli izolator va kondensator kabilarni shakllashda qo'l keladi.

Izostatik usul yordamida murakkab shaklli buyumlar qoliplanadi, ularning sopolagi zichligi barcha nuqtalarda bir xil bo'ladi, qavvatlanishi butunlay yo'q bo'ladi, tashqi ishqalanish bilan bog'liq bo'lgan yo'qotishlar bo'lmaydi, presslash bosimi kam bo'ladi. Usul kamchiliklardan ham holi emas – unumdorligi past, tannarxi yuqori, presslash oldidan vakuumlash jarayonidan o'tish kerakligi, elastik qobig'lar – umrining qisqaligi va hokazo.

4. Issiq (qaynoq) presslash. Bu usulda oddiy shaklli detallar – kesgichlar, plastinkalar, disklar presslanadi. Afzalliklari – yuqori zichlik, buyumning bir tarkibligi, yomon etiluvchan materiallarni zichlash imkoniyatining borligi. Kamchiliklari – jihozlar qimmatligi, past unumdorlik, jarayonni to'la mexnizatsiyalash qiyinligi, texnika xavfsizligi choralarining qiyin amalga oshirilishi.

5. Issiq (qaynoq) izostatik presslash. Bu usulda shakllash va kuydirish jarayonlarini birgalikda olib boriladi. Yuqori zichlik va mayda zarrachali struktura hosil bo'lishi harorat pasayishi va vaqtning kamayishi usul afzalliklariga kiradi. Unumdorlik pastligi, struktura va xossa anizotropiyasi, buyum shakllashdagi to'siqlar usulning asosiy kamchiligi qatoriga kiradi.

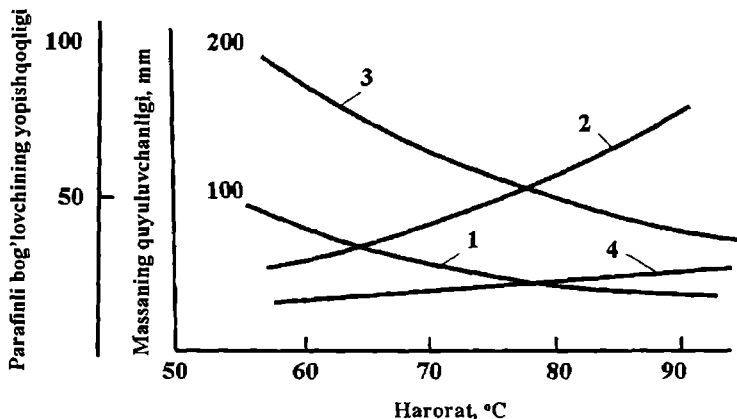
6. Plyonkali ko'chish usuli. Texnologik bog'lovchi sifatida polimerlarning suvli bo'lmagan eritmaları – spirt, benzin kabilar ishlatiladi. Usul yupqa plyonka, kondensatorlar olishda qo'llaniladi. Jarayonni mexanizatsiyalash oson, yuqori unumdorlik, plyonka qalinligi bir xilligi, brakni qayta ishlab chiqarishga jalb etish mumkinligi usulning samaradorligidan dalolat beradi. Ammo jihozning qimmatligi, katta maydon kerakligi, portlash va yong'inga moyilligi uni keng ko'lamda qo'llashga to'sqinlik qiladi.

7. Issiq shliker qattiq bosim ostida quyish usuli maxsus quyish apparatlarida amalga oshiriladi. Texnologik bog'lovchilar sifatida termoplastik organik materiallar va sirt – tarang moddalar - parafin vosk, olein kislotasi va boshqalar ishlatiladi. Bu usulda o'lchami kichik murakkab va o'ta murakkab shaklli detallar – radiodetallar, ip yo'naltirgichlar, trubina kurakchalari va boshqalar yasaladi.

Usul afzalligi – murakkab detallarni shakllash mumkinligi, jarayon mexanizatsiyalashganligi, brak utilizatsiyasi, buyum strukturasining bir xilligi, yuqori samaradorlik, metalli qoliplarning uzoq vaqt chidashi va boshqalar. Kamchiligi – shakllashdan keyin vaqtincha qo'shilgan bog'lovchini yo'qotishdagi qiyinchilik, kuydirish davrida katta

qisqaruvchanlik ro'y berishi, murakkab qoliplarni yasashda qiyinchiliklar va yong'inga moyilligi.

Shlikerni qoliplarga quyishda uning temperaturasi muhim rol o'ynaydi. Temperaturani o'z navbatida shliker yopishqoqligi belgilab beradi (47-rasm). Haroratni pasayishi shliker oquvchanligiga salbiy ta'sir ko'rsatib, qotishni tezlashtiradi.



47-rasm. Yopishqoqlik (1 va 3) va quyuluvchanlik (2 va 4) qobiliyatlarining shliker haroratiga bog'liqligi.

1 va 2 – parafinli bog'lovchi miqdori – 11,1 %

2 va 4 – parafin miqdori 9,7 %

8. Plastik shakllash, shu jumladan, ezib chiqarish usuli, qo'shiladigan texnologik bog'lovchilar turli polimerlarning suvli va suvsiz eritmaları. Bu usul yordamida murakkab va uzunchoq buyumlar – trubkalar, sterjenlar, sotovkali konstruksiyalar shakllanadi. Usul anchagina afzalliklarga ega. Bu – yarim fabrikat uzunligiga e'tirozsiz jarayonli mexanizatsiyalash mumkinligi, yuqori unumdorlik va boshqalar.

Kamchiliklar sifatida – massa namligining kattaligi, quritish vaqtining uzunligi, shakllangan yarim fabrikat mustahkamligining pastligi, uning deformatsiyaga moyilligi, quritishdagi qisqarishning kattaligi, yarim fabrikat xossalariidagi anizotropikni ko'rsatish mumkin.

U yoki bu usulni tanlab olish aniqlik talab qilinadigan shaklga, buyum xususiyatiga va boshqa texnologik va iqtisodiy omillarga bog'liq. Universal usul mavjud emas.

Zamonaviy texnik keramika ishlab chiqarishda kukun ko'rinishidagi plastik bo'lmagan kristall sun'iy materiallar keng qo'llaniladi. Yupqa dispers kukunlar suv bilan aralashtirilganda tuproqli massa kabi qovushqoqlik xususiyatlarini namoyon qilmaydi. Shuning uchun bunday kukunning suv bilan namlanganda qovushqoq usulda buyumlarni shakllab bo'lmaydi.

Texnik keramika buyumlarining bir tomonlama yoki ikki tomonlama presslash mumkin. Ikki tomonidan presslash hozirgi kunda barcha tomonidan e'tirof etilgan bo'lib, uni amalga oshirishda «suzuvchan» qolip usuli keng qo'llaniladi.

G'ovakli formalarga suvli suspenziya quyish yupqa devorli buyumlar (masalan, tigellar) ishlab chiqarishda ishlatiladi. Bunda asosan gipsli, polivinilxloridli, metall va keramik qoliplardan foydalaniladi. Bu usul alyuminiy oksidi, sirkoniy oksidi va boshqa oksidlardan buyumlar olishda qo'llaniladi.

Oksidli suspenziyalarga ko'proq HCl qo'shiladi, chunki kislotalar suspenziyalarga chidamlilikni bag'ishlab, kuydirish jarayonidan so'ng mineral qoldiq qoldirmaydi. Kukunsimon massalarni presslash usulida presslangan kukun mustahkamligini oshirish va kukunlarning presslash xususiyatini yaxshilash uchun vaqtinchalik texnologik bog'lovchilar, masalan, polivinil spirt va dekstrin eritmasi, parafin, turli smolalar va boshqa organik birikmalar kiritiladi. Yupqa dispers kukunlardan presslash katta qiyinchiliklar keltirib chiqarishi sababli, hozirgi vaqtda kukunlarni granulalash usuli keng qo'llanilmoqda.

Asosiy jarayonlar – kukunni granula qilish, kukunni plastifikator bilan aralashtirish va bosim ostida presslashdan iborat. Solishtirma bosim 15–40 MPa ni tashkil etadi. Granula hosil qilishda tarelkali granulatorlardan foydalaniladi, shuningdek, granular shliker massani sachratqichli quritgichda quritish orqali ham olish mumkin.

Buyumlar mexanik yoki gidravlik presslarda presslanadi. Hozirgi paytda gidravlik presslar keng qo'llaniladi. Bunda kukun rezina, elastik formaga joylashgan suyuqlik (suv, yog', glitserin) yordamida bir tekisda siqiladi. Bu holda bosim barcha yo'nalishda bir xilda uzatiladi.

Gidrastatik presslashda bosim buyumning shakli va o'lchamiga ko'ra belgilanadi. Tuproqli kukunlar past bosimda (10–30MPa), kam

qovushqoq organik bog'lovchi plastifikatorli oksidli materiallar 200–500 MPa da presslanadi.

Texnik keramikani tarkibi va xossalariga ko'ra 1200–1300°C dan 2000–2500°C gacha kuydiriladi. Hozirgi kunda kuydirishning bir qancha usullari mavjud (47-jadval).

Texnik keramikada qo'llaniladigan qizdirish usullari

47-jadval

Jarayon xarakteri	Boshlang'ich materiallar	Asosiy jarayonlar mexanizmi	Usul afzalligi	Usul kamchiligi
Bosimsiz pishirish	Toza oksidlar Al_2O_3 , MgO , BeO , ZrO_2 va boshqalar, ba'zi bir kislorodsiz moddalar	Plastik deformatsiya orqali qattiq fazali pishish, hajmiy va yuzaviy diffuziya, bug'lanish va keyingi kondensatsiya orqali	Murakkab shaklli va turli o'lchamli buyumlarni tayyorlash, oddiy pechlardan foydalanish mumkinligi	Pishirish haroratining nisbatan yuqoriligi, jarayonning uzoqqa cho'zilishi, sezilarli kirishib ketishlik, yopiq g'ovaklar qolishi, parlanish va kondensatsiya vaqtida sezilarli g'ovaklar hosil bo'lishi
	Steatit, kordierit, spodumenli va boshqa turdagi keramika, chinni yasashda ishlatiladigan murakkab oksidli birikmalar	Sirt (yuza) tarangligi ta'sirida zarrachalarning yaqinlashuvi orqali suyuq fazali pishish, eritish orqali cho'kmaga tushirish	Murakkab shaklli, turli o'lchamli buyumlarni tayyorlash, oddiy pechlardan foydalanish, pishirish haroratining nisbatan pastligi	Jarayonning cho'ziluvchanligi, bir qancha g'ovaklarning saqlanib qolishi, pishirilayotgan buyumning shishishi va xavfli deformatsiyaga moyilligi
Bosimli pishirish (issiq presslash)	Toza oksidlar, kislorodsiz birikmalar, shaffof	Plastik deformatsiya, qisman diffuzion	Yuqori zichlik va mustahkamlik, mayda	Buyum o'lchami va shaklining cheklanganligi, murakkab jihoz,

	keramika yasashda ba'zi bir floridlar	jarayonlar orqali zichlash	donali struktura, jarayon vaqti va haroratining kamayishi, yomon pishadigan kukunlarni zichlash mumkinligi	qoliplarning tez ishdan chiqishi, ishlab chiqarishni mexanizatsiyalash qiyinligi
O'ta yuqori bosimli pishirish	Olmos shaklidagi uglerod, bor nitridining kubik modifikatsiyasi, pezokeramika	Zarrachalar deformatsiyasi va ularning yaqinlashishi, cho'ziluvchan oqish orqali	Boshqa sharoitlarda pishmaydigan keramika olish uchun	Murakkab jihoz, murakkab shaklli va katta o'lchamli buyumlar yasash mumkin emasligi
Portlashli presslash	Olmos, kubli bor nitridi, karbidlar, nitridlar, yaxlit qattiq qotishma uchun materiallar	Zarrachalarning bo'linishi va deformatsiyasi, ularning yuqori bosim hisobiga yaqinlashuvi	Jarayonning qisqa davom etishi, yomon pishuvchan materiallarning effektiv zichlanishi mumkinligi	Murakkab shaklli va katta o'lchamli buyumlar yasash mumkin emasligi
Issiq izostatik presslash	Kremniy nitridi, sialon (Si-Al-O-N sistemasidagi turli fazalar) olish uchun kerakli materiallar	Elastik qavat orqali gaz yuborish va kukunni siqish, issiq presslashda ro'y beruvchi jarayonlar orqali zichlash	Har tomonlama tekis zichlash, yuqori zichlik va mustahkamlik, yomon pishuvchi materiallardan murakkab shaklli buyumlar olish	Murakkab va qimmatbaho jihoz, past unumdorlik
Reaksiyon qizdirish	Kremniy karbidi va	Shixtaning aktiv	Diffuzion jarayonlar	Murakkab jihoz, katta o'lchamli

	nitridi, uglerod, elementar kremniy, azot va boshqa gazlar	komponentlari orasidagi reaksiya va agregatning gazli muhiti orqali g'ovaklarning to'ldirilishi	past rivojlangan materiallar zichlanishi orqali	buyumlarda jarayon tugashining qiyinligi, ba'zan yuqori g'ovakdorlik
Gidrotermal pishirish	Sintez uchun kerakli modda, suyuqlik va boshqalar	Yangi mahsulotlarni suyuqlikda sintezi, kristallash va diffuzion jarayonlar	Past harorat, mayda zarrachali struktura, hajmiy o'zgarishlar yo'qligi	Yuqori bosimda ishlovchi jihozga ehtiyoji, ilk material va xomashyo tanqisligi

Kuydirish uchun qo'llaniladigan pechlar quyidagicha sinflanadi:

1. Kuydirishni ishchi temperaturasiga ko'ra:

- a) past haroratli 1450°C da kuydirish;
- b) yuqori haroratli 2500°C gacha kuydirish.

2. Issiqlik yurituvchining turiga ko'ra:

- a) suyuq yoqilg'i;
 - b) gazsimon yoqilg'i;
 - d) metall elektr isitgichlarda (nixrom, platina, molibden, volfram);
- Elektr pechlarning foydali ish ko'effitsiyenti yuqori bo'ladi. Ularda harorat va muhitni boshqarish ham oson;
- e) metall bo'lmagan elektr isitgichlarda (karbid kremniyli, disilitsidmolibdenli, xromitlantani, sirkoniyl).

3. Konstruksiyaiga ko'ra:

- a) kamerali;
- b) tunnel;
- d) teshikli.

4. Gazli muhitni saqlashga ko'ra:

- a) havoli muhit;
- b) qaytarilish muhiti;
- d) neytral gazlar muhiti;
- e) vakuumli muhit.

Sanoatda oxirgi yillarda yuqori temperaturali elektr isitgichlar (disilitsid, molibden, lantan, xromit, sirkoniy dioksid) keng qo'llanilmoqda. Agar 1770 K (1500°C) gacha ishlash kerak bo'lsa, u holda elektr pechlarida isituvchi elementlar global yoki silit ishlatiladi.

Bundan yuqoriroq temperatura olish uchun superkantall – 1920 K (1650°C), LaCrO_3 –2070 K (1800°C) va tsirkoniy dioksidi – 2270 K (2000°C) ishlatiladi. Yanada yuqoriroq harorat olish uchun qaytariluvchi muhit yoki vakuumda molibden – 2070 K (1800°) , volframli – 2770 K (2500°C) va grafitli – 3270 K (3000°C) sterjenlar qo‘l keladi.

Disilitsid molibden isitgichli pechlar 1650–1700 $^{\circ}\text{C}$ temperaturada ishlaydi. Bu isitgichlar SiC ga qaraganda yuqori elektr o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lib, nisbatan mustahkam va termik bardoshlidir.

Xromit lantandan (LaCrO_3) tayyorlangan isitgichlar 1800–1850 $^{\circ}\text{C}$ gacha qiziydi. Pech ichida fiterovkaga qarab 1700–1750 $^{\circ}\text{C}$ temperaturaga ega bo‘lish mumkin. Xromit lantanli isitgichlarning afzalligi ularning havo va neytral muhitda ekspluatatsiya qilinishidir. Isitgich diametri 16 va 20 mm, uzunligi 450, 700 va 1000 mm, ishchi qismi umumiy uzunlikning uchdan bir qismiga teng.

Dioksid sirkoniy (ZrO_2) li isitgichlar asosida ishlovchi issiqlik agregatlarida ishchi temperatura 2270 K (2000°C) gacha bo‘ladi. Bu isitgichlarning kamchiligi termik bardoshligining pastligidir. Bu ularni ko‘p marta yoqib ishlatishni chegaralaydi.

Mavzu bo‘yicha nazorat savollari

1. Texnik keramikaning sinflanishi haqida gapirib bering.
2. Kompozitsion materiallar deb qanday materiallarga aytiladi?
3. Materiallarni qanday tayyorlash usullarini bilasiz?
4. Texnik keramika ishlab chiqarishning o‘ziga xos xususiyatlari.
5. Materiallarni maydalanish darajasi qanday aniqlanadi ?
6. Texnik keramika materiallarini maydalash uchun qanday uskunalar ishlatiladi ?
7. Texnik keramika ishlab chiqarishda ishlatiluvchi texnologik bog‘lovchilar.
8. Texnologik bog‘lovchilarga qo‘iladigan talablar.
9. Organik bog‘lovchilarning qaysi turlarini bilasiz?
10. Texnik keramika ishlab chiqarishda shakllashning asosiy usullarini keltiring.
11. Suvli suspenziyani g‘ovakli formalarga quyish jarayonini ta’riflab bering.
12. Kukunsimon massalarni presslash usulini keltiring.

13. Kukun mustahkamligini oshirish uchun qo'llaniladigan omillar.
14. Qaynoq shlikerni bosim ostida quyish jarayonini ta'riflab bering.
15. Yuqori temperaturada presslash usulini keltiring.
16. Texnik keramika buyumlari qanday haroratda kuydiriladi.
17. Kuydirish uchun qo'llaniladigan pech turlarini keltiring.
18. Disilitsid molibden pechlar qanday temperaturada ishlaydi.
19. Xromit lantanli isitgichlarning afzalligi.
20. Texnik keramikaning ishlatilish sohalari.

Tayanch so'z va iboralar

Texnik keramika, kompozitsion material, maydalanish darajasi, sharli tegirmon, tebranma tegirmon, texnologik bog'lovchilar, un, parafin, kauchuk, polivinil spirt, dekstrin, metil sellyuloza, g'ovakli forma, suvli suspenziya, presslash, qaynoq shliker, bosim ostida quyish, qaynoq presslash, kukun, polivinilspirt, dekstrin, parafin, smola, granula, gidravlik press, nixrom, platina, molibden, volfram, karbidkremniy, disilitsidmolibden.

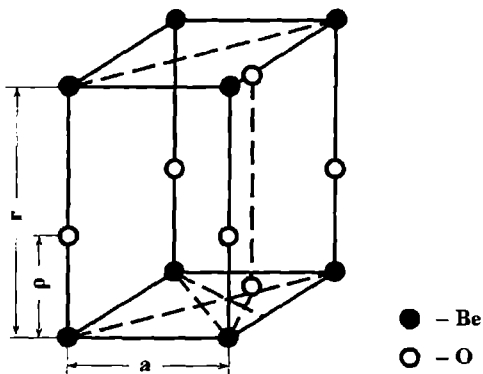
68-§. Berilliy oksidi asosida buyumlar ishlab chiqarish

Berilliy oksidi asosidagi buyumlar ishlab chiqarish uchun sun'iy ravishda olingan, oq, sochiluvchan BeO kukuni ishlatiladi. Berilliy oksidi olish uchun xomashyo sifatida tarkibida berilliy bor minerallar (bular qatoriga ko'proq $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ kimyoviy tarkibli berillni misol qilish mumkin) ishlatiladi. Berill tarkibida BeO 14,1%, Al_2O_3 19%, SiO_2 66,9%. Qo'shimchalardan Na_2O , K_2O va boshqalar BeO ni 10–12% gacha kamaytirishi mumkin.

Berilliy oksidi – oq rangli nafis tuyilgan kukun geksagonal singoniyada kristallangan bo'lib, uning tuzilishi vyursit ZrS minerali tuzilishini eslatadi. (48-rasm). Geksagonal singoniyali kristall panjarasining konstantalari 20°C : $a=2,68\text{\AA}$, va $c=4,37\text{\AA}$. 1025°C da: $a=2,71\text{\AA}$ va $c=4,41\text{\AA}$. $2050\text{--}2100^\circ\text{C}$ da geksagonal reshlyotka kub panjaraga aylanadi.

Temperatura oshishi bilan panjara konstantalari deyarlik o'zgarmaydi.

BeO kristallari rangsiz, bir o'qli, prizma shaklida bo'lib, 1010 yuzasi bo'ylab yaqqol ajraladi. Nur sindirish ko'rsatkichlari: $N_e=1,733$, $N_o=1,719$ $N_e-N_o = 0,014$. Pishgan BeO ning qattiqligi mineralogik shkala bo'yicha 9, mikroqattiqligi 1520 kg/mm^2 Solishtirma og'irligi $3,02 \text{ g/sm}^3$, erish harorati $2570 \pm 30^\circ\text{C}$, qaynash harorati $4260 \pm 160^\circ\text{C}$.



48-rasm. BeO ning kristall panjarasi.

BeO ning kristall panjarasidagi Be-O bog'i o'lchami 1.65 Å ga teng. Be⁺² kationining ion radiusi 0,31 Å. Berilliy oksidi Be_{metall} +1/2 O₂→BeO reaksiyasi orqali hosil bo'lib, uning hosil bo'lishi issiqligi turli manbalar bo'yicha 147 dan 151 kkal/mol ga tengdir.

Berilliy oksidi parlarining tarangligi juda yuqori deb bo'lmaydi. Uning 200°C dagi parlari elastikligi 3,55·10⁻⁴ mm simob ustuni qiymati bilan xarakterlanadi. Berilliy oksidi yuqori haroratda uchuvchan bo'lib, uning uchuvchanlik suv bug'lari ishtirokida yana ham yuqori bo'ladi. Uchuvchanlik asosan 1000°C atrofida boshlanadi va harorat ko'tarilishi bilan oshib boradi (48-jadval).

**BeO ning SO li muhitda 1 sm² yuzasidan belgilangan
uchuvchanligiga oid ma'lumotlar**

48-jadval

Kuydirish vaqti, min	Harorat, °C		
	1600	1700	1800
10	0,09	0,11	0,17-0,21
20	0,12-0,13	0,13	0,20-0,25
30	0,14	0,15	0,27-0,28
40	0,13	0,16-0,18	0,25-0,34

Berilliy oksidi sirt tarangligi suv va par ishtirokida past bo'lib, yuqori temperaturada parsimon Be(OH)₂ hosil qiladi. Shu tufayli yuqori haroratga chidamli BeO dan yasalgan buyumlarni mahsulot, yonuvchi muhitda qo'llab bo'lmaydi. Galloid va oltingugurtli muhitlarda ham u beqaror bo'lganligi tufayli ishlatish mumkin emas.

Boshqa olovbardosh oksidlarga solishtirganda uning vakuumdan uchuvchanligini quyidagicha ifodalash mumkin:

Oksidlar	Sezilarli uchuvchanlik, °C
ThO ₂	2300
ZrO ₂	2300
BeO	2100
MgO	1600

Berilliy oksidi quyidagi termodinamik ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi:

Erish issiqligi.....17±1,4 kkal/mol

Erish issiqligi entropiyasi..... $6 \pm 0,5$ kkal/mol·grad
 Bug‘lanish issiqligi..... $117 \pm 10,5$ kkal/mol
 Bug‘lanish issiqligi entropiyasi..... $25,8 \pm 2,3$ kkal/mol·grad
 600–300°C oralig‘ida haydash issiqligi..... 152 ± 10 kkal/mol
 ΔN_{25}^0 hosil bo‘lish issiqligi..... $-147 \pm 0,5$ kkal/mol
 Standart erkin hosil bo‘lish energiyasi, ΔF_{25}^0 ..-139; -140 kkal/mol
 Berilliy oksidining entalpiyasi va entropiyasiga oid ma‘lumotlar
 quyidagicha xarakterlanadi:

Harorat, °C	Entalpiya ($H_T - H_{25}$) kkal/mol	Entropiya ($S_T - S_{25}$), kkal/mol
127	730	2,09
327	2540	5,73
527	4700	8,83
727	7010	11,40
927	9510	13,68

Berilliy oksidining standart erkin hosil bo‘lish energiyasiga oid
 ma‘lumotlar ham adabiyot sahifalarida mavjud:

Harorat, °C	$-\Delta F$, kkal/mol
0	141
200	137
400	131
600	127
800	122
1000	117
1200	113
1400	109
1600	104
1800	99
2000	94
2200	89
2400	85

Toza BeO uchun issiqlikdan kengayish chiziqli koeffitsiyentiga
 taalluqli raqamlar ham eksperimental yo‘l bilan olinadi:

Harorat intervali, °C	O'rtacha issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti, $\times 10^{-6} \cdot ^\circ\text{S}^{-1}$
25-100	5,5±1,0
25-300	8,0±0,6
25-600	9,6±0,8
25-800	10,3±0,9
25-1000	10,8±1,0

Sanoatda berilliy oksidi 4 markada chiqariladi (49-jadval).

Berilliy oksidi kukuni xossalari

49-jadval

Ko'rsatkichlar	Markalar			
	V-1	V-2	V-3	V-4
Beriliy oksidi miqdori, %	99,5	99,5	99,5	99,5
Mn, Se, Ca, Si, Mo, Cu, Al, Zn, Cr, Na oksidlarining umumiy miqdori, %	0,5	0,5	0,5	0,5
Xavfsizlikni umumiy koeffitsiyenti	3			
Sochiluvchan zichlik g/sm^3	1,2-1,4	0,5	0,5	0,5
Solishtirma yuzasi, m^2/g		0,6-1,5	0,6-1,5	0,6-1,5

V-1, V-2, V-3 markali kukunlar uchun dastlabki ishlov berish harorati 1700–1950°C, V-4 markali kukun uchun 1100–1300°C.

Xossalari. Berilliy oksidi – berilliyning kislorod bilan yagona birikmasidir. Kimyoviy tabiatiga ko'ra berilliy oksidi kuchsiz asosli oksid hisoblanadi.

Ishqorlarga nisbatan BeO barqarordir. Kislotalarga nisbatan beqaror. Toza berilliy oksidini erish temperaturasi $2570 \pm 20^\circ\text{C}$, qaynash temperaturasi 4000°C atrofida. Maos shkalasi bo'yicha qattiqligi 9.

Berilliy oksidi asosidagi buyumlar ishlab chiqarishda materiallardan buyum olishda qo'llaniluvchi usullarni bari ishlatiladi. Pishgan BeO xossalari uning zichligi, kristallanishi, qo'shimcha va aralashmalarni borligi, buyumni shakllash sharoiti, unga termik ishlov berish va hokazolarga bog'liqdir.

Pishgan BeO asosidagi buyumlarning shakllash usullariga ko'ra xossalari

50-jadval

Shakllash usuli	Pishgan BeO zichligi	
	Amaliy, g/sm^3	Nazariy, %
Suvli shlikerdan quyish	2,7-2,85	90
Cho'zish	2,85-2,9	95
Quruq presslash	2,90-2,95	97
Bosim ustida quyish	2,9-2,95	97-98
Qaynoq presslash	3,0-3,01	99

Pishgan BeO yuqori zichlikka erishishi uchun, uni dastlab kuydiriladi. Kuydirish uchun BeO kukun holatida yoki briket holida bo'ladi. Kuydirilgan oksid po'lat tegirmonlarda po'lat sharlar yordamida tuyiladi. Kuydirilgan va maydalangandan so'ng shakllash mumkin.

Suvli shlikerdan quyishda gips formalardan foydalaniladi. Shlikerni quyish xossalari yaxshilash uchun zichlik $1,9-2 \text{ g/sm}^3$, namligi 33-37% bo'lishi kerak. Kuydirishda qisqarish 15-18% ni tashkil etadi. Yarim quruq usulda presslash uchun kraxmal eritmasi, parafin, traganta va boshqalar ishlatiladi. Presslash bosimi 100 MPa.

Presslangan massani kuydirish temperaturasi $1700-1900^\circ\text{C}$. BeO li qaynoq presslash grafit formalarida 10-15 MPa bosim ostida, $1600-1800^\circ\text{C}$ da bajariladi. Qaynoq presslash usuli g'ovaksiz, nazariy zichlikka zichligi yaqin bo'lgan ($3,01 \text{ g/sm}^3$) buyumlar olishda yaxshi usul hisoblanadi.

Kuydirilgan BeO dan olingan buyumlar yuqori issiqlik o'tkazuvchanlikka, mexanik qattiqlikka, termik bardoshlikka ega. Berilliy oksidi yuqori energiyali radioaktiv nurlanishlarini yoyishga

moyilligi tufayli, yadroviy energetikada issiqlik reaktorlarining ba'zi elementlari sifatida ishlatiladi.

Berilliy oksidi asosidagi kerakli buyumlarning yana bir xossasi ularning temperatura oshishi bilan mexanik mustahkamligini kamayishidir.

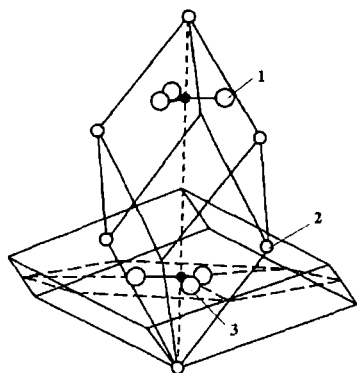
Berilliy oksidi asosidagi keramikaning mustahkamligini temperaturaga qarab o'zgarishi (namuna zichligi $2,9 \text{ g/sm}^3$)

51-jadval

Temperatura $^{\circ}\text{C}$	Mustahkamlik chegarasi, MPa	
	Siqishga	Cho'zishga
20	808	129
200	700	109
400	609	88
400	518	70
800	420	51
1000	329	32
1200	231	12
1400	147	-
1800	50	-

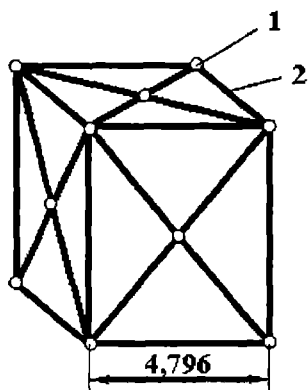
69-§. Kalsiy oksidi asosida buyumlar ishlab chiqarish

Kalsiy oksidi olish uchun tarkibida CaCO_3 bo'lgan barcha turdagi tabiiy xomashyolar – ohaktosh, bo'r, marmar, ohak tufi va boshqalar foydalaniladi. Ohaktoshda nazariy jihatdan olganda 56 % CaO va 44 % CO_2 bor. Kalsiy karbonati tabiatda kalsit, aragonit va vaterit formalarida uchraydi. Kalsit yoki ohakli shpat geksagonal sistemasida kristallanadi (49-rasm). Uning solishtirma og'irligi $2600\text{--}2800 \text{ kg/m}^3$ va qattiqligi Maos shkalasi bo'yicha 3 ga teng.



49-rasm. Kalsit mineralining kristall panjarasi:
 1 - O^{2-} ; 2 - Ca^{2+} ; 3 - C^{4+} .

Kalsitning elementar panjarasida ikki molekula $CaCO_3$ bor. Ularning panjaralari: $a=6,63 \cdot 10^{-4}$ mkm, $\alpha=46^\circ$ CO_3 gruppasi uchburchakning qirralarida joylashgan bo'lib, C-O oralig'ida $1,24 \cdot 10^{-4}$ mkm ga teng. Uning nur sindirish ko'rsatkichlari: $N_o=1,658$, $N_e=1,486$, $N_o - N_e = 0,172$. Kalsitning parchalanishidan paydo bo'lgan ($CaCO_3 \rightarrow CaO + H_2O$) toza kalsiy oksidi kub singoniyaga ega bo'lib, uning uchala parametrlari $a=4,797 \cdot 10^{-4}$ mkm ga teng. Elementar panjaradagi CaO soni 4 bo'lsa, zichligi 3340 kg/m^3 , nur sindirish koeffitsiyenti 1,836 ni tashkil etadi (50-rasm).



50-rasm. Kalsiy oksidining kristall strukturasi: 1 - Ca^{2+} ; 2 - O^{2-} .

CaO ning zichligi $3,35 \text{ g/sm}^3$, qattiqligi mineralogik shkala bo'yicha 4,5 ga teng. Sindirish ko'rsatgichi 1,837 ga erish harorati $2579 \pm 1^\circ\text{C}$ ga teng. Elementlaridan issiqlik hosil bo'lishi 613 Dj/molga teng.

Ammo texnik toza CaO dan qilingan buyumlarni texnikada keng ko'lamda ishlatib bo'lmaydi. CaO oson gidratatsiyalanganda o'rtacha haroratda havoda parchalanib ketadi. CaO ni gidratlanishini yo'qotish uchun bo'lgan harakatlar muvaffaqiyat bilan tugallanmadi. Faqatgina bu jarayonni sekinlashtirishga ega bo'lindi xolos. CaO dan qilingan mahsulotlarning chidamliligini oshirish uchun ko'p har xil qo'shimchalar bilan har xil variantlarda tajribalar o'tkazildi. Bir necha hollarda havodagi chidamlilik bir necha oylarga yetdi. CaO katta termodinamik chidashga ega bo'lib, yana ko'p erigan metallarga ham bardoshli. Mana shu xossasiga asosan CaO dan ko'p metallarning eritishda shu qatorda platina va uranni ham eritishda qo'llaniladigan tigellar ishlab chiqariladi.

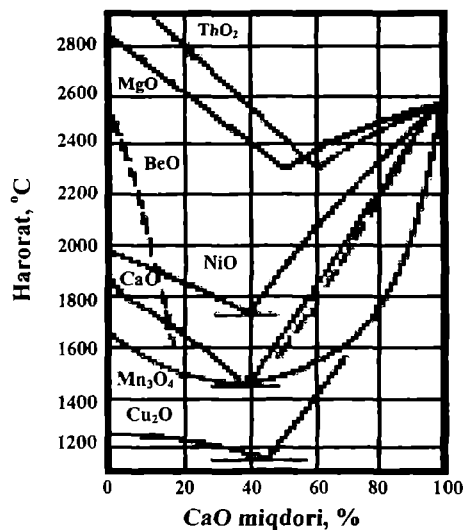
CaO li keramika boshqa tur keramikaga qaraganda mexanik xossasi uncha katta emas. O'rtacha haroratda bo'kish jarayonida pishiqlik chegarasi 100 MPa dan oshmaydi. CaO li keramikada 20°C da 10,2 ga to'g'ri chiziq bo'ylab kengayadi. Lekin $1400\text{--}1500^\circ\text{C}$ da esa $145 \times 10^{-6}^\circ\text{S}^{-1}$ ga kattalashadi.

CaO dan qilingan mahsulotlarni $1650\text{--}1700^\circ\text{C}$ da pishiriladi.

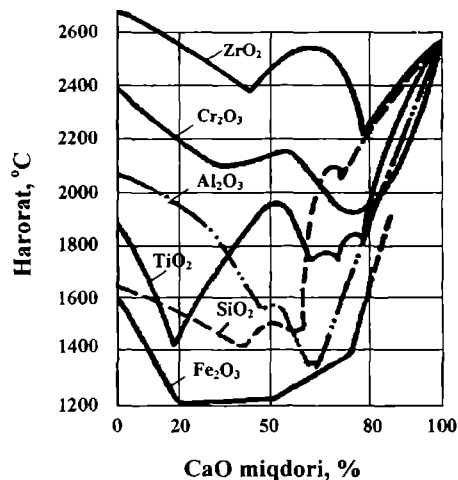
Tayyor mahsulotlarni gidratatsiya jarayonidan saqlash uchun ularni suv o'tkazmaydigan plyonkalar bilan berkitish maqsadga muvofiqdir.

Kalsiy oksidining gidratlanish xususiyati unga qo'shimmalar qo'shish hisobiga o'zgarishi mumkin (51- va 52-rasmlar).

NiO, va CaO kalsiy oksidi asosidagi buyumlarning gidratatsiyaga layoqatligini oshiradi. Fe_2O_3 , V_2O_3 , Cr_2O_3 , MnO_2 lar ham shu yo'sinda xizmat qiladi. Kombinatsiyalangan qo'shimmalar, masalan, $10\%\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,1\% \text{MoO}_3$ yoki $5\% \text{Fe}_2\text{O}_3 + 1\% \text{Cr}_2\text{O}_3 + 0,1\% \text{MoO}_3$.



51-rasm. CaO ning ThO₂, MgO, BeO, NiO, CaO, Mn₃O₄ va Cu₂O bilan bergan erish qiyshiqliklari.



52-rasm. CaO ning ZrO₂, Al₂O₃, TiO₂, SiO₂ va Fe₂O₃ bilan bergan erish qiyshiqliklari.

CaO va qo'shilmalar asosida tayyorlangan buyumlar 1550 – 1750°C li haroratda kuydiriladi. TiO₂ orqali kalsiy oksidini stabillash mumkin (52-rasm). Bu holda ochiq g'ovakligi 1,5 % dan ortiq bo'lmagan buyumlar olish imkoniyati tug'iladi. 90–95% CaO va 5–10 % TiO₂ dan tayyorlangan tigellar havo sharoitida 1 oylik muhlatga chidamli. Agar ular yopiq idishda saqlansa, uzoq vaqt davomida o'z xususiyatlarini saqlab qoladi.

Agar CaO ga ozroq miqdorda kalsiy sirkonati ZrO₂ qo'shilsa, gidratatsiyaga barqaror kalsiy sirkonati CaZrO₂ hosil bo'ladi. Uning olovbardoshligi 2350°C dan ortiq bo'lib, yuqori elektr qarshiligiga ega.

Gidratatsiyaga chidamli CaO ni vodorodli muhitda 1850°C li haroratda 13 soat davomida ushlash orqali olish mumkin. Undan yasalgan tigellarning hajmiy og'irligi 3,14 g/sm³ teng bo'lib, ularda ochiq g'ovakliklar mavjud emas. Bunday tigellar 6 oy mobaynida havo sharoitida ishlatilsa ham o'zining ekspluatatsion xususiyatlarini yo'qotmaydi.

Kuydirilgan kalsiy oksidini yoyli pechda elektr eritishga qo'yilsa, tozaligi 98 % va olovbardoshligi 2600°C li mahsulot hosil bo'ladi. Agar unga 1 % li MgO qo'shilsa, o'ta yuqori asosli yangi material olinadi.

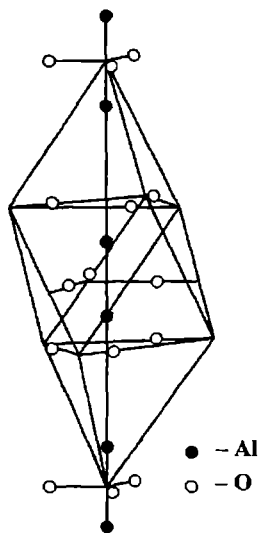
Kristall ohakning hajmiy og'irligi 3,33 g/sm³, 20–1000°C oralig'ida o'rtacha issiqlikdan kengayish koeffitsiyentli 12,9–10⁻⁶ .°C⁻¹ U kub formasiga mansub kristallardan tashkil topgan bo'lib, elementar panjara parametrlari 4,8075Å, qattiqligi 5–5,5 va donalari barqarorligi 0–0,12 dan 4–8 mm gacha. U havo sharoitida 12 oy davomida ekspluatatsiya qilinishi mumkin. Ulardan yasalgan tigel o'ta toza va prokatkaga moyil po'lat olishga imkon beradi.

70-§. Alyuminiy oksidi asosida buyumlar ishlab chiqarish

Agar alyuminiyli keramika tarkibiga 96 % dan ortiq α Al₂O₃ bo'lsa, bunday keramika korundli keramika deb ataladi.

Korundli materiallarning turi juda ko'p. Bunday holat uning kimyoviy-mineralogik tarkibi, material strukturasi, donalar o'lchami, g'ovaklik qiymati va boshqalar orqali sodir bo'ladi.

Yuqori olovbardoshlik, mustahkamlik va dielektrik ko'rsatkichlar qayta kristallangan korund yoki zinter – korundga tegishli bo'lib, ular 100% ga yaqin zich pishgan α - Al₂O₃ (korund) dan tashkil topgan bo'ladi.



53-rasm. Korundning kristall panjarasi.

Suvsiz alyuminiy oksidi bir nechta modifikatsion ko'rinishlarga ega. Ular ichida eng barqarori α - Al_2O_3 (korund) hisoblanadi (53-rasm). Korund panjarasi kislorod ionli yuzalardan tashkil topgan bo'lib, ular Al^{3+} ionlari bilan geksagonal panjara hosil qiladi. Korundda alyuminiy ionlarining koordinatsion soni 6 ga teng, valentligi 3 ga, bog'lar kuchi $\frac{1}{2}$ ga teng. Har bir O^{2-} ioni to'rtta Al^{3+} ionlari bilan o'ralgan bo'lib, kislorod ionlari yuzasi orasidagi masofa $d=2,16 \text{ \AA}$.

Korundning romboedrik elementar panjarasi ikki molekullari Al_2O_3 dan tashkil topgan bo'lib, uzunligi $a=5,12 \text{ \AA}$ va yuza burchagi $\alpha=55^\circ 17'$ bilan xarakterlanadi.

Alyuminiy oksidi uchun yana ikki modifikatsiya aniqlangan γ - Al_2O_3 va β - Al_2O_3 . beta-glinozom alyuminiy va ishqor (ishqoriy yer) oksidlaridan tashkil topgan birikma hisoblanadi. Uning formulasi $\text{Na}_2\text{O} \cdot (11-12) \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{H}_2\text{O} \cdot (11-12) \text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ va $\text{BaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$.

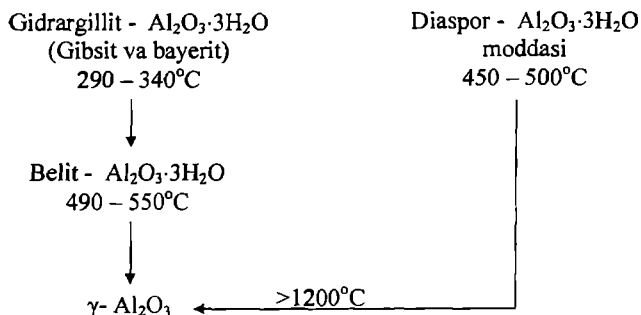
Alyuminiy oksidiga xos bo'lgan modifikatsiyalarning mineralogik xarakteristikalarini 52-jadvalda berilgan.

Glinozyomning poliamorf modifikatsiyalarining xarakteristikalar

52-jadval

Modifi- katsiya	Sistema	Gabitus	Solish- tirma og'irlik g/sm ³	N _o	N _e	Op- tik belgi	Qizdirishga munosabati
α glinozyom (korund)	Geksa- gonal	Jadval va rombo- edrlar	3,99	1,76 8	1,7 60	(-)	2050°C da eriydi
β- glinozyom	Geksa- gonal	Plastin- kalar	3,3-3,4	1,68 0	1,6 50	(-)	1600°Cda α- Al ₂ O ₃ ga o'tadi
γ- glinozyom	Kub	Oктаedr- lar	3,60	1,73 6			1200°C da α- Al ₂ O ₃ ga o'tadi

Glinozyom olish uchun tabiiy mineral gidrargillit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ yoki sun'iy modda bayerit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dan foydalaniladi. Oraliq mahsuloti sifatida $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ formulali byolit hosil bo'ladi. Bunda formula diaspor mineraliga ham taalluqlidir:



Gamma - Al_2O_3 alfa - Al_2O_3 ga o'tayotganida 7,8 kkal/mol issiqlik ajralib chiqadi. Bunday polimorf o'tish asta-sekin sodir bo'ladi, natijada moddaning nur sindirish ko'rsatkichida ham o'zgarish sodir bo'ladi:

Harorat, °C	Nur sindirish koeffitsiyenti
150	1,587
750	1,635
850	1,665
890	1,681

Texnik glinozyom mineralogik tarkibiga ko'ra asosan γ - Al_2O_3 dan tashkil topgan bo'lib, qo'shilmalar sifatida unda gidrargillit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ va belit - $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ qatnashadi. Tashqi ko'rinishiga ko'ra u oq rangli sferolit shaklli kukun bo'lib, zarrachalarining o'rtacha o'lchami 50–70 mkm ga to'g'ri keladi.

Qizdirish jarayonida γ - Al_2O_3 ning α - Al_2O_3 ga o'tish hajmining 14,3 % kamayishiga olib keladi. Bo'lg'usi buyumlarning kuydirishda qisqarishini oldini olish uchun texnik glinozyom olib, 1450–1550°C da qizdiriladi. Bu narsa glinozyomning tuyilishi va korundli buyum pishishiga ijobiy ta'sir o'tkazadi.

Korundli buyumlar o'ta yuqori fizik - texnik xarakteristikaga ega (53-jadval). Ularning qattiqligi mineralogik shkala bo'yicha 9 ga teng. Bu jihatdan ular olmos va ba'zi bir karbidlardangina ustunlikni beradi.

Korundli buyumlarning panjara energiyasi 3681 kkal/mol ga teng. Ularning solishtirma og'irligi 3,95 dan 4,01 g/sm³ gacha. Eng optimal qiymat 3,992 g/sm³ ga to'g'ri keladi. Bu raqam korundli buyumlar hajmining yuqori haroratda 20,4 % gacha oshishidan dalolat beradi.

Korundli keramika buyumlarining erish temperaturasi amaliyotda 2015 – 2050°C ga, qaynash harorati esa 2980°C $\pm$ 60°C ga, erish issiqligi 26 kkal/mol ga, bug'ga aylanish issiqligi 116 kkal/mol ga tengdir. Bug'larning elastikligi haroratga bog'liq bo'lib, quyidagicha xarakterlanadi:

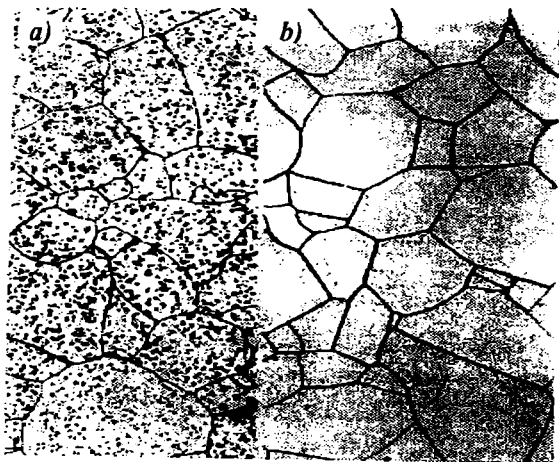
Harorat, °C	Par elastikligi, mm dagi simob ustuni
2360	6
2410	18
2490	22
2547	50
2580	55

Korundli keramika tipik turlarining xossalari

53-jadval

Xossa	Keramika markasi						
	VK 100-1	VK 100-2	VK 98-1	VK 94-1	VK 94-2	VK 95-1	GR 799
Oʻrtacha zichlik, g/sm^3	3,96	3,88	3,88	3,65	3,60	3,67	3,80
Suv yutuv- chanligi, %	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Statik egilishdagi mustahkamlik chegarasi, MPa	280	320	300	320	300	310	300
Zarbga chidamlilik, $\text{KPa}\cdot\text{m}^2$	-	5	-	-	4,3	7,9	4
Elastiklik moduli, $\text{E}\cdot 10^{-2}$, GPa	3,5	3,9	-	-	2	2,5	3
Issiqlik oʻtkazuvchanlik koeffitsiyenti, $\text{W/(m}\cdot\text{k)}$	-	42	-	-	24	32	42
Dielektrik oʻtkazuvchanlik, 25°C , 10^6 Gts	10,3	10,5	10,8	10,3	9,5	10	95
Dielektrik yoʻqotish tangensi burchagi, 25°C , 10^6 Gts/ 10^9 Gts	2/1	2/1	2/1	6/15	6/9	5/10	2/-
Solishtirma elektr qarshiligi, 100°C , $\text{Om}\cdot\text{sm}$	10^{14}	10^{14}	10^{14}	10^{13}	10^{13}	10^{13}	-
Elektr mustahkamligi, kV/mm	-	42	-	-	-	50	-
IKChK, $\alpha\cdot 10^6$, $20-900^\circ\text{C}$,	$8\pm 0,5$	$7,9\pm 0,5$	$8,2\pm 0,5$	-	$8\pm 0,5$	-	$6,5\pm 8$

Korund keramikasining yutuqlaridan biri «Lukaloks» nomli polikristall materiallarning kashf etilganligidir (54-rasm). Unda g'ovaklar bo'lmaganligi sababli shisha singari nur o'tkazish qobiliyatiga ega. Lukaloks yuqori zichlik, mustahkamlik, termik barqarorlik kabi qimmatli xususiyatlarga ega.



58-rasm. Oddiy keramika (a) va lukaloks (b) ning mikrotuzilishi (x100).

Korund keramikasi o'zining yuqori elektrofizik xossalariga ko'ra elektr izolatsiyasi, radio elektron va elektr vakuumli texnikada keng ishlatiladi. Undan lampa qobig'i obolochkalari, integral sxema o'zagi qobig'i, energiya chiqaruvchi darcha, metall kesgichlar, podshipniklar, filtr, suyak implantantlari va boshqalar yasaladi.

Korundli keramikaning β – glinozyom nomi bilan ataluvchi turi ham alohida xususiyatlarga egaligi bilan ajralib turadi. $\text{Na}_2\text{O} \cdot 11\text{Al}_2\text{O}_3$ yoki $\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ formulalariga mos keladigan, geksagonal singoniyada kristallanadigan va zichligi $3,24 \pm 0,02 \text{ g/sm}^3$ ga to'g'ri keluvchi bunday materiallarda natriy ionlaridan tashkil topgan harakatchan yuzalar mavjud bo'lib, ular moddaning yuqori elektr o'tkazuvchanligini ta'minlaydi. Polikristallik Na – β – glinozyomining normal xona sharoitida elektr qarshiligi $(1-5) \cdot 10^2 \text{ Om}\cdot\text{cm}$ ga, 500K dagi qiymati esa $10-25 \text{ Om}\cdot\text{cm}$ ga to'g'ri keladi.

Na – β –glinozom ko‘p sohalarda, shu jumladan, qattiq elektrolitlar tayyorlashda ishlatiladi. Ulardan natriy – oltingugurtli akkumulatorlar tayyorlanadi.

Mavzu bo‘yicha nazorat savollari

1. Texnik keramikaning sinflanishi.
2. Texnik keramika ishlab chiqarishning o‘ziga xos xususiyatlari .
3. Texnik keramika ishlab chiqarishda ishlatiluvchi texnologik bog‘lovchilar.
4. Texnik keramika ishlab chiqarishda buyumlarni shakllash usullari.
5. Berilliy oksidi asosidagi buyumlarni ishlab chiqarishda asosiy xomashyo.
6. Berilliy oksidi asosidagi buyumlarni xossalari va ishlatilishi.
7. Kalsiy va alyuminiy oksidlari asosidagi buyumlar ishlab chiqarishda asosiy xomashyo.
8. Kalsiy va alyuminiy oksidlari asosidagi buyumlarni xossalari va ishlatilishi.
9. Berilliy oksidi asosida olinadigan buyumlarning kuydirish temperaturasi qancha?
10. Kalsiy oksidi asosidagi buyumlarni gidrotatsiya jarayonidan saqlash uchun qanday choralar ko‘riladi?

Tayanch so‘z va iboralar

Yuqori olovbardosh oksidlar, titanatlar, sirkonatlar, ferroshepinel, xromlangan, kompozitsion materiallar, konstruksion detallar, dekstrin, polivinil spirt, metil selluloza, parafin, kukun, berill, korund, betaglinozom.

17-bob. SILIKAT VA ALYUMOSILIKAT ASOSIDAGI KERAMIKA

71-§ Ta'rifi va turlari

Ma'lumki, silikatlar va alyumosilikatlar texnik keramik materiallarning asosiy qismini tashkil etadi. Bu sinfdagi materiallarga mullitli, mullit korundli, klinoenstatitli, forsteritli, kordieritli, sirkonli va boshqa turdagi keramika materiallar kiradi. Yuqoridagi bu sanab o'tilgan keramika turlari asosan tabiiy va qisman sun'iy xom-ashyolardan tayyorlanadi.

3:2 tarkibli klassik mullit $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ formulaga ega. Tarkibida 71,8 % Al_2O_3 va 28,2% SiO_2 mavjud. U rombik singoniyada kristallanadi va quyidagi parametrlarga ega, nm;

$a=0,7584$, $b=0,7693$, $c=0,577$.

Suyuqlanish temperaturasi 1910°C ga teng.

Haqiqiy zichligi $3,15\text{--}3,18 \text{ g/sm}^3$

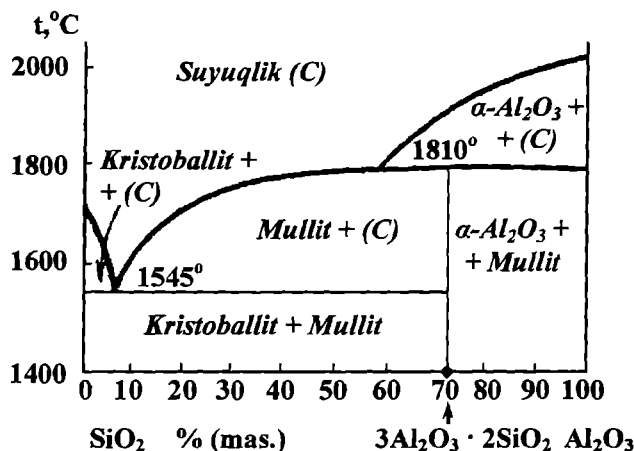
O'rtacha chiziqli kengayish koeffitsiyenti $6,2 \cdot 10^{-6}, ^\circ\text{C}^{-1}$ ga teng.

O'rtacha issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti $3\text{--}3,5 \text{ Wt/(m}^\circ\text{C)}$

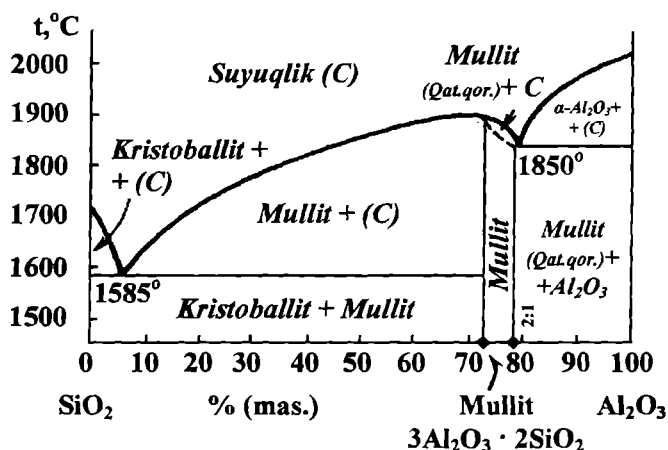
Toza mullit faqat sintez yo'li bilan olinadi. Uni yuqori tozalikka va yuqori disperslikka ega bo'lgan kremniy va alyuminiy oksidlaridan olish mumkin.

72 -§. Asosiy xomashyolar

Mullit va mullit korundli keramikaning asosiy kristall fazasini mullit $3 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ va korund $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ tashkil etadi. Bunday tarkibda katta miqdorda Al_2O_3 saqlagan keramik materiallarni yuqori glinozyomli keramika deb ham ataladi. Qo'shimcha alyuminiy oksidi glinozyom yoki elektrokorund bilan tarkibga qo'shiladi. Shu orqali tarkibida 45-100% Al_2O_3 bo'lgan yuqori glinozyomli keramika olinadi.



55-rasm. N.Bouen va D.Greyg bo'yicha Al_2O_3 - SiO_2 sistemasining diagramma holati.



56-rasm. Toropov va Galaxov tadqiqotlari bo'yicha Al_2O_3 - SiO_2 sistemasining diagramma holati.

Al_2O_3 - SiO_2 sistemasining diagramma holatidan temperatura oblasti va u yoki bu tarkibni mavjud formasi aniqlanadi. Al_2O_3 72% dan yuqori bo'lganda mullit ham korund ham mavjud bo'lishi mumkin.

1850°C da bu ikki kristallik moddalar bir-biriga muvofiq holda yengil suyuluvchan evtektik tarkib hosil qilishi mumkin.

(Al_2O_3 -77,2%; SiO_2 -22,8%)

Mullit evtektik tarkibli moddalar oblastida korund bilan qotishmalar hosil qiladi. Diagrammadan ko'rinib turibdiki, ushbu oblastidagi suyuqlanish temperaturasi 1910°C dan 1850°C gacha kamayadi.

Bundan ham yuqori, ya'ni 77,2% dan ko'p Al_2O_3 tarkibida 2050°C da suyuqlanuvchi 100% korund tarkibigacha mullit va korund birgalikda keladi.

Shunday qilib, 55 - va 56 - rasmlardan ko'rinib turibdiki, fazaviy tarkib yuqori glinozyomli kristall fazalar, ya'ni mullit, korund va o'zgaruvchi tarkibli glinozyomli shisha sifatida ko'rsatilishi mumkin.

Kuydirilayotgan aralashmani kimyoviy tarkibidan kelib chiqib ma'lum miqdorda kristall fazalar yoki ulardan biri hosil bo'ladi. Lekin quyidagi shartlar bajarilganda:

1) Sistemada tenglik bajarilsa;

2) Shishasimon faza va qo'shimchalar bo'lmagan taqdirda.

Yuqoridagi shartlar bajarilmasa, tarkib va material hosil bo'lish temperaturasini o'zgarishiga olib keladi.

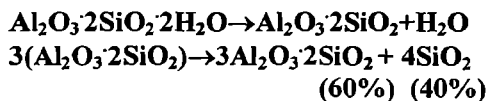
73-§. Mahsulot ishlab chiqarish

Kuydirilayotgan mullit, kremnezemli va mullit korundli tarkibga ega bo'lgan yuqori glinozyomli buyumlar, andaluzit, kianit va boshqalar tabiiy yoki sun'iy aralashmali kaolinlar turidagi minerallarni ishlatilishiga asoslanadi.

Sillimanit guruhlariga kiruvchi, sillimanit, andaluzit va kianitlar bir xil kimyoviy tarkibga ega (Al_2O_3 -62,9%; SiO_2 -37,1%). Ushbu minerallardan Al_2O_3 60% dan oshmagan tarkibli keramika buyumlari olish mumkin. Sillimanit guruhidagi minerallarga termik ishlov berilganda mullitga o'tadilar.

$3(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2) \longrightarrow 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + \text{SiO}_2$. Nazariy jihatdan mullit barqaror holatda 87,5% ni, kremnezem esa 12,5% ni hosil qiladi.

Mullit hosil bo'lishini boshqa usuli bu glinozyomli minerallar (kaolinit, monotermit va boshqalar), bo'lib bu minerallar tuproq va kaolinni asosini tashkil qiladi. Bu minerallarni kuydirganda mullit va kristobalit hosil bo'ladi. Kaolinitni mullitlanish jarayonini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.



Shunday qilib, mullit-kremnezem tarkibli yuqori glinozyomli keramikani tabiiy xomashyodan, ya'ni alyuminiy oksidi bilan kaolindan boyitmagan holda olish mumkin. Mullitli va mullit korundli keramika esa mullit sintezi orqali olinadi. Buning ikki xil usuli mavjud:

- 1) Bir marta kuydirish orqali buyumni o'zini olish.
- 2) Oldindan briket ko'rinishdagi mullitni olish.

Mullit hosil bo'lish jarayonini to'liq borishi bir qancha faktorlarga bog'liq:

- 1) kuydirish temperaturasiga;
- 2) kuydirish vaqtiga;
- 3) xomashyo xususiyatiga;
- 4) ishlatilayotgan materiallar dispersligiga;
- 5) minerallovchi qo'shimchalar ta'siriga.

Mullitli va mullit korundli keramika tarkibida 2 xil usul bilan hosil bo'lgan mullitni saqlaydi:

1) Kaolinit yoki boshqa tuproqsimon minerallar o'zgarishi natijasida mullit hosil bo'ladi.

Bu jarayon 1200°C da yuqoridagi reaksiya bo'yicha ketadi va mullit keramik massani asosini tashkil etadi.

2) Al_2O_3 qo'shish orqali hosil qilinadigan mullit. Kuydirilgan holatda bu ikkala mullitni ajratish mumkin emas.

Mullit yoki mullit kremnezemli materiallar tayyorlanish jarayonida temperatura 1450°C dan oshmaydi. Pishish jarayoniga CaO , MnO va MgO kabi qo'shimchalar effektiv ta'sir qiladi. Ushbu qo'shimchalar qo'shish natijasida mullit pishirish haroratini $70\text{--}150^\circ\text{C}$ ga kamaytirish va shu bilan birga uning sifatini saqlab qolish mumkin.

Kuydirilgan va briket ko'rinishdagi sintetik mullitni maydalab mahsulot tayyorlash mumkin.

Maydalangan mullitni quyidagicha qoliplash mumkin: a) plastik; b) bosim ostida issiq qoliplash; d) presslash.

74-§. Mahsulotlarning xususiyatlari

Fizik va texnik xossalari. Mullit va mullit korundli kristallizatsiyali yuqori gliozyomli keramika xossalari quyidagi faktorlarga bog'liq:

1) Kimyoviy tarkibga, asosan Al_2O_3 miqdoriga, $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{SiO}_2$ nisbatiga va qo'shimchalar tarkibiga.

2) Fazaviy tarkibga va asosiy kristall fazalar nisbatiga, undan tashqari shishasimon faza tarkibiga.

3) Material mikrostrukturasiga - birinchi navbatda kristall tarkibi shakli va o'lchamlariga bog'liq. Shishasimon fazani tarqalishiga ham bog'liq.

Mexanik xossalari. Yuqori gliozyomli materiallarni mexanik xossalari ularni siqilishiga, ezilishiga, zarbga va boshqa mexanik kuchlarga chidamliligiga bog'liq (54-jadval).

Pishgan yuqori gliozyomli keramikaning mexanik xossalari

54-jadval

Keramika turi	Al_2O_3 miqdori, %	Mustahkamlik chegarasi			Elastiklik moduli, $\text{E} \cdot 10^{-2}$ gPa
		Siqilishda, MPa	Egilishda, MPa	Zarbli egilishda, kJ/m^2	
Mullit kremnezemli	45-60	400-500	60-80	2-3	1-1,1
	60-70	500-100	80-120	3-4,5	1,1-1,5
Mullit korundli	70-80	1000-1500	120-180	4,5-6	1,5-2,3
	80-95	1500-2000	180-250	5,5-6,5	2,3-2,8

Quyida 55-jadvalda mullitkorund asosida olingan texnik materiallarning asosiy xossalari to'laroq keltiriladi.

Mullitkorundli keramika buyumlarining asosiy xossalari

55-jadval

Xossa	Keramika guruhi					
	610	620	620,1	780	786	786,1
O'rtacha zichlik	2,6	2,8	2,9	3,2	3,4	3,5
Statik						

egilishdagi mustahkamlik chegarasi, MPa	120	150	240	200	250	280
Zarbiy egilishdagi mustahkamlik, kDj/m ²	3	3,5	3,5	3,8	4,1	4,6
IKChK, $\alpha \cdot 10^6$, 20-600°C, K ⁻¹	4-7	4-7	5-8	-	5,5-8	-
Solishtirma hajmiy qarshilik, 20°C/600°C, Om·sm	10 ¹³ /10 ⁶	10 ¹³ /10 ⁶	10 ¹⁴ /10 ⁷	-/10 ⁷	-/10 ⁸	10 ¹⁴ /10 ⁶
Dielektrik yo'qotish tangens burchagi, tgδ·10 ⁴ , 50Gs	-	-	-	1	0,9	-
Elektr mustahkamligi, 50 Gts, kV/mm	17	15	20	10	-	15
Nisbiy dielektrik o'tkazuvchanlik	6,5-8,5	6,5-8	7-8,5	7-9	7-9	8,10
Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, 20-100°C, Vt/(m·K)	2-6	6-15	-	10-16	14-24	14-24

Elektrofizik xossalari. Yuqori glinozyomli keramik materiallarni elektrofizik xossalari uning tarkibidagi Al₂O₃ miqdoriga bog'liq.

Bunga uning elektr o'tkazuvchanligi, qarshiligi, kuchlanishi kabi xossalari kirib, bunda kremnezemli materialning tarkibi, g'ovakligi, fazalar tarkibi va faktorlar katta ahamiyatga ega.

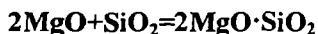
75-§. Forsteritli keramika

Forsteritli keramik materiallari deb, asosini forsterit (85%) va magnezioferrit (15%) qo'shilishidan hosil bo'lgan minerallarga aytiladi.

Forsteritli buyumlar ishlab chiqarish uchun xomashyo bo'lib, olivinitlar $[(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{SiO}_4 + \text{qo'shimcha}]$, serpentinitlar $[3(\text{Mg},\text{Fe})\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{qo'shimcha}]$, dunitlar $[3(\text{Mg},\text{Fe})\text{O} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{qo'shimcha}]$ hisoblanadi.

Forsteritli keramikani asosiy kristalli fazasi ortosilikat magniy bo'ladi. $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ - forsterit (MgO -57,2%) (SiO_2 -42,8%). Forsterit klinoenstatitdan o'laroq, modifikatsion o'zgarishlarga ega emas, balki rombik sistemasida kristallanadi.

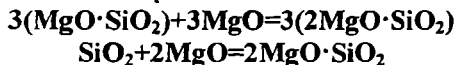
Forsteritning erish temperaturasi 1800°C . Forsteritni sintez qilish va forsteritli keramika ishlab chiqarish tabiiy xomashyodan foydalanishga asoslanadi. Forsteritni quyidagi oksidlar reaksiyasida sintez qilish mumkin:



Biroq oksidlarni ishlatganda texnik tozalik taxminan 1800°C temperaturani talab qiladi. Texnik keramika bunday yo'l bilan ishlab chiqarilmaydi. Eng ko'p tarqalgani forsteritli talk va magniy oksidi yoki magnezitni sintez qilishdir. Bunday hollarda reaksiya pastroq temperaturada ketadi. Forsterit hosil bo'lish reaksiyasi bir necha bosqichlarda boradi. Talkni kuydirish natijasida magniy metasilikati va SiO_2 hosil bo'ladi:



Magniy metasilikat qizdirish davomida ortosilikatga aylanadi, ya'ni forsterit talk parchalanishidan ajralayotgan SiO_2 ga kiritilgan MgO bilan bog'lanib forsterit hosil qiladi:



Umumiy reaksiya



$1100-1300^\circ\text{C}$ da qizdirilgan talkdan foydalanilganda reaksiya shiddat bilan boradi, bunda metasilikat aktiv holatda bo'ladi va u MgO bilan oson reaksiyaga kirishadi. Talk tarkibidagi uncha ko'p bo'lmagan va unga tuproq yoki bentonit orqali qo'shilgan eritmalar kuydirish jarayonida 10-15% shisha faza hosil qiladi, bu esa materialni zich

bo‘lib pishishini ta‘minlaydi. Bunday keramika vakuum zichlikka ega bo‘ladi.

Forsteritli buyumlarni tayyorlashda issiq quyish yoki presslash usullaridan foydalaniladi.

Bosim ostida quyish usuli yordamida ishlab chiqarish texnologiyasi 2 bosqichda boradi:

1-bosqich – forsterit sintez qilish va forsterit kukunini tayyorlash;

2-bosqich – plastifikatsiya, quyish va kuydirish, ya‘ni buyumlar tayyorlash.

Presslash uchun kerak bo‘ladigan massa tarkibida bog‘lovchilik vazifasini o‘taydigan tuproqli materiallar bo‘ladi. Bosim ostida quyish uchun ishlatiladigan massaga tuproqli materiallar qo‘shilmaydi. Forsteritni kuydirish temperaturasi $1320\text{--}1380^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etadi.

Eng ko‘p tarqalgan forsteritli keramikani xossalari quyidagicha:

Tuyuluvchan zichlik, g/sm^3 3-3,04

Mustahkamligi, MPa.....160-200

Dielektirik o‘tkazuvchanligi $f=1\text{mGts}$6,8-7

Chiziqli kengayish koeffitsiyenti, $10^{-6}^{\circ}\text{C}^{-1}$ 8-10

Elektrovakuum texnikasida forsteritoperiklaz deb nomlanadigan keramika ishlatiladi, uning chiziqli kengayish koeffitsiyenti forsteritga nisbatan ancha yuqori - $(12.6-13) 10^{-6}^{\circ}\text{C}^{-1}$. Bunday yuqori koeffitsiyent bir vaqtda kristallanish, tarkibida periklaz va forsterit saqlanish natijasidir.

Forsteritli keramikaning alohida ajralib turadigan tomoni uni elektrofizik xossasining yuqoriligidir. Shu xossasidan kelib chiqqan holda forsteritli keramika elektrovakuum texnikasida izolator sifatida ishlatiladi.

Forsterit massasi namligi 3,0-4,0%. Presslashdagi bosim $800\text{--}1000 \text{ kg}/\text{sm}^2$ oraliqda bo‘lishi lozim, tuyuluvchan zichligi $2,55\text{--}2,6 \text{ g}/\text{sm}^3$

Forsteritli massa magnezit massaga qaraganda ancha og‘ir bo‘ladi.

Forsteritli buyumlarni presslash mexanik revolver, friksion va gidravlik presslarda olib boriladi. Forsteritli buyumlarni quritish alohida rejim talab qilmaydi. Quritish tunnelli pechlarda olib boriladi, 20–24 soat davomida. Quritilgan mahsulot yuqori mustahkamlikka ega $100 \text{ kg}/\text{sm}^2$ Buyumlarni kuydirish tunnelli pechlarda olib boriladi.

Forsteritli keramik buyumlarning ba'zi xossalari:

Chiziqli kengayish koeffitsiyenti	20–800°C da ...	11,5·10 ⁻⁶
Issiqlik o'tkazuvchanligi	kkal/m.grad.ch.....	1,07+5,9·10 ⁻⁴ t
Gaz o'tkazuvchanligi		10

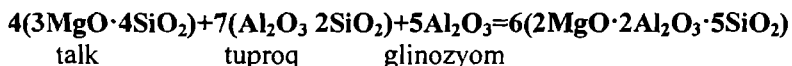
76-§. Kordieritli keramika

Texnik keramikaning asosiy sinflaridan biri, bu silikatlar va alyumosilikatlar sinfidir. Bu sinf a'zolaridan biri kordieritdir.

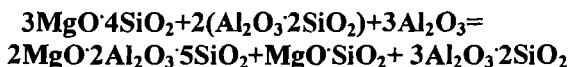
MgO-Al₂O₃-SiO₂ sistemasida uchta kristall modda bo'lib, kordierit quyidagi formulaga ega 2MgO·2Al₂O₃·5SiO₂, u mullit maydonida kristallanadi. Bu birikmani o'zida saqlab turadigan keramika kordieritli keramika deyiladi.

Kordieritni nazariy tarkibi, massa % hisobida; MgO-13,7, Al₂O₃-34,9, SiO₂-51,4, uning zichligi 2,8 g/sm³. Kordierit 1435°C da mullit va magnezialli shishaga parchalanib suyuqlanadi.

Kordieritni oksidlardan sintez qilib olish mumkin. Lekin sanoatda kordieritli keramika ishlab chiqarishda tabiiy xomashyo sifatida– talk, yuqori sifatli olovbardosh tuproqlar va sun'iy texnik glinezyom yoki elektrosuyuqlanuvchan korund qo'llaniladi. Kordieritni hosil bo'lishi taxminan quyidagi reaksiya bo'yicha boradi, (talk va tuproq degidratlangan holda):



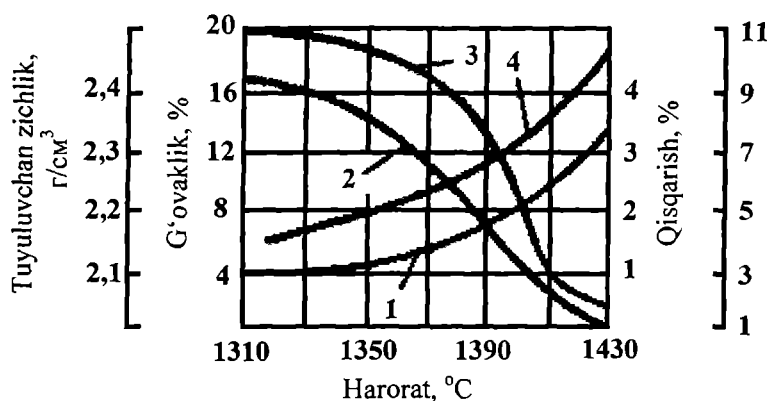
Lekin, amaliy reaksiya bu sxema bo'yicha to'liq bormaydi va kordieritli keramikada har doim klinoenstatit va mullit mavjud bo'ladi. Bu kristalli fazalar quyidagi reaksiyalar bo'yicha 8 xil bo'ladi.



Odatda kordieritli keramika o'zida 80% atrofida kordierit va 20% atrofida klinoenstatit va mullit, korund va shishani saqlaydi.

Kordieritni kuyish temperaturasi 1300–1410°C oralig'ida. Kordieritli keramika klinoenstatitga (statitga) o'xshash juda qisqa kuyish oralig'iga ega (15–20°C).

Qisqarishga bog‘liqlik (1), suv yutuvchanlik (2), tuyuluvchi g‘ovaklik (3) va hajmiy og‘irlik (4) kordieritli keramika (K-2) qisqa intervalli kuyish temperaturasi-ga bog‘liqligi kordieritni ishlab chiqarishni juda qiyinlashtiradi. Kuydirish temperaturasi oralig‘ini uzaytirish uchun (40–50°C gacha) dala shpati orqali 2–4% ishqoriy metall oksidlarini kiritiladi. Bunday holat uchun 30% gacha ZrO_2 kiritilsa, yaxshi ta’sir ko‘rsatadi. Kordieritli massada tuproq bo‘lib, u massaga qovushqoqligini beradi, bu esa buyumni har xil texnologik usullar bilan- qovushqoq usulda shakllanish, suvli shlikerni quyish, presslash imkonini beradi. Murakkab shakldagi buyum boshlang‘ich kuydirilgan massadan bosim ostida qaynoq holda quyish usuli bilan tayyorlanadi.

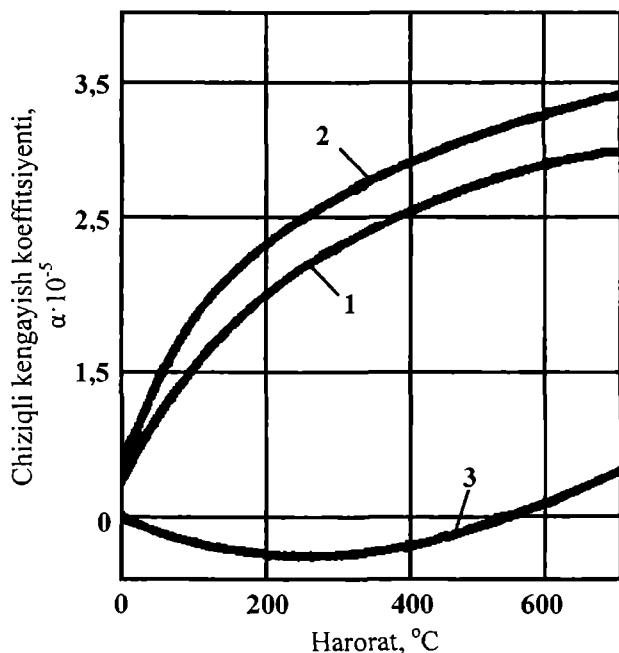


57-rasm. Kordieritli keramikaning qisqarish (1), suv yutuvchanlik (2), tuyuluvchan g‘ovaklik (3) va hajmiy og‘irlik (4) larini kuydirish temperaturasi-ga bog‘liqligi.

Asosiy kordieritli massalar K-2, K-4 va L-24 dir.

Kordieritli keramika ham zich, ham g‘ovakli tuzilishda (umumiy g‘ovaklik 30–50%) tayyorlanadi.

Kordieritli keramikaning farqli tomoni shundaki, uning termik kengayish koeffitsiyenti (KTR) oksidli, magnezialli, yuqori glinozomli keramikalarning termik kengayish koeffitsiyentidan bir necha marta kamdir.



58-rasm. Kordieritli keramikaning chiziqli kengayish ko'effitsiyentini temperaturaga bog'liqligi: 1- K-2; 2-LS-9; 3-K-4

Shu xossasiga asosan kordieritli keramika temperaturani tez almashinishiga chidamli va termobardosh materialligi bilan ajralib turadi.

Ba'zi hollarda, kordierit materialidan tayyorlangan buyum elektrotexnika sohasida qo'llanilmaydigan bo'lsa, u holda massa tarkibiga dala shpati (3–10%) qo'shiladi va u flyus rolini o'taydi. Bunda kordieritni pishish oralig'ini oshiradi.

Yuqori termobardoshligi bilan ajralib turuvchi kordieritli keramik materiallar elektrotexnikada qo'llaniladi, ulardan elektr yoyini qaytaruvchi kameralar yuqori voltli o'chirg'ichlarda, past voltli apparatlarda o't chaqnashidan to'suvchi kameralar va panjaralar, sim qarshiliklariga asoslar, fayans va chinnilar uchun kapsel va olovbardosh qo'shimchalar tayyorlanadi.

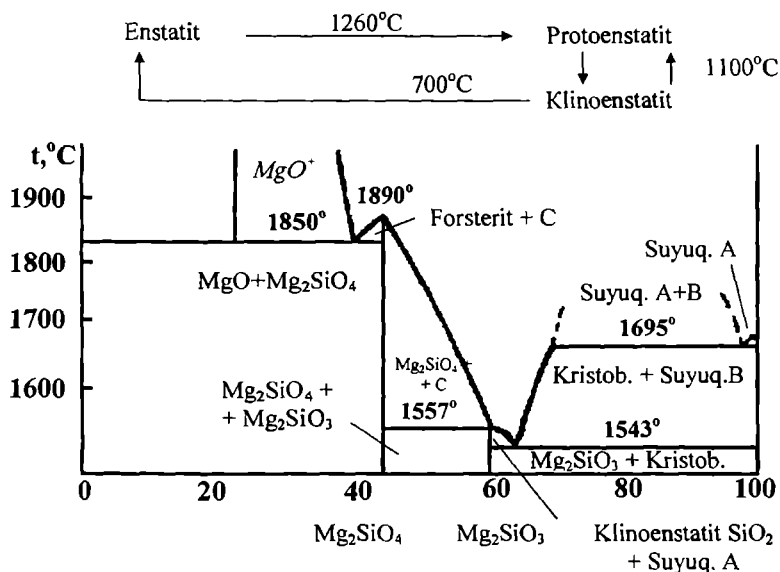
Xossalari	Kordieritli materiallar		
	L-24	K-2	K-4
Ochiq g'ovak, %	25	15,8	20
Hajmiy og'irlik, g/sm ³	2.12	2.26	2.08
Solishtirma og'irlik, g/sm ³	2,79	2,83	-
Mustahkamlik chegarasi, kg/sm ²			
Bukishda	690	880	700
Siqishda	2000	2200	2100
Mustahkamlik chegarasi dinamik bukishda, kg/sm/sm ²	2,8	3	2
Termobardoshlik-temperaturani o'rtacha buzishni pasayishi (havo-suv), °C	650	700	640
Chiziqli kengayish koeffitsiyenti, 2·10 ⁶ temperatura intervalida			
20–100°C	1,97	2,32	2,2
20–700°C	-	3,35	3,05
Solishtirma hajmiy elektroqarshilik 100°Cda, Om·sm	2·10 ¹³	4·10 ¹¹	2·10 ¹¹
Zichlik, g/sm ³			
Haqiqiy	2,75	2,83	-
Tuyuluvchi	2,12	2,26	2,08
Kuydirish temperaturasi, °C	1320±15	1360±15	1410±15
Yarim fabrikatlarga qabul qilinishi,	Shlikerli quyish va bosim ostida issiq holda quyish	Qovushqoq holda shakllash va yarim quruq presslash	

77-§. Klinoenstatitli (steatitli) keramika

Klinoenstatitli (steatit) li keramika olish uchun MgO-SiO₂ sistemasi holatidan foydalaniladi (59-rasm).

MgO-SiO₂ sistemasida ikki kimyoviy birikma mavjud: birinchisi magniy metasilikati MgO-SiO₂ bo'lib, u uch modifikatsion formalar – enstatit, klinoenstatit va protoenstatit holatida uchraydi. Ikkinchi birikma magniy ortosilikati – forsterit 2MgO-SiO₂ bo'lib, u ko'p sohalarda ishlatiladi.

Enstatit MgO-SiO₂ ning past haroratli formasi bo'lib, u 1145°C da qaytmas holda yuqori haroratli protoenstatitga o'tadi. U sovuganida esa klinoenstatit paydo bo'ladi (57-jadval).



59-rasm. MgO-SiO₂ sistemasining diagramma holati.

MgO-SiO₂ modifikatsiyalarining xossalari

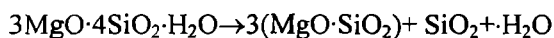
57-jadval

Modifikatsiya	Kristall sistemasi	Zichlik, g/sm ³	Optik konstantalar		
			N _g	N _p	2V°
Enstatit	Rombik	3,22	1,658	1,650	60°
Klinoenstatit	Monoklin	3,19	1,660	1,651	53°30
Protoenstatit	Rombik	3,10	1,658	1,650	70°

Statik keramika kuydirish yo'li bilan olishda asosiy fazalar sifatida protoenstatit va klinoenstatit borligi aniqlangan. Moddani maxsus sovutish yo'li bilan esa faqat klinoenstatit faza hosil qilinadi. Steatit so'zi grek tilida talk ma'nosini anglatadi.

Modda ikki fazali holatida zichlikdagi tafovutlar tufayli elektr izolatsiyasi, vakuum zichlik, mexanik mustahkamlik sezilarli darajada kamayadi. Bu voqea steatitning qarishi tufayli ro'y beradi. Buning oldini olish uchun shisha fazasini yopishqoqligini oshirish zarur. Bu protoenstatit kristallarining o'sishiga to'siq bo'ladi.

Klinoenstatitli keramikani sanoat miqyosida ishlab chiqarish tabiiy talk minerali ishlatiladi. Uning formulasi $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ bo'lib, tarkibiga 31,7% MgO, 63,5% SiO_2 va 4,8% H_2O kiradi.



Talk tabiiy mineralining kimyoviy tarkibi

58-jadval

Kon nomi	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	Issiqlik-da qisqarishi
Nazariy	63,5	-	-	31,7	-	-	4,8
Onotak	62-63	0,1-1	0,1-0,8	31,33	0,5	oz	4,9-5,9
Kirgiteysk	61-63	0,1-0,4	0,06-0,15	32,5-33,0	0,6	oz	4,5-5,6
Alguysk	66-67	0,3-0,6	0,05-0,10	28-30	0,1-0,2	0,05-0,15	4-5

Steatit keramikasi olish uchun ishlatiladigan massalar tarkibi 59-jadvalda keltirilgan.

Qovushqoq, kam qovushqoq va qovushqoq bo'lmagan steatit massalarni tarkibi, mas. % da

59-jadval

Xomashyo	Massalar		
	Qovushqoq	Kam qovushqoq	Qovushqogsiz
Talk: Xom	15-25	20-40	75-85

Kuydirilgan	50-55	40-60	-
Qovushqoq tuproq	7-12	2-5	2-4
Bentonit	3-5	-	-
Bariy karbonati	10-14	10-14	16-18
Magniy oksidi	3-5		
Bo'r	8-10	-	-

Steatitli buyumlar ishlab chiqarishda asosiy usullar:

1) Qoliplash va presslarda sirtini silliqlab cho'zish. Katta yuqori voltli izolatorlar olinadi. Massaga qo'shilayotgan ikkinchi holda 1300°C da oldindan kuydiriladi.

2) Kukunsimon massalarni presslash. Kukunni plastifikatsiyalash uchun 10–12 % parafin bog'lovchi qo'shiladi. Bular $1190\text{--}1200^{\circ}\text{C}$ da kuydiriladi. Parafin $900\text{--}950^{\circ}\text{C}$ da uchib ketadi.

3) Metallli qoliplarda bosim ostida qaynoq quyish. Effekti juda yuqori bo'ladi. Pishirish $1590\text{--}1640\text{ K}$ ($1320\text{--}1370^{\circ}\text{C}$) li haroratda olib boriladi.

Steatitli massalarning kimyoviy tarkibi: 48-60% SiO_2 , 0,5–6 % Al_2O_3 , 0,2–1 % Fe_2O_3 , 27,5–32 % MgO , 0–6 % CaO , 8–16 % BaO va 0,03-0,57 % R_2O . Shunday qilib, steatitli massalarda Al_2O_3 va $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ larning tansiqiligi sezilib turadi.

Steatitli keramikani adabiyotda yana radiotexnika keramikasi deb atash ham mavjud. Uning fazaviy tarkibi kristall va shishadan iborat. Kristall faza miqdori 60–65 % gacha boradi. Qolgani shisha tarkibli qotirilgan suyuqlik bo'lib, uning tarkibiga 4–5 % gacha Al_2O_3 va 0,5 gacha $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ kiradi. Kam qovushqoqli steatit massasining shishasining tarkibiga BaO kiradi. U dielektrik yo'qotuvchanlikni keskin kamayib ketishiga sababchi bo'ladi.

Steatitli keramikaga tegishli texnologik va fizik xususiyatlar 60-jadvalda keltirilgan.

Klinoenstatitli keramikaning olish usullariga bog'liq asosiy xossalari

60-jadval

Xossa	Steatit keramika turlari				
	Plastik qoliplash	Yarim quruq presslash	Bosim ostida quyish	Vakuum-zich	
	220	210	220,1	VKLZ 2,63-1	VKL-2
O'rtacha zichlik	2,6	2,5	2,6	2,6	2,65
G'ovaklik, %	0,7	0	0	0,02	0,02
Statik egilishdagi mustahkamlik chegarasi, MPa	90	120	120	120	150
Zarbiy egilish mustahkamlik chegarasi, kJ/m^2	2,5	2,2	2,5	-	-
Taranglik moduli, $\text{E} \cdot 10^{-2}$, GPa	80	60	80	-	-
Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, $\text{Wt/(m} \cdot \text{k)}$	2-3	1-2,5	2,3		
IKChK, $\alpha \cdot 10^6$, 20-800°S	5-9	5-6	5-6	9,2	8,2
Elektrik mustahkamligi, KV/mm	20	-	20	-	-
Nisbiy dielektrik o'tkazuvchanlik	5-7	-	5-7	6,2	6,3
Dielektrik yo'qotuvchanlik tangensi					

burchagi, tg S · 10 ³ , 50Gts	5	25	5	15	15
Solishtirma hajmiy qarshilik, 20°C/600°C, Om·sm	10 ¹³ /10 ⁵	-/10 ⁴	10 ¹³ /10 ⁵	10 ¹³ /-	10 ¹³ /-

Steatit keramikasi olishda asosiy kamchilik –pishish intervalining nihoyatda kichikligidir. Bu interval 10–40°C bo‘lganligi uchun, kuydirish jarayoni haroratni qattiq avtomatik nazorat qilinadigan pechlar ishlatilishini taqozo qiladi. Ikkinchi kamchilik – suyuq fazaning tez hosil bo‘lishi. Uning miqdori 40–45 % ga yetganda buyum deformatsiyaga uchraydi. Shuning uchun kuydirish deformatsiya boshlanmasdan tugatilishi kerak.

Mavzu bo‘yicha nazorat savollari

- 1.Mullit va mullitkorundli keramikaning asosiy kristall fazasini keltiring.
- 2.Mullitli, mullitkorundli keramikaning xossalari.
- 3.Forsterit va klinoenstatit keramika uchun asosiy xomashyo material.
- 4.Forsterit va klinoenstatit hosil bo‘lish jarayoni, buyumlarni tayyorlash usullari.
- 5.Fosforit va klinoenstatit keramika xossalari va ishlatilishi.
- 6.Kordieritli keramika ishlab chiqarishda asosiy xomashyo.
- 7.Kordierit hosil bo‘lish jarayoni, buyumlarni tayyorlash usullari.
- 8.Kordierit keramika xossalari va ishlatilishi.
- 9.Mullitli va mullitkorundli keramikani olish usullari.
- 10.Mullit hosil bo‘lish jarayonini to‘liq borishi qaysi faktorlarga bog‘liq.

Tayanch so‘z va iboralar

Forsterit, kordierit, mullit, kaolinit, sillimanit, serpentinit, olivinit, dunit, magniy metasilikati, talk, elektr yoyini qaytaruvchi kamera, yuqori va past voltli uskunalar, klinoenstatit.

18-bob. ELEKTROTEXNIK BUYUMLAR ISHLAB CHIQUARISH

78 -§. Ta'rifi va xomashyosi

Elektrotexnika keramikasi deganda, doimiy elektr toki va sanoat chastotali toki elektrotexnika qurilmalarining ishchi elementlarini yasashda ishlatiluvchi keramika buyumlari tushuniladi. Ularda elektrik (qarshilik) xossa asosiy parametr hisoblanadi. Shu xossaga ko'ra, ular elektr izolatsiya keramikasi, elektr o'tkazuvchan keramika va qattiq elektrolitlarga bo'linadi.

Elektrotexnik chinni elektr izolatsiyalovchi keramika sinfiga mansub bo'lib, bir qator muhim texnik xossalarga ega bo'lishlari kerak: yuqori mexanik va elektr mustahkamlik, kimyoviy va termik chidamlilik. Chinni izolatorlar ikki guruhga bo'linadi: past voltli va yuqori voltli (60-rasm). Past voltli izolatorlar telegraf va telefon tarmoqlarida, yuqori voltli chinni izolatorlar yuqori voltli elektr uzatish tarmog'ida, yuqori voltli uskunalarda ishlatiladi.

Texnik xossalarga ko'ra elektrotexnik chinniga qattiq talablar qo'yiladi. Masalan, mexanik qattqlik, dielektrik yo'qotish, uradigan kuchlanish. Bu talablarga faqatgina zich pishgan, bir xil strukturaga ega, minimal darajada g'ovaklari bor buyumlar javob beradi. Elektrotexnik chinni olish uchun maxsus tayyorlangan massalar ishlatiladi.

Yuqori voltli izolatorlar uchun ishlatiladigan massaning mineralogik tarkibi

61-jadval

Yuqori voltli izolatorlar uchun qattiq chinni turlari	Tarkibi, %			Glino- zyom
	Dala shpati	Kaolinit	Kvars	
Kaolinit miqdori ko'pi bilan	25,26- 26,56	42,78- 47,07	26,37-31,96	
Dala shpati, ko'pi bilan	33,52- 36,15	39,56- 41,11	22,74-26,93	

Yuqori voltli dala shpatili elektrotexnika buyumining kimyoviy tarkibi va xossalari

62-jadval

Tarkib va xossa	Chinni ko'rsatkichlari		
	1-namuna	2-namuna	3-namuna
Izolatorlardagi oksidlar miqdori, %			
Al ₂ O ₃	22,7-24	19,8-21,8	22,7-24,7
SiO ₂	68,8-70,1	72,8-75,6	69-72
Na ₂ O+K ₂ O	5,45-6,07	3,42-4,04	4,49-4,55
Mustahkamligi, kg/sm ²	2750-4900	2000-3600	2300-3500
siqilishda uzilishda	210-260	200-250	220-280
Pishirilishi, °C	1300-1320	1350-1380	1410-1430

Massada dala shpatini yuqori miqdori qattiq chinni uchun xos bo'lmagan past temperaturada pishishni - 1320°C ni namoyon qiladi.

Kvars miqdori ko'p bo'lgan izolatorlarni pishish temperaturasi 1350°Cda tugallanadi.

Glinozyom miqdori ko'p bo'lgan izolatorlar mexanik va elektrik mustahkamlikni eng yaxshi ko'rsatkichlarini beradi va 1400-1430°C da pishadi.

Dala shpati miqdori ko'p bo'lgan izolatorlarni tajribadan o'tkazilganda, xizmat muddatida ular erituvchisi kam, tuproqli moddalar ko'p bo'lgan izolatorlardan qolishmasligi kuzatilgan.

Quyida qattiq chinnining solishtirma elektr o'tkazuvchanligini temperaturaga bog'liqligi keltirilgan.

Qattiq chinni buyumlarining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi

63-jadval

Temperatura, °C	50	70	160	185	400	600	800	1000	1100
									0
Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik va qarshilik, om da	0,46 x x10 ⁻¹⁵	0,25 x x10 ⁻¹³	0,58 x x10 ⁻¹²	0,26 x x10 ⁻¹¹	0,05 x x10 ⁻⁶	0,32 x x10 ⁻⁶	0,55 x x10 ⁻⁶	110 ⁻⁶	1,3 x x10 ⁻⁶

Olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar natijasiga ko'ra, yuqori voltli chinni tayyorlashda tarkibdagi dala shpatiga alohida e'tibor berish lozim. Chunki dala shpati tarkibidagi slyudalar g'ovaklar hosil bo'lishiga olib kelib, izolatorlarning dielektrik ko'rsatkichlari va mustahkamligini pasaytiradi. Kaliyli dala shpatini ishlatishni natriyli dala shpati-albitga nisbatan bir qator afzalliklari bor. Masalan, 11,62 % K_2O va 0,32 % Na_2O tarkibli dala shpati 10,18 % Na_2O va 3,55 % K_2O tarkibli dala shpati o'miga ishlatilsa natija yaxshi bo'ladi. Bu holda kaolin-28, tuproq-19, kvars qumi-20, dala shpati-33 % ni tashkil etadi.

Izolatorlarning xossalariga shakllashdan avval massaga ishlov berish jarayoni alohida ta'sir etadi. Bu jarayon massamyalkada vakuumlash bilan olib boriladi. Massani vakuumlashning shakllash xossalariga (bog'lovchilikka), qurigan buyum mustahkamligiga, uradigan kuchlanishga, pishgan buyum mustahkamligiga ta'siri quyidagi jadvalda keltirilgan.

Massani qayta ishlash usullarining izolator xossalariga ta'siri

64-jadval

Qayta ishlash usuli	Quruq namunalar mustahkamligi (yorishga) kg/sm^2	Pishgan namunalar				
		Mustahkamlik chegarasi				
		ezishga, kg/sm^2	Yorishga kg/sm^2	statik egishga $kg. sm/sm^2$	urib egishga kg/sm^2	uruvchi kuchlanish, kv/mm
Choparlar (massamyalka)	3,5	2920	208	549	1,8	16,6
Vakuumlash	4,83	3790	237	611	2,21	18,2
Vakuumlash, dastlab isitish bilan	6,26	3815	253	659	2,47	18,5

79-§. Shakllash

Massaning shakllash xususiyatlari va tayyor mahsulot xossasi suyuq massani filtr presslashdan oldin 90°C temperaturada sutka davomida isitish, so'ngra qovushqoq massani vakuumlashda yaxshi natija beradi.

Qovushqoq massadan izolator shakllash. Shtirli izolatorlarni shakllashda bir shpindelli stanokda gips qoliplarda po'lat shablon

yordamida qoliplanadi. Ba'zi korxonalarda shtirli va osiluvchi izolatorlar qaynoq aylanma shtempel yordamida qoliplanadi. Gips qoliplarning mustahkamligini oshirish uchun qaynoq pressni gips qoliplari temir halqalar bilan tortiladi. Massani xossalariga qarab, shtempelni optimal temperaturasi 110–140°C oralig'ida, massa namligi esa 23–24 %.

Telefon-telegraf izolatorlari ishlab chiqarishni mexanizatsiyalashda kam namlikka ega qovushqoq massani aylanma shtempel yordamida po'lat qoliplarda shakllash keng o'rin olgan. Shtempel massaga yopishmasligi uchun yog'lanadi. Shtirli izolatorlar ishlab chiqarish uchun asosiy jihoz quyidagi unumdorlikka ega: zagotovkani jihozlash avtomati-3750 dona; shakllash yarim avtomati-450–500 dona, «Tyuringiya» quritgichi - 2000 dona, sirlash karusel yarim avtomati - 1500 dona.

Shakllash, quritish, ishlov berish uchun uzluksiz avtomatlashgan liniyaning texnik xarakteristikasi:

Unumdorlik, dona/soat.....	165
Chinni massa namligi, %.....	19-20
Birinchi quritishdagi namlik	17-18 %
Davomiyligi, soat.....	2
Oxirgi quritish, 0,5 % namlikkacha, soat.....	12
Avtomat liniya o'lchamlari, m	
uzunligi.....	53
eni.....	6,23
bo'yi.....	5,15

Kukunsimon massadan izolatorlar presslash. Past voltli elektrotexnik chinni va boshqa o'lchami aniq bo'lishi zarur buyumlar, shuningdek, murakkab formaga ega mahsulotlar kukunsimon massadan qo'lda presslash yoki avtomatdan presslanadi.

Presslangan buyum press-formadan yaxshi ko'chishi uchun massaga 12–14% suv va 3–5 % organik qo'shimchalar qo'shiladi.

Elektrotexnik buyumlarning o'lchami aniq bo'lishi eng asosiy talablardan biridir, chunki ular o'lchami metall detallar o'lchamiga aniq mos tushishi kerak.

Qobirg'ali izolatorlarni charxlash. Charxlash yo'li bilan tayyorlanuvchi yirik gabaritli izolatorlar 18 % namlikka ega massadan shakllanadi, chunki transportirovka va qayta ishlov berishda yuqori namlikka ega izolatorlar deformatsiyaga uchraydi.

Qobirg'ali IP-518, SP-110 izolatorlar vertikal avtomat stanoklarda charxlanadilar.

Charxlash stanogi texnik xarakteristikasi:

Izolatorning eng katta diametri, mm - 400

Izolator kesuvchining gorizontal yurishi - 100

Izolatorning balandligi - 2000

Plan shaybaning aylanish soni, 1 min. da - 74-444

Kesuvchini berish tezligi, mm/min:

dastlabki protochka - 269-300

kopirka bilan charxlash 122-1164

kesuvchi qayta yurishi 61-550

Asosiy o'lchami, mm:

uzunligi 1500

eni 1700

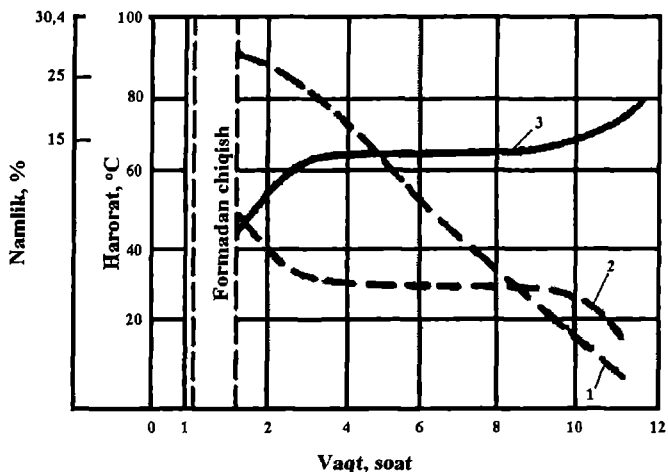
balandligi 3500

80-§. Izolatorlarni quritish va kuydirish

Devor qalinligi 50 mm va undan ko'p bo'lgan izolatorlarni quritish yupqa devorli chinnini quritishdan katta farq qiladi. Buyumning chuqur qavatlaridan namlikni bir tekis chiqmasligi massada kuchlanishni yuzaga keltiradi, bu deformatsiyaga, darz hosil bo'lishiga olib keladi. Izolatorlar ishlab chiqarishda havo, ba'zi hollarda yuqori chastotali tokdan foydalaniladi.

Issiq havo yordamida quritish 2 stadiyada: birlamchi-gips formada va formadan chiqarib, ishlov berilgandan so'ng qilinadi. Bunda tunnel, konveyer yoki kamerali quritgichlardan foydalaniladi.

Izolatorlarni yuqori chastotali (10^7 ts) tokda quritish past chastotali tokda quritishdan buyumlarni elektrodalarsiz quritish bilan farq qiladi. Yirik izolatorlarni bunday quritish namlikni yuzaga bir tekisda chiqishiga va parlanishiga yaxshi sharoit yaratadi, lekin elektr energiyaning ko'p sarflanishi iqtisodiy ko'rsatkichlar bo'yicha issiq havo bilan quritishga qaraganda 4-5 baravar qimmatga tushadi.



61-rasm. Formadan chiqqan shtirli izolyatorlarni quritish rejasi:
1-buyumdan namlikni yo'qotishi; 2 issiqlik yurituvchini nisbiy
namligi; 3-issiqlik yurituvchini temperaturasi.

Yuqori chastotali tokda quritish jarayonining tavsiflanishi

65-jadval

Buyum- ning boshlan- g'ich namligi, %	Tajribaning davomiyligi soat, min.	Yuqori va pastda havo qatlami qalinligi, mm	Massani isitish tempera- turalari, grad.	Tajriba vaqtida namlik yo'qoli- shi, %	1 kg namlik parlanishi uchun energiyani solishtirma sarflanishi, kvt/soat
29,6	4-15	175	48	11,30	11,8
29,0	4-15	290	71	16,65	8,5
29,3	3-00	15	98	22,10	5,7

Elektrotexnik chinni aylanma ikki qavatli gornli pechlarda va uzluksiz ishlovchi tunnel pechlarda kuydiriladi. Gornli pechlarda qattiq yoqilg'i ishlatilganda izolyatorlar kapsellarda pishiriladi.

Tunnel pechlarda buyumlar kapselsiz yoki yarim ochiq kapselda kuydiriladi.

Elektrotexnik chinni sohasini rivojiga O'zbekiston olimlari, shu jumladan, texnika fanlari doktori, professor Abdullayeva Raisa [16] katta hissa qo'shdi. Olima tomonidan bu sohada qilingan muhim ishlar qatoriga kiradi:

1. Tuproq, kaolin, kvars, pegmatit, leykokratli granit, bentonit, kuydirilgan kaolin, spodumenli konsentrat, kremniy va glinozyomli sanoat chiqindisi asosida yuqori voltli elektrotexnika chinnisi massasining tarkibi va tayyorlash texnologiyasi ishlab chiqildi.

2. Texnik glinozyom, bentonit va boshqa komponentlar asosida mexanik qattiqligi va dielektrik xususiyatlarning yuqoriligi bilan ajralib turuvchi elektrotexnika chinni olingan. Ishlab chiqilgan massaning 1573–1623 K oralig'ida pishishi va mullit, korund va shishasimon fazadan tashkil topganligi aniqlangan.

3. Spodumenli konsentrat asosida issiqlikka chidamliligi yuqori bo'lgan yuqori voltli elektrotexnika buyumlari olish mumkinligi va bunday buyumlar tarkibiga beta-glinozyom, kvarts, mullit va shishasimon faza kirishi zamonaviy tadqiqotlar natijasida o'z tasdig'ini topdi.

4. Ishlab chiqilgan tarkib texnologiyalar asosida VMG-133 m izolatorlari, B-117-3505121-E 2NSh 899.022 rusumdagi mashinalarni yopish uchun izolatorlar, PS-76-10 OM T2 reostatlar, IOS-10-2000 tipidagi izolatorlar, sharli tegirmon uchun glinozyom sharlar, issiqlik agregatlari uchun yuqori glinozyomli tagliklar olish bo'yicha harakatlar ishlab chiqildi va ishlab chiqarish korxonalariga katta samaradorlik asosida tatbiq etish topshirildi.

Mavzu bo'yicha nazorat savolari

1. Elektrotexnik chinnining asosiy xossalari.
2. Elektrotexnik chinni olish uchun massa tarkibi.
3. Izolatorlar ishlab chiqarishda massaga ishlov berish jarayoni.
4. Izolatorlarni shakllash usullari.
5. Izolatorlarni shakllashda qo'llaniladigan jihozlar.
6. Qovushqoq massadan izolator shakllashda massa namligi.
7. Izolatorlarni yuqori chastotali tokda quritish jarayoni.
8. Elektrotexnik chinni buyumlarini kuydirish temperaturasi.
9. Elektrotexnik chinnini kuydirishda sodir bo'ladigan fizik-kimyoviy jarayonlar.

10. Elektrotexnika chinnisiga qo'yiladigan Davlat andozalarining talablari.

Tayanch so'z va iboralar

Izolator, past voltli, yuqori voltli, dielektrik yo'qotish, uradigan kuchlanish, solishtirma elektr o'tkazuvchanlik, shtirli izolatorlar, telefon-telegraf izolatorlari, qobirg'ali izolatorlar, yuqori chastotali tok, past chastotali tok.

**19-bob. KISLORODSIZ QIYIN SUYUQLANADIGAN
BIRIKMALAR ASOSIDAGI KERAMIKA**

**81-§. Kislorodsiz qiyin suyuqlanadigan birikmalarning
sinflanishi va xossalari**

Qiyin suyuqlanadigan kislorodsiz birikmalarga ba'zi metallarni nometallar bilan umumiy formulasi MeX , aniqrog'i uglerod, azot, bor, kremniy, oltingugurt bilan birikmalari kiradi (66-jadval). Metallmasni turiga qarab, ular karbidlar (umumiy formulasi MeC), nitridlar (MeN), boridlar (MeB), silitsidlar ($MeSi$) va sulfidlar (MeS) ga bo'linadi. Bu birikmalarda Me davriy sistemadagi IV, V, va VI gruppaga tugallanmagan elektron qobiqli metallardir.

**Ba'zi bir kislorodsiz birikmalarning $^{\circ}C$ da berilgan erish
temperaturalari**

66-jadval

Metall	Birikma turi			
	MeC karbidlar	MeN nitridlar	MeB Boridlar	MeSi silitsidlar
Kremniy	2700 (parchalanish)			
Titan	3140	2950	2980	1540
Sirkoniy	3530	2980	3040	1700
Tantal	3880	3090	3100	2200
Vanadiy	2830	2050	2100	-
Volfram	2600 (parchalanish)		2300	2165
Gafniy	3900	3310	3250	-

66-jadvaldan shu narsa ma'lum bo'ldiki, eng yuqori haroratda suyuqlanadigan kimyoviy birikmalarga karbidlar (masalan, HfC -3900 $^{\circ}C$, TaC -3880 $^{\circ}C$), nitridlar bu jihatdan ikkinchi o'rinda, boridlar – uchinchi va nihoyat silitsidlar to'rtinchi o'rinda turadi. Har bir birikma turi (masalan, karbidlar) ichida esa davriy sistemada joylashgan

elementlarning atom nomerlari o'sishiga qarab erish haroratiga oid nuqta kattalashib boradi.

Silitsidlar eruvchanligi bo'yicha karbid, nitrid va boridlarga nisbatan ustun bo'lmasa ham mineral kislotalar (ftor vodorodning suvda eritilgan zaharli eritmasidan tashqari) ga turg'unlik bo'yicha tanhodir. Yuqori haroratda ularning yuzalarida dioksid kremniyli plyonka hosil bo'lishi tufayli havoda issiqlikka chidamliliklari nihoyatda yuqori bo'ladi.

Boridlar suyuqlanuvchanligi bo'yicha o'rta pog'onani egallab turadi, shu bilan birga ular yuqori elektr o'tkazuvchanliklari bilan ajralib turadi.

Nitridlar uchun xarakterli xossalalar – yuqori haroratda eruvchanlik, kimyoviy turg'unlik, issiqlikka chidamlilik va yaxshi dielektrik xususiyatlarga ega ekanligi.

Agar qiyin suyuqlanadigan birikma ikkita nometalldan iborat bo'lsa, masalan, VN yoki Si_3N_4 , ularni «nometall» kislorodsiz birikma deyiladi.

Kristall panjara tuzilishiga ko'ra qiyin suyuqlanadigan kislorodsiz birikmalar ikkita katta sinfga bo'linadi.

Birinchi sinfga metallarga xos tuzilishga ega bo'lgan birikmalar kiradi, ya'ni bu tuzilishga metall atomlari metallarga xos bo'lgan kubli yoki geksagonal kristall panjaralarni hosil qiladi. Nometall atomlarni metall atomlari orasidagi oktaedrik yoki tetraedrik bo'shliqni tashkil etadi. Bunday tuzilishga ega moddalar metallarga xos xossalarni, ya'ni yuqori elektr o'tkazuvchanlik va issiqlik o'tkazuvchanlikni namoyon etadi, shuningdek, tashqi ko'rinishidan metallarni eslatadi.

Ikkinchi sinf qiyin suyuqlanadigan birikmalarga murakkab va turli tuzilishga, asosan zanjirsimon va qavatli turga kiruvchi moddalar kiradi. Bu sinfga boridlar (HfB_2) ba'zi karbidlar (SiC) va nitridlar (BN , AlN va boshqalar) kiradi.

Qiyin suyuqlanadigan birikmalarni tuzilish turlari metall atomi radiusini r_{ms} nometall atomi radiusiga r_x nisbatiga bog'liqdir. Xegg qoidasiga ko'ra: $r_{\text{me}}: r_x > 1,7$ yoki $r_x: r_{\text{me}} < 0,59$ nisbatida metallarga xos tuzilish, 1,7 dan kam bo'lsa, murakkab kristall panjara tuzilishi hosil bo'ladi.

Qiyin suyuqlanadigan kislorodsiz birikmalar bir qator qimmatli, o'ziga xos xossalarga ega. Ular o'ta yuqori temperaturada eriydi yoki ajraladi, ulardan ba'zilar qattiqlik va mustahkamlikka ega, ba'zi birikmalari yuqori kimyoviy mustahkamlikka egadirlar. Shuningdek,

dielektriklar, yarimo'tkazgichlar va magnit xossalari ega birikmalar ham bor. Bu birikmalarni ko'pchilik qismi, asosan metall tuzilishga ega birikmalar, yuqori mustahkamligi va qattiqligi, yuqori temperaturada erishi sababli, reaktiv, raketa texnikasida yuqori temperaturada ishlovchi qurilmalarda ishlatiladi. Shuningdek, ko'pchilik turlari metall kompozitsiyalarda olovbardosh komponent sifatida (kermetlar) ishlatiladi.

82 -§. Karbidlar asosida mahsulot ishlab chiqarish

Karbidlar – metallarni uglerod bilan bergan (MeC) birikmalaridir. Ular yuqori temperaturada suyuqlanishlari bilan ajralib turadi. Barcha nometall kislorodsiz birikmalar ichida eng yuqori suyuqlanish temperaturasi gafniy karbidi HfC (3887°C) va tantal karbidi TaS (3877°C) ga tegishli. Maos shkalasida ularning qattiqligi (9,5 gacha) boradi, masalan, bor karbidi olmosdan keyingi o'rinda turadi. Karbidlarning kristall tuzilishi turlicha. Masalan, TiC, ZrC, HfC, NbC, TaC metallarga xos kub panjaraga ega. Bu karbidlar qattiq qotishmalar ishlab chiqarishda, reaktiv texnikada, atom reaktorlarda, kermetlar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Ba'zi karbidlar murakkab tuzilishga ega, bunday karbidlarga kremniy karbidi - SiC kiradi.

Hozirgi kunda karbidlarning ko'p turlari sun'iy yo'l bilan olingan. Ulardan ba'zilarini olinishi, xossalari va ishlatilishi bilan tanishtiriladi.

Be₂C – kovalent kimyoviy bog'lanishga ega bo'lgan va kub sistemasida kristallanadigan uglerodning berilliy bilan hosil qilgan birikmasi. U berilliy oksidini ko'mir termik qaytarish usuli orqali 2180 K da vakuumda sintez qilingan. Tegishli buyumlar olishda berilliy karbidi vodorodli muhitda issiq presslanadi. Ular issiqqa chidamli bo'lib, yadro qurilmalarida neytronlarni sekinlashtiruvchi, avia- va raketa ishlab chiqarishda yengil konstruksion material sifatida ishlatiladi.

B₄C trigonal sistemada kristallanadigan, yarimo'tkazuvchanlik xususiyatlariga ega bo'lgan, kovalent kimyoviy bog'li, uglerodning bor bilan hosil qilgan karbidi. U o'ta yuqori qattiqlikka (mikroqattiqligi olmosdan biroz past $5 \cdot 10^4$ MPa), yuqori erish nuqtasi va kimyoviy barqarorlikka ega. B₄C elementlarni to'g'ridan-to'g'ri reaksiyaga kiritish yoki bor oksidini ko'mir termik qaytarilish reaksiyasi orqali olinadi. Bor karbidi abraziv materiali, qattiq qotishmaning tarkibiy qismi va atom reaktorlarining sterjenlarini yasashda ish beradi.

VC – kubik singoniyaga ega. U o'ta yuqori qattqlik va yuqori haroratda eruvchanligi bilan ajralib turadi. Vanadiy oksidini ko'mir termik qaytarilishi reaksiyasi orqali olinadi. Qattiq qotishmalar olishda ishlatiladi. WC – uglerodning volfram bilan hosil qilgan birikmasi. U geksagonal panjaraga ega bo'lib, yuqori qattqlik va qiyin eruvchanlik kabi xossalarga ega. Bu moddani elementlari yuqori haroratda qaytarilish muhitida sintez qilish mumkin. Ular asosida kesuvchi instrumentlar, qattiq qotishmalar olish mumkin.

HfS – uglerodning gafniy elementi bilan bergan metallik elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan va kub panjarali singoniyaga ega bo'lgan birikmasi. U eruvchanlikning yuqoriligi bo'yicha barcha kimyoviy moddalar ichida ikkinchi o'rinda turadi. Qattqligi o'ta yuqori (mikroqattqligi $2,7 \cdot 10^4$ MPa), kimyoviy turg'un. Uch usulda - elementlarni to'g'ridan-to'g'ri biriktirish, gafniy dioksidini ko'mir termik qaytarish va pargazm fazadan cho'kmaga tushirish orqali olinadi. Undan qaynoq presslash orqali olovbardosh tigellar va boshqalar yasaladi.

NbC – uglerodning niobiy elementi bilan bergan va kub sistemasida kristallangan birikmasi. U yuqori qattqlik, qiyin eruvchanlik va kimyoviy barqarorligi bilan boshqa karbidlardan ajralib turadi. U 2100 K li haroratda, vodorodli muhit yoki vakuumda niobiy oksidini ko'mir bilan termik qaytarish usulida sintez qilinadi. Niobiyl buyumlar issiq presslash yoki reaksiya pishirish usullarida shakllanadi. NbC dan tayyorlangan buyumlar metallarni quyishda, volfram karbidi bilan birgalikda olingan qattiq qotishmalari mashinasozlik sohasida ishlatiladi. Yana NbC dan qaytarilish va neytral atmosferalarda ishlovchi va o'ta yuqori harorat beruvchi elektr isitgichlar yasaladi.

TaC – uglerodning tantal bilan hosil qilgan, kub sistemasida kristallanuvchi, barcha karbidlar ichida eng yuqori eruvchanlik nuqtasiga ega bo'lgan birikmasi. Uning gafniy karbidi bilan hosil qilgan $Ta_{0,8}Hf_{0,2}C$ qotishmasi barcha kimyoviy birikmalar ichida eng qiyin suyuqlanuvchi modda hisoblanadi. U tantal oksidini 1800 K da karbotermik qaytarilishi, elementlarni presslab qizdirish, pargaz fazadan cho'kmaga tushirish, o'zi tarqaladigan yuqori haroratli sintez (ekzotermik kimyoviy reaksiya orqali) va plazmokimyoviy sintez orqali olinadi. Tantal karbidi yuqori harorat beruvchi elektr qizdirgichlar, metallarni quyish lodochka va tigellar, yadro texnikasining issiqqa chidamli qobig'lari yasashda ishlatiladi.

TiC – titanning uglerod bilan bergan birikmasi. Unda metall bog‘lanish mavjud bo‘lib, kristall panjarasi kub singoniyaga mansub. Qiyin eruvchan, kimyoviy barqaror, metall bog‘lanishli karbidlar ichida eng katta qattqlikka ega. Dioksid titanni qaytarilish reaksiyasi, elementlarni temir ishtirokida 3200 K da qizdirish, pargazli fazadan cho‘kma olish va boshqa ma’lum bo‘lgan usullar orqali sintez qilinadi. Titan karbididan buyumlar olish uch usulda amalga oshiriladi: 1) keramika texnologiyasi bo‘yicha zagatovkalarni pishirish; 2) shliker quyish; 3) issiq presslash. U yer osti va usti kameralari, kesuvchi jihozlar, ishqalanishga chidamli detallar olishda ishlatiladi.

Cr_3C_2 1870 K da xrom oksididan qaytarilish reaksiyasi orqali sintez qilinadi. Undan buyumlar ishlab chiqarish issiq presslash, qizdirish va boshqa usullarda amalga oshiriladi. Undan oksidlanish muhitida ishlay oladigan qattiq qotishmalar, podshipniklar, etalon plitkalar, press-formalar, shtamplar, zichlagichlar va boshqa texnika detallarini olinadi.

ZrC – uglerodning sirkoniy bilan hosil qilgan, kub sistemasida kristallanadigan, yuqori qattqlik va o‘ta qiyin eruvchanlikka ega bo‘lgan kimyoviy turg‘un karbid. Ularning sintezi hozirgi kungacha mavjud bo‘lgan barcha usullar orqali amalga oshirilishi mumkin. Sirkoniy karbididan abrazivlar, kuchli katodlar, yadro reaktorlarining yopilmalari yasaladi.

MoC va Mo_2C – uglerod elementining molibden bilan hosil qilgan birikmalari. Ular qiyin eruvchan, yuqori qattqlikka egadirlar. Birikmalar vodorodli muhitda elementlarni reaksiyaga kiritish orqali olinadi. MoC 2200 Kda, Mo_2C 1700-1800 K keskin sovutish orqali. Ular volfram va titanli qattiq qotishmalar olishda qo‘shiladi.

ThC va ThC_2 – birikmalarini erish nuqtalari 2930 K atrofida. Toriy radiaktiv element bo‘lgani uchun uni ishlab chiqarish, xossalarni o‘rganish va joriy etishda ehtiyot choralarini ko‘rish zarur.

UC va UC_2 – uglerodning uranli birikmalari. Erish nuqtalari 2600 K atrofida. Dioksid uran va qurum (qora kuya) asosida sintez qilinadi. Buyumlar esa uning kukunini issiq presslash yoki qaytarilish muhitida qizdirib zichlash orqali olinadi. Ular U^{235} singari yadro yoqilg‘isi sifatida ishlatilishi mumkin.

SiC – kremniy karbidi, ya’ni karborund tabiatda juda kam uchraydi. Stexiometrik tarkibi: 70,045% Si va 29,055% S. Texnik karbid kremniy katta miqdorda elektr pechlarda kvars qumini uglerod bilan qaytarilishidan olinadi.

Xomashyo va texnologik jarayonga ko'ra kremniy karbidi rangsiz, yashil va qora rangda bo'ladi. Toza karborund rangsiz bo'ladi, tarkibida kremniy miqdori oshib ketsa, yashil uglerodni ortiqligi– qora rangni beradi.

Sanoatda toza karborund olish mushkul, karborund tarkibida aralashmalar miqdori 1–5% ni tashkil etadi va uni ikki turi ishlab chiqariladi. Bular bir-biri bilan tarkibi va xossalari orqali farq qiladi.

Karborundning kimyoviy tarkibi, % larda

67-jadval

Karbo- rund	SiC	Si	C	Al	Fe	Ca	Mg	SiO ₂	Jami
Yashil	98.0 2	0.95	0.06	0.31	0.22			0.55	100.11
Qora	97.4 2	0.71	0.49	0.15	0.11	0.17	0.09	0.82	99.96

Kremniy karbidi 2 xil modifikatsiyada (α va β) bo'ladi. α modifikatsiyasi murakkab geksagonal tuzilishga ega. β -SiC ni α -SiC ga o'tishi 2100°C da boshlanadi. 2400°C da bu jarayon tezlashadi. 1950–2000°C gacha kubli modifikatsiya hosil bo'ladi, undan yuqori temperaturada geksagonal modifikatsiya.

Kremniy karbidi quyidagi xossalarga ega:

Haqiqiy zichligi, g/sm ³	3,21
Tuyuluvchan zichligi, g/sm ³	2,7-3,15
Moos shkalasi bo'yicha qattiqligi	9,2-9,5
Mikroqattiqligi, MPa	 300-400
Mustahkamligi, MPa	
Siqilishiga	 2250
Egilishga	155
200–1400°C da issiqlik	
o'tkazuvchanligi, Vt/(m K)	16-20
Chiziqli kengayish	
koeffitsiyenti 20–1000°Cda	 5,2·10 ⁻⁶

Kremniy karbidi elektrofizik xossalardan solishtirma hajmiy qarshilikka (1000–1500°C oraligida) ega. Shu xossasiga ko'ra kremniy

karbidi elektr isitish qarshiligi ishlab chiqarishda material sifatida ishlatiladi. Karbiddan tayyorlangan elektr isitish qarshiliklari termistorlar deyiladi, ya'ni bu materiallar o'z elektr qarshiliklarini isish yoki sovish ta'sirida o'zgartiradi. Karbidkremniyli isitish materiallari keramika sanoatida mahsulotlarni 1450°C gacha kuydirishda ishlatiladi. Ular sterjen yoki trubka ko'rinishida bo'ladi. Bundan tashqari, ular konstruksion material sifatida raketa texnikasida ishlatiladi.

Barcha karbidlarning raqamlari ularni qaysi texnologiya bilan olinganiga bog'liq. Gazli fazadan olinsa bir raqam, keramika texnologiyasi bilan olinsa undan boshqacharoq raqam chiqishi mumkin. (68-jadval). Ko'p holatlarda raqamlar bir-biriga yaqin turadi.

**Gaz fazali (surat) va keramika texnologiyasili
(maxraj) usullarida sintez qilingan
karbidlarning xossalari**

68-jadval

Xossa	Titan karbidi	Sirkoniy karbidi	Kremniy karbidi
Zichlik, g/sm ³	4,90/4,16	6,85/6,80	3,20/3,18
Mikroqattqlik, HV, GPa	31/30	31/27	31/30
Mustahkamligi, MPa, T da, °S:			
20	120**/400**	520**/1200**	500**/700*
1000		480**/400**	400**/400*
1700		320**/80**	400*/160*
2000	93**/30**	-	-
IKK, 10 ⁻⁶ , °S ⁻¹ , T da, °S:			
1000	7,6/7,7	6,2/6,6	4,4/4,3
1500	8,5/8,3	7,4/7,0	4,9/-
2000	8,8/8,8	7,9/7,2	6,0/5,0
Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, λ , W/(m·K), T da, °S:			
20	-/15,0	21,0/35,0	46,5/-
1000	13,5/5,8	14,0/-	40,0/29,0
1500		11,6/15,0	
2000	-	9,0	-

*Siqilishdagi mustahkamlik;
chegarasi.

**Cho'zilishdagi mustahkamlik

83-§. Nitridlar asosida mahsulot ishlab chiqarish

Nitridlar – metallar yoki nometallarni azot bilan umumiy formulasi

$M_p \cdot N_m$ bo'lgan birikmalaridir. Nitridlar suvga, kislotalarga va ishqorlarga beqarordirlar, shuning uchun ularni ishlatish chegaralangan. Nitridlar sun'iy materiallardir. Mayda dispers metall kukuni 1800–1900°C gacha azot muhitida qizdirilsa, azotlanish ro'y beradi, natijada nitrid hosil bo'ladi.

Bor nitridi NB – azot bilan borning birikmasidir. Suyuqlanish temperaturasi 3000°C (azot bosimi ostida), zichligi 2,2–2,35 g/sm³ Uchta modifikatsiyali: α -BN geksagonal, β -BN kub formulasida va γ -BN-geksagonal singoniyada kristallanadi. Ko'proq α -formulasi o'rganilgan va bu forma keramik mahsulot ishlab chiqarishda qo'llaniladi. α -BN yumshoq, grafitimon modda. Geksagonal BN tuzilishi jihatidan grafitga o'xshaydi, shu tufayli bor nitridini «oq grafit» yoki «oq kuya» deb ataladi. Past bosimda olinadigan α -BN qattiqligi kichik. Moos shkalasida oxiridan 2-o'rinda turadi. BN bor kislotasi yoki bor angidridini ammiak bilan 900–1200°C da azotlash usuli bilan olish mumkin.

Kristall panjara tuzilishi BN ni yuqori dielektrik xossalari namoyon qilishga olib keladi. Yuqori olovbardoshlik, kimyoviy inertlik, issiqlikka chidamlilik bilan bir qatorda bor nitridi elektr himoyalovchi xossalari jihati bilan texnika sanoatida perspektiv material hisoblanadi.

β -BN va γ -BN lar yuqori bosim ostida sintez qilinadi. Ular o'ta qattiq materiallar bo'lib, abraziv, instrumental keramika va kesuvchi keramika buyumlar olishda ishlatiladi.

Alyuminiy nitridi – AlN. Tabiatda uchramaydi, uni sun'iy yo'l bilan olinadi. Vyurtsit tipli geksagonal singoniyada kristallanadi. Modifikatsion o'zgarishlari yo'q, zichligi 3,12–3,27 g/sm³, suyuqlanish temperaturasi 2400°C, qattiqligi Moos shkalasi bo'yicha 9. Alyuminiy nitridi yuqori elektr qarshiligi (dielektrik o'tkazuvchanligi 8 atrofida) va mustahkamlikka ega. Agressiv muhitda kimyoviy chidamliligi maxsus xizmatlar uchun keramik mahsulot ishlab chiqarishga qo'llashda xizmat qiladi.

AlN ko'p usullarda olinadi, asosiy usullardan biri alyuminiy 800–1200°C temperaturada azotlash yoki alyuminiy oksidini azotlanish jarayonida qaytarilish yo'li bilan.

Alyuminiy nitrididan olinuvchi mahsulotlar presslash yoki quyma usulda azot muhitida 1900°C temperaturada kuydiriladi. Al kukuniga

10% gacha alyuminiy upasi qo'shiladi, bu azotlanish jarayonida AlN hosil bo'lishida yaxshi bog'lovchi bo'ladi. Bu jarayonda reaksiya pishish qisman ishtirok etadi.

Kremniy nitridi – Si_3N_4 . Keramika texnologiyasida past haroratli geksagonal singoniyali $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ ishlatiladi. Zichligi $3,19 \text{ g/sm}^3$, qattiqligi Rokvell shkalasi bo'yicha 99, barcha kislotalarga barqaror. Si_3N_4 - reaksiya pishish yo'li bilan BN bilan AlN singari sun'iy yo'l bilan olinadi. Kremniy nitridi – yaxshi dielektrik hisoblanadi, Si_3N_4 a'lo darajadagi antikorrozion materialdir.

Past haroratda stabil bo'lgan $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ qizdirilganda o'ziga o'xshash geksagonal singoniyada kristallanadigan $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ ga o'tadi. Uning zichligi $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ zichligiga yaqin.

Si_3N_4 azotli yoki ammiakli muhitda $1300\text{--}1700^\circ \text{C}$ oralig'ida dispers kremniy azotlash orqali hosil bo'ladi. Uni yana ammiak va to'rtxlorli kremniy azotlash orqali hosil bo'ladi. Uni yana ammiak bilan ham hosil qilsa bo'ladi. Plazma kimyoviy usulni ham qo'llash mumkin. Sintez qilingan kukun odatda $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ va $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ aralashmasidan iborat bo'ladi.

Si_3N_4 asosida ishlab chiqarilgan buyumlarning kimyoviy turg'unligi yuqori bo'ladi. Ular issiqqa chidamli va issiqqa barqarordir. Eng muhimi oksidlanish muhitida $1300\text{--}1400^\circ \text{C}$ gacha chidash beradi. Ular asosida gaz turbinli dvigatellarning detallari yasaladi. Ulardan kesuvchi detallar, elektroizolatsion jihozlar yasash mumkin.

Turli usullarda olingan kremniy nitridi xossalari bo'yicha biroz farqlanadi. Bu holatni quyidagi jadvalda keltirilgan raqamlardan ko'rish mumkin.

Gaz fazali va keramika texnologiyalarida sintez qilingan kremniy nitridining xossalari

69-jadval

Xossa	Sintez usuli	
	Gaz fazali	Keramika texnologiyasi
Zichlik, g/sm^3	3,18	3,19
Mikroqattiqligi, NV, GPa	31-38	22,0
Egilish mustahkamligi, MPa	-	650-1000

20 1000 1700		600-1000 100-500
IKK, 10^6 , °S 1000	3,1-3,6	3,1-3,5
Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, λ , $W/(m \cdot K)$ 20 1000	62,8 22,0	30-40 17-22

Kremniy nitridi polikristall va monokristall ko'rinishida sintez qilinishi mumkin. Bu holatlarda ham xossalarida o'zgarishlar kuzatiladi (70-jadval).

Kremniy nitridining mikroqattiqligi

70-jadval

Material	Faza	Donalar o'lchami	Zichlik, g/cm^3	NV_{100} , GPa
Gaz fazali polikristall	Amorf α	10 dan oshiq	2,6 - 2,9 3,18	22,0-32,0 38,0 (I) 31,0 (II)
Monokristall	α α β	1 -	3,18 3,19 3,19	46,0-50,0 45,3 34,8-35,8

Titan nitridi – TiN. Kristall panjarasi – kub. O'ta qiyin eruvchan modda. Kimyoviy turg'unligi yuqori, elektr o'tkazuvchan. TiN metalli titanni azotlash orqali 1300 K atrofida sintez qilinadi. Agar gaz fazali sintez qo'llanilsa, u holda to'rtxlorli titan va ammiak kerak bo'ladi. Titan nitridi kukunlarini issiq presslash orqali elektrlar va qoplamalar olinadi. Uning kukuni kompozitsion material olishda to'ldirgich vazifasini o'taydi.

84-§.Boridlar asosida mahsulot ishlab chiqarish

Boridlar borni metallar bilan bergan birikmalaridir, umumiy formulasi Me_xB_y . Boridlar yuqori suyuqlanish temperaturasi ega:

TiB_2 -2980°C

ZrB_2 -3040°C

TaB_2 -3000°C

HfB_2 -3250°C

Yuqori qattqlikka va yaxshi termik chidamlilikka egadirlar, yuqori temperaturada mustahkamlikni yaxshi saqlaydilar. Boridlar mineral kislotalarga barqarorlar, lekin ishqor ta'sirida ajraladir. Ular oksidlanishga (800–1200°C da) moyil bo'lib, o'z xossalariga ko'ra boridlar kompozitsion material sifatida ishlatiladilar.

Quyida keltirilgan 71 - jadvalda texnikada keng qo'llaniladigan ba'zi bir boridlarning formulasi, olinishi va ishlatilishiga oid ma'lumotlar berilgan.

Ba'zi bir boridlarga oid ma'lumotlar (olinishi, xossalari va ishlatilishi)

71-jadval

Formulasi	Olinishi	Xossalari	Ishlatilishi
HfB_2	Vakuum yoki argonli muhitda 2100° C li haroratda elektrlardan olinadi. Buyumlar qaynoq presslash orqali ishlab chiqariladi.	Boridlar ichida eng yuqori erish nuqtasi -3300° C ga ega.	Elektr isitgich, rezistor kabilar yasaladi.
TaB_2 Geksagonal singoniyali	1700–1800° C da vakuumda bor karbidi B_4C bilan qora kuya aralashmasidan, 1220 ° C dan Ta_2O_5 eritmasi va litiy tetraboratidan. Ta	Yuqori qiyin eruvchanlik, kimyoviy turg'unlik, issiqqa chidamlilik.	Gaz turbinalari va reaktiv dvigatellarning qismlari.

	va B elementlaridan. Undan buyumlar qaynoq presslash usulida olinadi.		
TiB ₂	Elementlaridan sintez, 1700° C da vakuumda TiO ₂ va bor karbidini B ₄ C qizdirish orqali. Texnikada detallar olish uchun issiq presslash usuli ishlatiladi	Erish nuqtasi 3250 ° C atrofida	Gaz turbinalari, reaktiv dvigatellarning qismlari, ishqalanishga chidamli buyumlar ishlab chiqarishda, tigel va lodochkalar, kema qobig'lari va qoplamalari yasashda
ZrB ₂	Elementlaridan sintez, sirkonit dioksidi va floridlar eritmasi aralashmasidan. Buyumlar olish – vakuum yoki qaytarilish muhitida zagotovkalarni pishirish, kukunlarni grafitli press qoliplarda issiq presslash orqali	Erish nuqtasi 3330 ° C atrofida	Termopara g'illoflari, reaktiv aviatsion dvigatellarning detallari olishda.
W ₂ B WB WB ₂	Volfram va borni vakuum yoki argonli muhitda 2300° C da qizdirish yo'li bilan. Detallar	Suyuqlanish haroratlari 3000° C dan yuqori, yuqori qattqlik, kimyoviy turg'unlik. WB ₂	Yuqori qattqlikka egaligi tufayli abraziv materiallar sifatida

	yasash-issiq presslash metodi orqali.	boridlar ichida eng katta qattiqlikka ega.	ishlatiladi.
MeB ₄ MeB ₆ (Me – Y, Se lantanoidlar)	Vakuum yoki qaytarilish muhitda siyrak-yer elementlari bilan bor termik qaytarilish, elementlardan to'g'ridan-to'g'ri sintez, plazma kimyoviy sintez. Buyumlar qaynoq presslash usulida olinadi.	Metalli tipli elektr o'tkazuvchanlik, qiyin suyuqlanish.	Termoemission material, rezistiv qalin plyonkali pastalarning tok o'tkazuvchi komponenti sifatida
MeB ₆ (Me – Mg, Ca, Sr va Ba)	Shu kungacha ma'lum bo'lgan barcha usullarda sintez qilinadi.	Qiyin suyuqlanuvchan moddalar, yaxshi elektr o'tkazuvchanlik, termoemission xossa va boshqalar	Ular siyrak-yer elementi boridlari bilan birgalikda ishlatiladi

85-§. Silitsidlar asosida mahsulot ishlab chiqarish

Silitsidlar – kremniy elementining metallar bilan bergan birikmasi. Ular tabiatda uchramaydi. Shu kungacha ma'lum bo'lgan barcha usullar bo'yicha sintez qilinadi.

Ko'p sonli silitsidlar orasida ZrSi₂, TaSi₂, WSi₂ va MoSi₂ lar amaliy ahamiyati bilan ajralib turadi. Yuqori haroratda eruvchanlik niobiy, tantal va volfram silitsidlariga tegishli.

Molibden disilitsidi qavatli strukturaga ega bo'lib, uning ikki qavati kremniy atomlaridan va bir qavati molibden atomlaridan tashkil topgan. MoSi₂ ning erish temperaturasi 2030 °C. Uning siqilishdagi mustahkamlik chegarasi 4000–7000 kg/sm² atrofida. Egilishdagi mustahkamligi juda yuqori: 20°S da 5000, 980°C da 4780, 1100°C da 5970 va 1200°C da 3790 kg/sm² ga teng. Issiqlik o'tkazuvchanligi

0,075 kal/sm·sek·°C, 200-1500°C oralig'idagi issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti $9,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Qattiqligi Vickers bo'yicha 13-15 GPa.

Molibden disilitsidi past elektr qarshiligiga ega. Shu xususiyati tufayli stabil yuqori haroratli isitgich sifatida ishlatish mumkin. Bunday isitgichlar 1700°C gacha haroratni bir necha ming soat berishi mumkin. Ularni 1700°C dan yuqorida ishlatib bo'lmaydi, sababi yuzasini qoplab olgan shisha plyonkasi erib ketadi va natijada MoSi_2 intensiv oksidlana boshlaydi.

Molibden disilitsididan yasalgan buyumlar gaz turbinalarining turakchalari, raketalarining havo haydash trubasi sifatida ishlatiladi. U 2150°C da grafitni kavsharlash, qiyin eruvchan metall yuzasini oksidlanishdan asrovchi qatlam yasashda ham qo'l keladi.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Kislorodsiz qiyin suyuqlanadigan birikmalar deb qanday birikmalarga aytiladi?
2. Kislorodsiz qiyin suyuqlanadigan birikmalarning sinflanishi.
3. Kislorodsiz qiyin suyuqlanadigan birikmalarning xossalari.
4. Karbidlarning asosiy xossalarini keltiring.
5. Karbidlarning ishlatilish sohalari.
6. Nitridlarning asosiy xossalarini keltiring.
7. Nitridlarning ishlatilish sohalari.
8. Boridlar qanday material sifatida ishlatiladilar?
9. Silitsidlarning asosiy xossalarini keltiring.
10. Kislorodsiz qiyin suyuqlanadigan birikmalarning ishlatilish sohalari.

Tayanch so'z va iboralar

Karbidlar, Xegg qoidasi, karborund, nitridlar, alyuminiy nitridi, kremniy nitridi, boridlar, silitsidlar.

TO'RTINCHI QISM. XO'JALIK – KERAMIKA BUYUMLARINING ISHLAB CHIQUARISH TEXNOLOGIYASI

20-bob. XO'JALIK – MAISHIY KERAMIKA BUYUMLARI HAQIDAGI UMUMIY MA'LUMOTLAR

86-§. Nafis keramika ta'rifi va turlari

Ma'lumki keramika buyumlari ikki katta guruh – (zarrachalari tabiati va o'lchamlariga ko'ra) dag'al va nafis keramikaga mansub, qurilish keramikasiga tegishli ko'pgina buyumlar (qurilish g'ishti, kanalizatsiya quvuri, cherepitsa va boshqa) dag'al keramikaning tipik vakillaridir.

Chinni (farfor, forsha fag'fur, eng yaxshi chinni tayyorlangan qadimgi Xitoy viloyatining nomi) – keramikaning nafis turiga kiradi. Kaolin, kvars, dala shpati va boshqa xomashyolar aralashmasidan tayyorlanadigan, suv, gaz, elektr tokini o'tkazmaydigan, o'tga chidamli va jarangdor, suv shimuvchanligi 0–0,5 % bo'lgan mahsulotlar chinni deb ataladi. Chinni massasi – oq loyning eng a'lo navidan tayyorlanadigan sun'iy mineral massa hisoblanadi.

Fayans – shaffof (italyancha- faens, yirik keramika markazi bo'lgan shaharning nomi) sir (glazur) bilan qoplangan keramika bo'lib, uning suv yutuvchanligi 9 dan 21 % gacha bo'ladi. Undan tayyorlangan buyum dag'al chinni nomi bilan atalib, serkovakligi va suvni singdirishi 9–12 % atrofida bo'ladi, shuning uchun ham u sirlanadi. Rangi oqishdan to oqqacha bo'ladi.

Texnika rivoji tufayli chinnining qattiq va yumshoq turlari paydo bo'lgan. Qattiq-yumshoqligi uni tayyorlashda foydalaniladigan xomashyo (massa) tarkibiga bog'liq. Idishlar, texnika va sanoatda ishlatiladigan chinni qattiq, badiiy va bezak chinnilarining mahsulotlari yumshoq. Qattiq chinni yumshog'iga nisbatan chidamli bo'lib, xom - ashyosi tarkibida tuproq ko'proq (50–60%) bo'ladi. Yumshoq chinni tarkibida dala shpati ko'proq bo'ladi va u past haroratda shisha faza hosil qiladi. Shuning uchun yumshoq chinni massasi 1300°C da, qattiq chinni massasi esa 1450°C yetiladi.

Shunday qilib, fayansli, yarim chinni, mayolika (Italiyada mayolika deb bo'g'iq qalayli sir bilan qoplangan tabiiy rangli gildan yasalgan buyumlar tushuniladi) va ularga o'xshash buyumlar g'ovakligi, chertilganda bo'g'iq tovush berishi, sezilarli gaz yutuvchanligi bilan ajralib turadi.

Quyida keltirilgan 72-jadvalda nafis keramika turlari, tarkibi va o'tda pishirishga oid ma'lumotlar keltirilgan.

Chinni, fayans tarkibi va pishirish harorati

72-jadval

Nafis keramika buyumi turi	Xomashyo, %				Kuydirish harorati, °C	
	Kaolin va tuproq	Kvars	Dala shpati	Boshqalar	Utel	Polito y
Qattiq chinni	34-65	12-40	16-30	-	900-1000	1320-1400
Issiqqa chidamli chinni	60-68	10-15	17-30	-	-	1410
Yumshoq chinni	25-50	10-45	30-55	-	900-1000	1200-1250
Past haroratli chinni	41-46	18-30	45-52	-	-	1160-1180
«Parian» yumshoq chinnisi	33-40	-	60-67	-	-	1200-1250
Suyakli chinni	32	15	8	Suyak kuli	1280	1180
Suyak kuli chinnisi*	49	27		Suyak kuli 20, chinni sinig'i 4	850	1250
Fosforitli chinni**	47	27,8	12,2	Sardara fosforiti 13	850	1250

Fosforitli chinni***	25	14	10	Qoratau fosforiti 47, chinni sinig'i 4	850	1250
Xo'jalik yarim chinnisi	45-59	23-30	10-20		1230 1280	1000- 1120
Vitries chayna ****	40-44	33-34	20	Talk 2		1210- 1230
Gilli fayans	78-85	15-20			1230 1250	1150- 1180
Ohakli (yumshoq) fayans	60-75	15-30		Bo'r yoki marmar 10-35	1100 1160	940- 1000
Qattiq yoki dala shpatili fayans	40-60	30-50	5-15		1230 1260	1100- 1150

* - A.A.Ismatov va Sh.N.Muslimova tadqiqotlari bo'yicha (1994 y.)

** - A.A.Ismatov va D.U.Tulyaganov tadqiqotlari bo'yicha (1996 y.)

*** A.A.Ismatov va Sh.M.Abdusattarov tadqiqotlari bo'yicha (1981 y.)

**** - «Vitries chayna» – chinni va yarim chinni oralig'idagi xorijiy mamlakat mahsuloti

72-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida quyidagi xulosalarni aytish mumkin:

1. Barcha xo'jalik – maishiy buyumlar tarkibi asosan uch komponentli gil, kvars va dala shpatidan tashkil topgan. Ularni o'zaro miqdori bir turli buyumdan ikkinchisiga o'tilganda keng diapazonda o'zgarishi mumkin.

2. Ko'pchilik tarkiblarda dala shpati qatnashadi. U pastroq haroratda massada suyuq fazani hosil qiladi. Bu fazada kristallar erkin o'sadi va zich pishuvchan strukturali mahsulotni hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

3. Fayansli massalar – gilli fayans, ohakli fayansda eruvchan qo'shilma (dala shpati) lar yo'q. Shu sababdan pishish oxiriga yetishi qiyin. Natijada buyumlarda anchagina g'ovaklik saqlanib qoladi.

4. Yarim chinni va vitries chaynalar tarkibi bo'yicha chinni va fayans oralig'idagi mahsulotdir. Talk pishuvchanlik haroratini kamaytiradi va mahsulot xossalriga ijobiy ta'sir o'tkazadi.

5. Suyak kuli, Koratau fosforiti, Markaziy qizilqum fosforiti konsentratlari qattiq chinnini yumshoq chinniga aylantiradi, natijada maksimal harorat 1400°C dan 1250°C gacha kamayadi.

6. Qattiq va yumshoq chinni orasidagi tafovut dala shpati va kaolinli xomashyolarning miqdoriga kelib taqaladi. Dala shpatining oshishi va kaolinning kamayishi orqali yumshoq chinni massalariga o'tiladi.

7. Xo'jalik maishiy buyumlar qalinligi kam, shuning uchun ular ikki yoki uch marta kuydirilishlari kerak. Birinchi utel kuydirish vaqtida zagatovkalar mustahkamligi paydo bo'ladi va ularning suv (nam) ga barqarorligi oshadi.

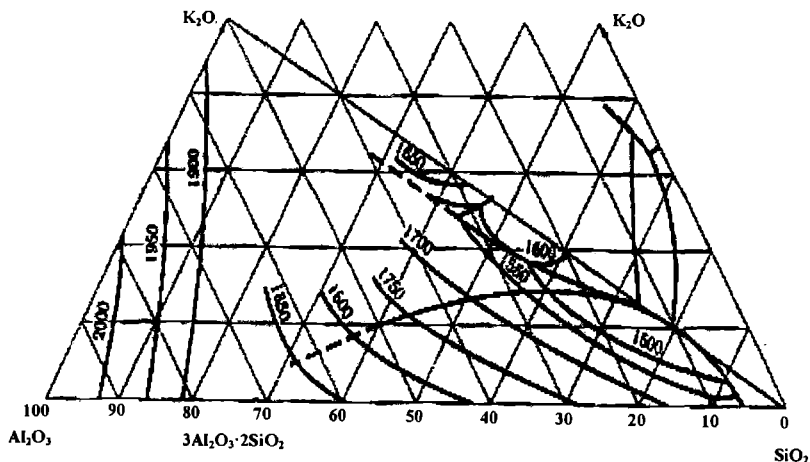
8. Sirlash util va politoy kuydirishlari oralig'ida amalga oshirilishi kerak. Util kudirishdan o'tmagan yupqa tanali buyumlar glazurli suspenziyaga o'rab olingandan so'ng ularning shishishi, chekkalariga oqishi va deformatsiyaga uchrashi mumkin.

Chinni – fayansli buyumlarning optimal massalarini ishlab chiqishda $K_2O - Al_2O_3 - SiO_2$ diagrammasi muhim rol o'ynaydi (62-rasm).

Chinni massalariga tegishli nuqtalar: qattiq xo'jalik chinnilari uchun (mullit kristallanuvchi maydonda) izoterma 1700°C da, 54–65 % shisha fazali; yumshoq, shu jumladan, ko'p kvarsli tarkiblar uchun – 1600–1650°C izotermalar oralig'i (69–78% shisha fazasi), «parian» chinnisi uchun izoterma 1600°C (~80 % shisha).

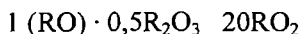
Chinni massalari tarkibini oson tushunish uchun silikat va alyumosilikatlardagi Na_2O , K_2O , MgO va CaO oksidlari (RO) miqdori 1 molga teng deb olinadi. So'ngra ularga to'g'ri keluvchi R_2O_3 va RO_2 lar miqdori topiladi. Natijada chinni molekular formulasi paydo bo'ladi:





62-rasm. $K_2O - Al_2O_3 - SiO_2$ sistemasida ba'zi bir chinni turlarining joylashishi.

Masalan, klassik qattiq chinni massasi 50 % gil, 25 % kvars va 25 % dala shpatidan tashkil topgan. Unga quyidagi molekular formula to'g'ri keladi:



Yuqoridagi formulani chiqarish uchun 73-jadvalda keltirilgan raqamlardan foydalaniladi.

**Chinni massasiga kiruvchi xomashyolar tarkibi haqida
ma'lumotlar**

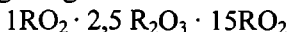
73-jadval

№	Xomashyo nomi va tarkibi	Massadagi tarkibi, %	Oksidlar miqdori, %			
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	H ₂ O
1	Kaolin: SiO ₂ -46,5; Al ₂ O ₃ -36,61; H ₂ O-13,9 %	50	23,25	19,80		6,95
2	Dala shpati: SiO ₂ -64,7; Al ₂ O ₃ -18,4; K ₂ O-16,9 %	25	16,20	4,60	4,23	-
3	Kvars: SiO ₂ -100 %	25	25,00	-	-	-
4	Kuydirilmagan tarkib, %	100	64,45	24,40	4,20	6,95
5	Qizdirilgan tarkib, %	100	69,30	26,20	4,50	-

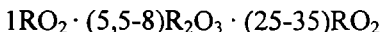
Boshqa misol: gil moddasi – kaolin $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ miqdori 55 %, kvars SiO_2 va dala shpati $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ miqdorlari 22,5 % dan. Bu holda chinnining molekular formulasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Na}_2\text{O} \ 0,303 \\ \text{K}_2\text{O} \ 0,400 \\ \text{MgO} \ 0,069 \\ \text{CaO} \ 0,220 \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \text{Al}_2\text{O}_3 \ 4,704 \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \ 0,038 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{SiO}_2 \ 20,00 \\ \text{TiO}_2 \ 0,061 \end{array} \right.$$

Yumshoq chinni uchun asosiy oksidlar miqdori ko‘p bo‘lganligi tufayli formula quyidagiga to‘g‘ri keladi:



Dala shpatili fayansda gil va kvars ko‘p bo‘lganligi uchun formula biroz o‘zgaradi:



Chinni fayans massalari uchun yana bir ko‘rsatkich bor: kislotaning oz ko‘pligiga oid koeffitsiyent

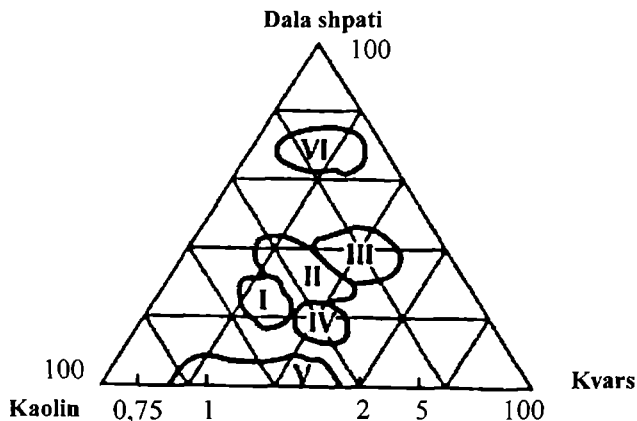
$$\frac{a_4\text{RO}_2}{a_1 \text{R}_2\text{O}_3 + a_2 \text{RO} + 3a_3 \text{R}_2\text{O}_3}$$

bu yerda, a_1 , a_2 , a_3 va a_4 – tegishli oksidlarning moldagi qiymati.

Koeffitsiyent K ning miqdori real massalar uchun 1 va 2 oralig‘ida bo‘ladi. Bu koeffitsiyent qanchalik kichik bo‘lsa, buyumlarning qizdirishga barqarorligi oshiqligidan dalolat beradi. Deformatsiyalanishga layoqati kamayadi va issiqlikka chidamliligi ortadi, ammo tashqi yoritilishi shisha fazasining kamligiga ko‘ra yomonroq bo‘ladi. Zamonaviy xo‘jalik chinnilari uchun $K=1,25-1,65$, yumshoq chinnilar uchun 1,68-1.75 fayans va mayolika uchun $K=1,4-1,5$ ga teng.

K koeffitsiyentining miqdori 2 raqamiga qarab o‘zgarishi keramika jinsining mo‘rtligi oshishi va uni kuydirish vaqtida deformatsiyaga layoqati oshishidan dalolat beradi. Ularga o‘laroq, kislotalik koeffitsiyentning 1 ga intilishi keramika massasining olovga bardoshligi oshishini ko‘rsatadi.

Uch komponentli diagramma «kaolin-dala shpati-kvars» va uning asosida joylashtirilgan kislotali koeffitsiyent chinni turlarini tanlashda katta rol o‘ynaydi. (63-rasm).



**63-rasm. Uch burchakli diagramma «kaolin-dala shpati-kvars»
dagi keramika tarkiblarining kislotali koeffitsiyentga bogʻliqligi:**

**I – qattiq texnika chinnisi; II – xoʻjalik chinnisi; III – elektr
texnika chinnisi; IV – yarim chinni; V – fayans;
VI – stomatologiya chinnisi.**

Chinni, fayans va yarim chinniga oid baʼzi bir xossalar 74-jadvalda keltirilgan. Keltirilgan raqamlar chinni xossalari – siqilish va egilishdagi mustahkamlik yuqori ekanligi, suv yutuvchanlik va gʻovaklik yarim chinni va fayansga nisbatan kam ekanligidan dalolat beradi.

Tipik chinni – fayans buyumlariga xos boʻlgan xossalar

74-jadval

Koʻrsatkich	Buyum turi		
	Chinni	Yarim chinni	Fayans
Zichlik, g/sm ³	2,4-2,5	2-2,2	1,9-1,96
Suv yutuvchanlik, %	0-0,5	3-8	9-12
Gʻovaklik, %	4-8	6-11	12-30
Mustahkamlik, MPa			
Siqilishga	350-700	120-300	60-90
Egilishga	60-140	25-45	13-30

Elastiklik moduli, $\text{kg/sm}^2 \times 10^4$	52,8 – 80	-	-
Zarbiy mustahkamlik, $\text{kg}\cdot\text{sm/sm}^2$	0,9-2,0	-	-
IKChK, $\alpha \cdot 10^6 \cdot \text{grad}$	3,8-6,7	4-5,3	5-8,8
Issiqlik sig'imi, $\text{kal/g}\cdot\text{grad}$	0,19-0,3	-	-
Issiqlik o'tkazuvchanlik, $\text{kal/sm}\cdot\text{sm}^2\cdot\text{sek}\cdot\text{grad}$	2,5-4	-	-
Dielektrik o'tkazuvchanlik	5,2-6	-	-
Teshuvchi kuchlanish, 50 gts kv/mm	25-35	-	-
Hajmiy kuchlanish, 50 gts 20° 300°	$10^{13}-10^{14}$ 10^6-10^7		
Tovush tarqalish tezligi, m/sek	4900-5200	-	-

Chinni-sopol buyumlari ishlab chiqarishda buyumlarning estetik holati-shakli, oqligi, yarqirashi, yoritilishi, dekor sifati katta ahamiyatga ega. Buyumlar oqligi rang beruvchi oksidlar – Fe_2O_3 , TiO_2 tabiati va miqdoriga bog'liq. Ular asosan buyumga gil minerallari orqali (taxminan 80%) kiradi. Rang beruvchi birikmalar miqdori 0,7–1,25% bo'lganida, chinnini oqligi 55–67%, fayansniki esa 80 % bo'ladi.

Chinning yoritilib ko'rinishi buyumlar qalinligi, uning strukturasi va fazaviy tarkibiga bog'liq. Uning oqligi oshishi bilan yoritilishi kamayadi. Chinni yoritilishi shisha faza paydo bo'lishi, unda kvarsni eritilishi va g'ovaklik kamayishi bilan ortib boradi.

Buyumlarning yaltirashi uning yuzasi va sir surtilishiga bog'liq. Sir tarkibida qo'rg'oshin, bariy, stronsiy, sink bo'lishi yarqirashni oshiradi. Buyumlarning kimyoviy va biologik turg'unligi, yuzasining tez va sifatlari tozalanishi ham ijobiy omillarga kiradi.

87-§. Nafis keramika buyumlarini ishlab chiqarish uchun xomashyo materiallarining turlari

Nafis keramika buyumlarini ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan xomashyo materiallari umumiy holda plastik va plastik bo'lmagan turlarga bo'linadi.

Plastik materiallarga tuproq, kaolin va bentonitlar kiradi. Ular suv bilan birikish davrida plastik massani hosil qilib, kuyganidan keyin tosh kabi mustahkam bo'lib qoladi.

Plastik bo'lmagan materiallarga kvars qumi, maydalangan kvars, sirlanmagan va kuydirilgan buyumlarning maydalangan siniqlari, degidratlangan tuproq kiradi. Ushbu materiallar plastik massani yovg'onlashtirib, buyumlarni quritish va kuydirish vaqtidagi o'lchamlari bo'yicha qisqarishini cheklaydi.

Suyuqlanib ketadigan materiallar qatoriga kuydirish temperaturasi sharoitida suyulma hosil qilib, massaning boshqa moddalari bilan birikishi natijasida mustahkam materialning hosil bo'lishiga olib keluvchi silikatlarni vujudga keltiruvchi materiallarga aytiladi. Suyuqlanib ketadigan materiallar ham massani shakllash davrida yovg'onlashtiradi. Ularga dala shpatlari (albit, ortoklaz, anortit), kvars-dala shpatili xomashyo pegmatitlar, sienitlar va boshqalar kiradi.

Sir ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida dala shpatlari, kvars, pegmatit, talk, vollastonit, dolomit, kaolin, sirlangan buyumlarning siniqlari, rux oksidi, borat rudasi, stronsiy karbonat, texnik bura, bor kislotasi, qizdirilgan soda, natriy sulfat, magnezit, ohak va boshqalar ishlatiladi.

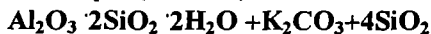
88-§. Tuproqli materiallar, ularning xossalari

Tuproq va kaolinlar – tabiiy polimineral material hisoblanib, ular aliyosilikatli tog' jinslari bo'lmish dala shpatlari, pegmatitlar, granitlarning shamol ta'sirida yemirilish natijasida hosil bo'lgan. Tog' jinslarining yemirilish jarayoni mexanik (suv, shamol, muzliklarning ta'siri) fizik (qizdirish, sovitish ta'sirida) kimyoviy (namlik, kislorod, karbonat angdrit hamda havo va suvda bo'ladigan boshqa gazlar ta'sirida) va bakteriologik (organik aralashmalarning chirishi) jarayonlar asosida sodir bo'ladi.

Dala shpatili tog' jinslarining yemirilib kaolinit hosil qilish jarayonini quyidagi sxema yordamida ifodalash mumkin:



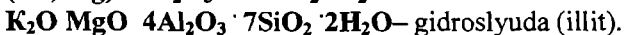
Dala shpati(ortoklaz)



Kaolinit

tuz kvars

Asosiy tuproq minerallariga quyidagilar kiradi:



Barcha tuproq minerallari 4 sinfga bo'linadi: kaolinlar, tuproqli suxarlar va slanesli tuproqlar hamda tuproqli slaneslar.

Kaolin deb, – asosan kaolinit va kaolinit guruhiga kiruvchi nakrit, dikkit va galluazit hamda oz miqdorda boshqa minerallarning aralashmasidan hosil bo'lgan tuproq jinsiga aytiladi. Kaolinlar yaqqol kristallangan tuzilishga egadir.

Tuproqlar – kaolinga qaraganda turli xildagi mineralogik va kimyoviy tarkibga ega bo'ladi. Ularda aralashma sifatida kvars donalari, dala shpati, slyudalar, temir va marganes oksidi va gidroksidi, ohaktosh va gips qo'shimchalari, organik qo'shimchalar va boshqalar bo'ladi.

Hosil bo'lish sharoitiga qarab tuproq minerallari birlamchi va ikkilamchi bo'ladi. Agar emirilayotgan materiallarning hosilalari o'z joylarida qolsalarda, ulardan faqat suvda eriydigan tarkibiy qismlar yuvilib ketsa, unda birlamchi tuproq konlari hosil bo'ladi, ularga kaolin konlari kiradi. Agar yemirilayotgan jinslarning hosilalarini yomg'ir, qor suvlari, muzliklar va shamol boshqa joyga ko'chirib o'tsa, unda ikkilamchi tuproq konlari vujudga keladi.

Tarkibida kvars qumining miqdori ko'p bo'lgan tuproqlar suglinkalar deb ataladi. Agar tuproq tarkibida ohaktosh, dolomit va gipsning miqdori yuqori bo'lsa, unda tuproq mergel deb ataladi. Tuproq minerallari, kvars, dala shpati va ohaktoshning mayda dispers holdagi aralashmasi less deb ataladi.

Mineralogik tarkibiga ko'ra tuproqlar monomineral va polimineral bo'ladi. Kaolin tuproqlari asosan kaolinit guruhiga kiruvchi minerallardan va qo'shimcha ravishda kvars, dala shpati, beydelitdan tashkil topadi.

Tuproqlarning kimyoviy tarkibi turlicha bo'ladi, tarkibida albatta Al_2O_3 , SiO_2 va H_2O hamda qo'shimcha ravishda Fe, Ca, Mg, Ti, K, Na

birikmalari bo'ladi. Bulardan tashqari, tuproq tarkibida organik birikmalar ham bo'ladi.

Tuproq tarkibida Al_2O_3 ning miqdori ko'p bo'lsa, u o'tga chidamli bo'ladi, agar Na_2O va K_2O ning miqdori ko'p bo'lib, Al_2O_3 ning miqdori past bo'lsa, tuproq oson suyuqlanuvchan bo'ladi.

Tuproq tarkibidagi temir birikmalari uning o'tga chidamliligini pasaytirib, unga oqish-krem rangdan qizil-olcha rangigacha tus beradi. Bu esa nafis keramika buyumlari uchun noxushliklar keltiradi.

Tuproq tarkibida 0,5% dan ortiq ishqoriy metallarning sulfatlari va karbonatli tuzlarning bo'lishi hamda 1–2,5% miqdorda ishqoriy-yer metallarining sulfat va karbonatlarining mavjudligi uning barcha xususiyatlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Tuproqning granulometrik tarkibi uning texnologik xossalariga katta ta'sir ko'rsatadi. Tuproq zarrachalari kolloid yoki psevdokolloid holatda bo'lib, ular yuqori dispers (1–0,01 mkm) kristallardan tuzilgan bo'ladi.

Tuproq minerallarining quyidagi xususiyatlari mavjud:

Plastiklik- tuproq materiallarining suv bilan birikkanda tashqi kuch ostida ixtiyoriy shaklni egallashga qodir bo'lgan xamirsimon massani yorilish va darzlarsiz hosil qila olish va tashqi kuchni olib tashlanganda shu shaklni saqlab qolish qobiliyatiga aytiladi. Plastikligi bo'yicha tuproqlar 5 ta guruhga bo'linadi: yuqori plastik, o'rta plastik, mo'tadil plastik, kam plastik va plastik emas. Ularning plastik sonlari massani oqish va uvalanish holatidagi namliklarining farqi asosida topilib, 25 dan ortiq, 25–15, 15–7, 7 dan kam kattaliklarga ega bo'ladi. Plastik bo'lmagan modda plastik xamirni hosil qila olmaydi.

Bog'lanish qobiliyati – bu tuproqning plastik bo'lmagan materiallarni, ya'ni qum, shamot va boshqalarni kiritilganda uning plastiklik xususiyatini saqlab qolish xususiyatidir.

Tuproqlarning suyuqlanishi – tuproqlarning mumkin qadar kam miqdorda suv bilan aralashib, kerakli oquvchanlikni egallash xususiyati. Bu xususiyat tuproq suspenziyasi tarkibiga elektrolit qo'shish bilan hosil qilinadi.

O'tga chidamlilik – tuproqni suyuqlanmay yuqori temperatura ta'siriga bardosh berishidir. O'tga chidamlilikka tuproqning kimyoviy-mineralogik tarkibi ta'sir ko'rsatadi.

Pishish –tuproqning yuqori temperatura ta'sirida suv yutuvchanligi 5% dan kichik bo'lgan toshsimon materialga aylanishidir.

Havoda qisqarish – buyumlarning quritish jarayonida ulardan namlikni chiqib ketishi va zarrachalarning yaqinlashishi sababli chiziqli o'lchamlarining kamayishidir.

Olovdagi qisqarish – buyumlarni kuydirish jarayonida chiziqli o'lchamlarni qisqarishi.

Tuproqlarning asosiy konlari. Chinni-fayans sanoati uchun ishlatiladigan kaolin tuproqlari quyidagi konlarda joylashgan: Prosyanovsk Ukraina, Gluxovetsk Ukraina, Alekseevsk – Qozog'iston, Kishtim Rossiya. Tuproqlarning konlari: Drujkovsk - Ukraina, Troshkovsk Rossiya. Bentonit tuproqlarining konlari Oglanlin-Turkmaniston, Pijevsk Ukraina. O'zbekistonda Angren kaolinlari mavjud, lekin ularning kimyoviy va minerologik tarkibi chinni-fayans buyumlari olish uchun qo'yilgan talablarga javob bermaydi. Shu sababdan, yaqinda Angren kaolinlarini boyitish bo'yicha nemis mutaxassisleri bilan birgalikda «Kaolin» nomli qo'shma korxona ishga tushdi.

Yuqoridagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki: kaolin va tuproqlarda nisbat $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ hamda suyuqlanuvchan moddalar yig'indisi (ΣFe_2O_3 , TiO_2 , RO , R_2O_3 va boshqa) muhim rol o'ynaydi. Agar $Al_2O_3 \cdot SiO_2 = 2:1$ bo'lsa, tuproq toza qizdirilgan kaolinitga to'g'ri keladi.

Agar tuproqda rang beruvchi oksidlar, slyuda (ayniqsa, qoraroq bo'lgan biotit), kalsiy va magniy karbonatlari, sulfid va xloritlar, turli tarkibli organik birikmalar ko'p bo'lsa, u holda bunday xomashyolar sifatli xo'jalik buyumlari olish uchun yaroqsizdir.

Kaolin va tuproqlar oldiga qo'yilgan yuqoridagi talablarga Prosyanovsk, Gluxovetsk, Alekseevsk konlarining kaolinlari, Chasov-Yarsk, Veselovsk, Novoraysk, Troshkovsk gillari, Oglanliq koni bentoniti javob beradi va ishlab chiqarishda keng ko'lamda ishlatiladi. (75-jadval).

Xo'jalik maiyshiy keramika olishda ishlatiladigan ba'zi bir tuproqli materiallar tarkibi

75- jadval

Gillar nomi	Gillarning kimyoviy tarkibi, mas. %					Kuydirish-dagi yo'qotishlar, %	Olovbardoshligi, °C	Pishish (suv yutuvchanligi 2%) harorati °C
	RO_2	R_2O_3	RO	R_2O	Boshqa komponentlar			
Prosyanovsk boyitilmagan	65,0 -	21,7 -	0,4- 0,7	0,1- 0,2	-	4,9-7,9		

kaolini (Ukraina)	69,7 SiO ₂ 0-0,4 TiO ₂	26,4 Al ₂ O ₃ 0,8- 1,0 Fe ₂ O ₃	CaO 0,1-0,3 MgO	Na ₂ O 0,3- 0,8 K ₂ O				
Prosyantovsk boyitilgan kaolini (Ukraina)	46,1 46,9 SiO ₂ 0,3- 0,4 TiO ₂	37,8 39,8 Al ₂ O ₃ 0,3- 0,7 Fe ₂ O ₃	0,2- 0,6 CaO		-	13,3- 13,8	1770	-
Glukhovetsk boyitilmagan kaolini (Rossiya)	46,0 47,9 SiO ₂ 0,3- 1,0 TiO ₂	31,2 39,3 Al ₂ O ₃ 0,3- 1,0 Fe ₂ O ₃	0,1- 0,5 CaO 0-0,22 MgO	0- 0,1 Na ₂ O 0- 0,1 K ₂ O		13,3— 13,7	1770- 1790	
Chasovyarsk gili (Ukraina)	52,4 56,4 SiO ₂ 0,7- 1,1 TiO ₂	31,5 34,2 Al ₂ O ₃ 1,7- 1,8 Fe ₂ O ₃	1,4- 1,5 CaO 0,1- 0,7 MgO	0,6- 1,0 Na ₂ O 2,5- 3,0 K ₂ O		9,7-10,2	1710- 1750	1030
Ogʻlanisk bentoniti (Turkma- niston)	72,5 7 SiO ₂ 0,27 TiO ₂	14,4 5 Al ₂ O ₃ 1,23 Fe ₂ O ₃	1,5 0 CaO 2,80 MgO	1,5 5 Na ₂ O 0,29 K ₂ O	0,6 SO ₃	5,22		

Nafis keramika buyumlari olishda xom asho materiallarining granulometrik tarkibi ham muhim o'rinni egallaydi (76-jadval). U yopishqoqlik, suv qoruvchanlik qobiliyati, havoda qisqarish va pishishga katta ta'sir o'tkazadi.

Ba'zi bir gillarning granulometrik xarakteristikallari

76-jadval

Gillar nomi	Zarrachalar miqdori. %					
	1-0,25 mm	0,25- 0,05 mm	0,05- 0,01 mm	0,01- 0,005 mm	0,005- 0,001 mm	0,001mm dan kichik
Prosyantovsk kaolini: 1 grupp	-	0,28	12,28	33,20	19,56	34,68

1 grupp	-	0,28	12,28	33,20	19,56	34,68
2 grupp		1,45	12,27	36,04	18,96	31,28
3 grupp		0,94	14,98	36,80	27,12	20,16
3 grupp, elektrolitsiz	-	0,64	8,62	35,08	39,44	16,80
Gluxovetsk kaolini:						
1 grupp		0,38	7,34	18,85	20,46	59,97
2 grupp		0,66	13,82	14,64	21,04	49,84
3 grupp		0,60	16,29	28,60	16,60	37,20
3 grupp, elektrolitsiz	-	0,28	3,12	35,72	23,52	37,52
Chasov'yarsk gili	-	0,1	0,3	9,3	12,5	78,6

Nafis keramika tarkibida eng kichik zarralar (0,5–1 mkm) ta'siri katta. Ular sifatli gillarda 60–80 % tashkil etsa, kaolinlarda esa atigi 35–40 % ni tashkil etadi.

89-§. Suyuqlanib ketadigan materiallar

Bunday materiallar sifatida dala shpati, pegmatit, perlit, dolomit, talk, nefelin-sienit, spodumen va boshqa materiallar, minerallar va jinslar ishlatiladi. Ularning massada yuqori temperatura sharoitida o'zini tutishi bir xil emas. Masalan, dala shpati, pegmatit va boshqalar suyuqlanib ketgach shisha fazasini hosil qilsalar, boshqalari, ya'ni dolomit, talk, kvars tuproq va boshqalar bilan birga suyulma hosil qiladi. Suyuqlanib ketadigan materiallarni massa tarkibiga 5–30% gacha miqdorda kuydirish temperaturasini pasaytirish maqsadida qo'shiladi.

Dala shpatlari kaliy-, natriy- va kalsiylarning alyumosilikatlari bo'lib, tabiatda ortoklaz yoki mikroklin $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, albit $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, anortit $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ sifatida tarqalgan. Chinni-fayans sanoati uchun eng sifatli bo'lib, kaliy- natriyli dala shpatlari hisoblanadi, yana ularda ortoklazning miqdori ko'proq bo'lishi kerak. Dala shpatlarida noxush aralashma sifatida slyuda va temir oksidi hisoblanadi. Dala shpatlarining toza turlari kamyob bo'lgani uchun ularning o'rniga pegmatitlar, plagioklaz (albit va anortit bilan o'sib ketgan kaliyli dala shpati), perlitlar, nefelin-sienit ishlatiladi.

Pegmatit – kvars kristallari bilan o'sib ketgan dala shpati. Ularda 30–35% kvars va 65–70% dala shpati bo'ladi.

Nefelin-sienit – tog'li toshsimon jins bo'lib, uning tarkibiga nefelin ($(K, Na)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ dan tashqari mikroklin, albit, slyuda, magnetit va boshqalar kiradi.

Perlit – shishasimon vulqon jinsi bo'lib, u kvars, dala shpati va boshqa minerallarning aralashmasidan iborat.

Standart bo'yicha dala shpatida rang beruvchi oksidlar miqdori 0,2–0,3 % atrofida, ishqoriy oksidlar miqdori 1–12 % va K_2O ning Na_2O ga nisbati 2 raqamidan kam bo'lmashligi zarur.

90-§. Yovg'onlashtiruvchi materiallar

Massaga yovg'onlashtiruvchi materiallarni kiritish bilan chinnifayans massalari va shlikrlarning texnologik xususiyatlari boshqariladi. Ular massaning plastikligini kamaytirib, buyumlarning quritish va kuydirishdagi qisqarishini kamaytiradi va ularning deformatsiyalanishidan saqlaydi.

Yovg'onlashtiruvchi materiallar sifatida maydalangan tomirsimon kvars, kvars qumi, kaolinni boyitishdan hosil bo'lgan kvars chiqindilari, shamot va degidratlangan tuproq ishlatiladi. Shamot – bu kuydirilgan sirsiz buyumlarning maydalangani yoki tuproq va kaolinni $800^{\circ}C$ dan yuqori temperaturada kuydirish natijasida hosil bo'lgan keramik material. Tuproqni $700–750^{\circ}C$ da kuydirib degidratlantiriladi. Massa tarkibida yovg'onlashtiruvchi materiallarning miqdori 40% gacha boradi. Bunday materiallar sifatida kaolinlashgan kvarsitlar yoki Gusev toshlari ham ishlatiladi. Ular 50% miqdorida massaga kiritilsa, chinnining shaffofligi va oqligini oshiradi.

Texnik shart talablariga ko'ra kvarsli materiallarda SiO_2 miqdori 93–95% dan kam bo'lmashligi, $Fe_2O_3 + TiO_2$ miqdori 0,2–0,3 % dan kam bo'lmashligi, CaO 1–2% atrofida, gilli qo'shimchalar miqdori 1–2%, qizdirishdagi qisqarishlik 1–2% va 4-raqamli elakdagi qoldiq 2–5% dan oshmasligi zarur. Bunday talablarga Lyuberetsk, Chasov-Yarsk qumlari hamda Prosyantovsk kombinatining kvarsli chiqindilari javob beradi.

91-§. O'zbekistondagi nafis keramika buyumlari ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan xomashyo konlari

O'zbekistonda chinni-fayans mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan xomashyo konlari yetarli darajada. O'zbekistonda mavjud bo'lgan kaolin $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ konlaridagi Angren birlamchi va ikkilamchi kaolinlar koni (Toshkent viloyati), Sulton Uvays koni (Qoraqalpog'iston), Karnav va Alyask kaolin konlari (Samarqand viloyati), Zaxquduq va g'arbiy Auminzatau kaolin konlari (Navoiy viloyati) kiradi.

Dala shpatlari $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ga oid konlarga Langar maydalash-boyitish fabrikasi, Sulton Uvays, Bitib, Lolabuloq va boshqalar kiradi.

Respublikada kvars va kvars-dala shpati konlari ham ko'p. Eng yiriklari qatoriga Jeroy, Ilonsoy, Chiyali, Kermana, Ozotboshi, Qulantoy va Oqmurod konlarini ko'rsatish mumkin.

Respublika chinni-fayans korxonalarining kerakli xomashyo bilan ta'minlangani quyidagi 77-jadvaldan yaqqol ko'rinib turibdi.

O'zbekiston korxonalarining nafis kerakli xomashyo bilan ta'minlanganligi

77-jadval

Xomashyo turi	Tasdiqlangan zaxira, mln t	Korxonalarining yillik ehtiyoji, mln t	Ta'minlanganli k, yil
Kaolin	873,99	0,350	2497
Kvars qumi	65,8	0,117	562
Kvars dala shpati	183,2	0,233	786
Dala shpati	38,09	0,250	156

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Nafis keramika ta'rifi va turlari haqida gapirib bering.
2. Chinni-fayans buyumlari uchun ishlatiladigan xomashyo materiallari necha turda bo'ladi?
3. Tuproqlarning qanday turlari mavjud?
4. Tuproqlarning asosiy xossalariga nimalar kiradi?

5. Suyuqlanib ketadigan materiallarga nimalar kiradi va ularning mohiyati nimadan iborat?
6. Dala shpatlarining qanday turlari mavjud?
7. Dala shpatlari o'rinda qanday materiallarni ishlatish mumkin?
8. Yovg'onlashtiruvchi materiallar massa tarkibida qanday rol o'ynaydi?
9. Yovg'onlashtiruvchi materiallarga nimalar kiradi?
10. O'zbekistonda nafis keramika buyumlari ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan xomashyolar yetarli mi?

Tayanch so'z va iboralar

Albit, ortoklaz, anortit, mikroklin, pegmatit, nefelin-sienit, perlit, talk, vollastonit, dolomit, borat rudasi, magnezit, ohak, suxarlar, slaneslar, birlamchi tuproqlar, ikkilamchi tuproqlar, suglinkalar, mergel, less, plastiklik, bog'lanish qobilyati, o'tga chidamlilik, spodumen, plagioklaz, toshsimon kvars.

21-bob. CHINNI BUYUMLARI ISHLAB CHIQUARISH TEKNOLOGIYASI

92-§. Chinni buyumlarining turlari va xossalari

Yuqorida 20-bobda nafis keramika buyumlari xomashyosi haqida, ularning turlari (72-jadval) va xossalari (73-jadval) haqida ma'lumotlar berilgan edi. 21-bobda chinni buyumlari haqida aniqroq ma'lumotlar berishga harakat qilinadi.

Chinni tarkibi, ishlab chiqarish texnologik jarayoni, fizik-texnik xossalarga ko'ra qattiq va yumshoq chinniga bo'linadi.

Qattiq chinni yoki mullitli chinnidan xo'jalik va elektrotexnik buyumlar tayyorlanadi. Chinni buyumlarining 95% qattiq chinnidir. Ular qatoriga, shuningdek, yuqori glinozyomli chinni ham kiradi.

Qattiq chinnining 86-§ da qayd etilganidek tarkibi: 50% tuproq yoki kaolin, 25% dala shpati va 25% kvars. Pishish temperaturasi 1350–1430°C. Bunday chinnilarni mullitli chinni deb atash ham mumkin. Qattiq chinni uchun texnik tavsiflar:

Zichlik, g/sm ³		
Haqiqiy	2,3-2,7	
Tuyuluvchan	2,25-2,5	
Suv yutuvchanligi, %	0,05 dan kam	
Moos shkalasi bo'yicha qattiqligi		7 ga yaqin
Mustahkamlik chegarasi, kg/sm ²		
Ezilishga	4500-7000	
Ajralishga	250-350	
Egishga	700-1400	
Taranglik moduli, kg/sm ²	(0,8-1) 10 ⁶	
Urib egishga mustahkamlik, kg.sm/sm ²	1,8-3	
20–400°C oralig'ida issiqlik sig'imi, kal/kg, grad	0,22	
20–1000°C oralig'ida chiziqli kengayish o'rtacha koeffitsiyenti, α 10 ⁷	38-45	
issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, kkal/kg.soat.grad	0,9-1,4	

Qattiq chinnidan kimyo sanoati uchun uskunalar va laboratoriya idishlari, termoparalar uchun trubkalar, elektr himoyalovchi buyumlar yuqori voltli izolatorlar tayyorlanadi.

Chinnining mexanik mustahkamligi, qattiqligi, termik va kimyoviy bardoshligi tarkibida mullit fazasining ko'payishi bilan, ya'ni massada kaolin miqdorini ortishi bilan kuchayadi. Lekin kaolinni ma'lum miqdorgacha qo'shish mumkin, chunki buyumlarni pishirish temperaturasi 1400–1450°C dan ko'tarilib ketadi. Shuning uchun chinni massasi tarkibiga kaolin bilan bir qatorda yuqori navli qovushqoq tuproqlar qo'shiladi.

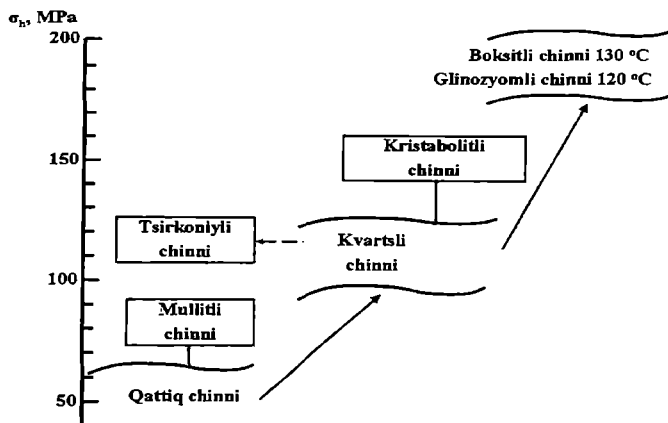
Qattiq chinni tarkibiga yaqin shixta bilan ishlagan toshkentlik olimlar – Ismatov A.A., Alimjonova J.I. va Ganiyeva M.M. 1997–2004- yillarda o'tkazgan ko'p yillik tajribalari asosida O'zbekistonning kvars seritsitli va kvars-pirofilitli Boynaqsoy chinni toshlariga birinchi bor chinni sanoatining noan'anaviy xomashyosi sifatida baho berishdi.

Ikki turdagi chinni turlari asosida kam komponentli, past haroratda pishuvchi chinni massalarining tarkibi yaratildi, chinni toshlari toshsimon va qisman tuproqsimon komponentlar o'rniida kompleks xomashyo sifatida ishlatish mumkinligi aniqlandi. Noan'anaviy xomashyo asosida olingan chinni massalarini tarkibida o'tga chidamli tuproq o'miga bentonitdan foydalanish afzal ekanligi isbotlandi.

Boynaqsoy xomashyosini chinni sopolagining barvaqt pishib yetilishiga, bunda yuz beradigan fizik-kimyoviy o'zgarishlarga hamda mullit va kristabolit minerallarining hosil bo'lish jarayoniga ijobiy ta'sir ko'rsatishi aniqlandi.

Qattiq chinni yoki mullitli chinnining bir nechta turli tarkiblarga ega bo'lgan turlari mavjud: sirkoniyl chinni, glinozyomli chinni, kordieritli chinni, talk-dala shpatili chinni, boksitli chinni, kvarsli chinni, kristabolitli chinni va boshqalar. Ularning egilishga bo'lgan mustahkamliklari 64-rasmda berilgan.

Sirkoniyl chinni tarkibiga 70 mas.% gacha boyitilgan sirkon $ZrO_2 \cdot SiO_2$ kirgan massalardan 1300–1380°C li haroratda tayyorlanadi. Bunday massalar tarkibiga 59,3–68,5 sirkon, 7,4–22,6 % kalsiy sirkon silikati (magniy sirkon silikati yoki bariy sirkon silikati) va 8,7–18,5 % gacha plastik gil kirgan bo'ladi.



64-rasm. Turli tipdagi chinnilarning egishga bo'lgan mustahkamligi.

Kordieritli chinni – tarkibi $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ (talk, kaolin va glinozyom asosida) ga to'g'ri kelgan massalardan 1410°C da kuydirish orqali kordierit 1540°C da inkongruent parchalanib, mullit va suyuqlik hosil qiladi. Shunday aralashma kuydirilsa, tarkibida ko'p miqdorda kordierit, ozroq shisha fazasi, mullit, klinoenstatit va reaksiyaga kirishmagan Al_2O_3 bo'lgan chinni hosil bo'ladi.

Talk-dala shpatili chinni –talkni $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{Na}_2\text{O}$ dala shpatili massa tarkibiga 70–80% kiritish yo'li bilan olingan. Bunday steatit (klinoenstatik)li chinnin elektro izolatsiyasi yuqori bo'ladi. Shuning uchun ular zamonaviy radioapparatlarda qo'llaniladi.

Bunday massalardan shakllash va kuydirish orqali tayyorlangan chinni xossalari 78-jadvalda A.I. Avgustinik ma'lumotlari asosida berilgan.

Chinnilarning maxsus turlari xossalariga oid ma'lumotlar

78-jadval

Xossa	Sirkonli chinni	Kordieritli chinni	Talk-dala shpatli chinni
Hajmiy og'irligi,	3,4-3,8	2,1-2,5	2,6
Haqiqiy zichligi, g/sm^3	3,6-3,9	2,6	2,8

Yopiq g'ovaklar hajmi, %	10 gacha	7 gacha	1 gacha
Mustahkamlik chegarasi, $\times 10^2, \text{kg/sm}^2$:			
a) sinishga: qovushqoq shakllangan presslangan	13-16,5	4,6-10 3,3-6	9,5-14,5
b) cho'zilishga: qovushqoq shakllangan presslangan	8-8,5	2-2,3	5,3-9
d) ezilishga: qovushqoq shakllangan presslangan	60	26-46	53-90
Taranglik moduli, $\text{kg/sm}^2 \times 10^4$	140-160	46-100	85-105
Urib egishga mustahkamlik, $\text{kg} \cdot \text{sm} / \text{sm}^2$	4-7	2-2,3	3-5,3
Chiziqli kengayish koeffitsiyenti, $\times 10^{-6}$			
20–600°C			6-8
20–1000°C	4,8-4.9	2-4	-
Issiqlik sig'imi, $\text{kal/g} \cdot \text{grad}$.	0,17	0,2-0,23	0,19-0,20
Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, $\text{kal/g} \cdot \text{grad}$.	1-12	4,5-6	5-5,5
Dielektrik o'tkazuvchanlik	8,5-9,5	4,1-5	6,1-7,0
Teshish kuchlanishi, 50gts, kv/mm	20-25	5-20	35-40
Hajmiy qarshilik, 50gts:			
20°C	-	$10^{11}-10^{14}$	$10^{14}-10^{15}$
300°C	-	10^7-10^9	10^8-10^9

Yumshoq chinni (u birinchi marta XVIII asr o'rtalarida Fransiyaning Sebrsk manifakturasida olingan) qattiq chinniga nisbatan kichik mexanik va dielektrik mustahkamlikka ega bo'lishi tarkibida ko'p miqdorda erituvchilar qo'shilishi va pastroq temperaturada pishishi (1250–1350°C) bilan farq qiladi. Ba'zi bir adabiyot sahifalarida ushbu raqamlar 1200–1300°C ni tashkil qiladi.

Dala shpatili chinni – dala shpatili (Zeger) chinni tarkibi: 25–35%- tuproqli materiallar; 30–40%- dala shpati; 20–45% kvars qumi. Ishlab chiqarish jarayoni qattiq chinninikiga o'xshash.

Yumshoq chinnidan xo'jalik va badiiy buyumlar tayyorlanadi. Uning tarkibida kuydirish temperaturasi pasaytiruvchi komponentlar – dala shpati $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, marmar, dolomit, magnezit, hayvonlar suyagining kuli, apatit, fosforit, talk, soda, potash, selitra, gips, osh tuzi, qo'rg'oshinli shisha, turli xil fosfatlar bo'ladi. Yumshoq chinnining tarkibi: 35–34% -tuproq; 32–38 % -dala shpati; 32–38% - kvarsdan iborat.

Yumshoq chinni tarkibida kuydirish haroratini kamaytiruvchi komponentlarning ko'payishi bilan pishish kamroq haroratda amalga oshadi va massa tarkibidagi shisha fazasining miqdori oshib ketadi, natijada buyumning yoritilish qobiliyati yaxshilanadi. Yumshoq chinni massalar qattiq chinni massalariga nisbatan pastroq haroratda pishadi. Bu masala ularda mullit $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ mineralining butunlay bo'lmisligi yoki bo'lsa ham qattiq chinni massalaridek ko'p miqdorda bo'lmisligi bilan bog'liq.

1300°C da pishirib etiltirilgan yumshoq chinni uchun quyida keltirilgan texnik tavsiflar xarakterlidir:

Zichlik, g/sm³ 2,30–2,45

Suv yutuvchanligi, % 0,1–0,2

Mustahkamlik chegarasi, kg/sm²

Ezilishga 2700–3000

Egishga 580–650

Urrib egishga mustahkamlik, kg'sm/ sm² 1,56–1,70

20–1000°C oralig'ida chiziqli kengayish

o'rtacha koeffitsiyenti, $\alpha \cdot 10^7$ 45–67

Suyakli chinni – Sankt-Peterburg va Riga chinni korxonalarida chiqadi, tarkibi: 20–45%- tuproqli materiallar; 8–22% dala shpati; 9–20% kvars; 20–60% -suyak kuli. Pishish temperaturasi 1250–1280°C. Bu chinnining tarkibida kalsiy fosfatni miqdori ko'pligi, temir (III) oksidi va titan oksidining kamligi oqlik darajasini katta (82%) bo'lishiga olib keladi.

Suyak kulidan tayyorlangan yupqa devorli chinnilar shlikerni gips formalarga quyish usuli bilan olinadi. Formadagi buyumlar konveyer quritgichlarda quritiladi. Birinchi kuydirish 1260–1280°C, ikkinchi kuydirish (sirlangandan keyin) kapsellarda 1120–1180°C da bajariladi.

Suyak kuli asosida maishiy chinni olish bo'yicha Toshkent kimyo-texnologiya institutida ham bir qator ishlar qilingan. Kimyo fanlari doktori Ismatov A.A., kimyo fanlari nomzodi Azimov Sh.Yu. va texnika fanlari nomzodi Muslimova Sh.N. bajargan bunday ishlarda past haroratda yetiladigan va tarkibida 50%gacha suyak kuli qo'shilgan yuqori effektli chinni massalarini olish uchun turli tipdagi suyak kuli (qora mol, ot, qo'y va cho'chqalar) olinib, ularning kimyoviy-mineralogik va fraksion tarkibi hamda xossalari sistematik ravishda o'rganilgan. Kuydirish harorati ta'sirida suyak kuli konsentratsiyasi, fizik-kimyoviy xossalari va fazaviy tarkibi aniqlangan.

Tadqiqotlarda asos qilib qattiq chinni tarkibi olindi va ish natijasida qattiq chinni tarkibidagi toshsimon (kvars va dala shpati) va tuproqsimon (kaolin va tuproq) moddalarni o'rni shu suyak kullaridan foydalanish mumkinligi, o'rganilgan hayvonlarning suyak kullari yaxshi eruvchan va massa oqligini ta'minlovchi bo'lib ishlab chiqarishda amaliy qo'llanishi lozimligi ko'rsatildi.

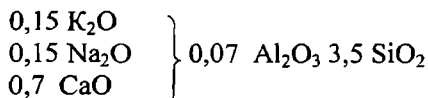
Birinci marotaba suyak kulining qattiq chinni tarkibidagi dala shpati o'rnida ishlatilishi orqali yumshoq chinni buyumlari olish imkoniyatlari yaratilishi aniqlandi. Tarkibdagi 20% dala shpati yoki 27% qum o'rni shu suyak kuli ishlatilganda 1200–1250 °C li haroratda to'la pishgan mahsulot olinishi isbotlandi.

Suyak kulining dala shpati yoki kvars, dala shpati-kvarsli aralashmalari o'rnida qo'llash chinni mahsulotlarini pishish haroratini 100–150°C ga kamaytirishi va oqligini esa 5–7% ko'tarilishi tasdiqlandi.

Umuman olganda, 5–7% suyak kulini qo'shganda mahsulotning pishish harorati 25 °C ga kamayadi, oqligi esa 2–3%gacha ko'tariladi. 1200 °C li pishish jarayonida shisha, kvars, anortit, apatit yoki vitlonit hosil bo'lishi va bu o'z navbatida mahsulotning texnik mustahkamligini oshirishi tasdiqlandi.

Frittali chinni – frittali chinni yumshoq chinnining boshqa turlariga nisbatan massa tarkibida tuproqli materiallar – dala shpati va tabiiy kvars yo'qligi bilan farq qiladi. Bular massa tarkibiga fritta holda qo'shiladilar. Frittali chinni massasining tarkibi: fritta-70–80%; bo'r-15–20%; mergel-5-10%.

Fritta kvars qumi, dala shpati va bo'r aralashmasidan iborat bo'lib, molekular formulasi:



Frittali chinni tarkibi juda quruq bo'lgani uchun unga organik yelim moddalar qo'shiladi. Qoliplash gips formalarga quyish usulida bajariladi, 2 marta kuydiriladi (1-kuydirish 1230–1250°C da, 2-kuydirish 1150–1180°C da amalga oshiriladi).

Ko'p kvarsli chinni ham yumshoq chinni turiga kirib, uning tarkibida shisha faza miqdori ko'p. Shisha fazasi 60–80%, mullit fazasi 25–30%.

«**Parian**» chinnisi –yumshoq kaolinli (34–40%) chinni bo'lib, uning tarkibiga 39–63% dala shpati va 6–7% qo'rg'oshinli shisha kiradi. U yaxshi yorituvchanligi bilan ajralib turadi.

Fosforitli chinni –yumshoq chinnining bir turi. U Ismatov A.A. va Azimov Sh.Yu. rahbarligida Abdusattorov Sh.M. tomonidan 1981-yili Qoratou fosforiti (Qozog'iston) asosida olingan. 1000°C va 1200°C li haroratda pishirib olingan chinnilar quyidagi xossalarga ega bo'lgan:

Mustahkamlik chegarasi, MPa:

Ezilishga 405

Egishga 65

Suv yutuvchanligi,

Qisqarilishi, %:

Havoda 4,0

Olovda 4,8

Umumiy 8,5

Oqligi, % 60

Shu sharoitlarda olingan suyak kulli chinnining oqligi bariy plastinkasiga nisbatan 72% bo'lsa, sun'iy vitlokite $\text{Sa}_2[\text{PO}_4]_2$ qo'shilgan massalarning oqligi 80 % ga teng. Lekin ularning ezilishga va egilishga mustahkamliklari 370 va 62 MPa (suyak kulli tarkiblar uchun), 223 va 34 MPa (vitlokiteli tarkiblar uchun) bo'lib, bu parametrlar bo'yicha fosforitli massa ko'rsatkichlari (405 va 65 MPa) dan pastroq.

Qizil-qum (Sardara koni) fosforitlari asosida chinni Ismatov A.A. va Yunusov M.Yu. boshchiligida To'laganov D.U. tomonidan 1986-yili olingan bo'lib, unda 20 % fosforit konsentrati dala shpati o'rniga kiritilgan.

1250°C da kuydirib olingan chinni xossalari:

Suv yutuvchanligi, %

0,05

Zichlik, g/sm ³	
Haqiqiy	2520
Tuyuluvchan	2340
Umumiy qisqarilish, %	13,2
Statik egilishdagi mustahkamlik, MPa:	68
Oqligi, %	74
Chiziqli kengayish oʻrtacha koeffitsiyenti, $\alpha \cdot 10^{-6}$	20–60°C, grad. ⁻¹
6,88	
20–800°C, grad. ⁻¹	
6,72	
Mineralogik tarkibi, %	
Mullit	4
Kvars	14
Anortit	11
Ftorapatit	8
Rentgenamorf faza, %	63

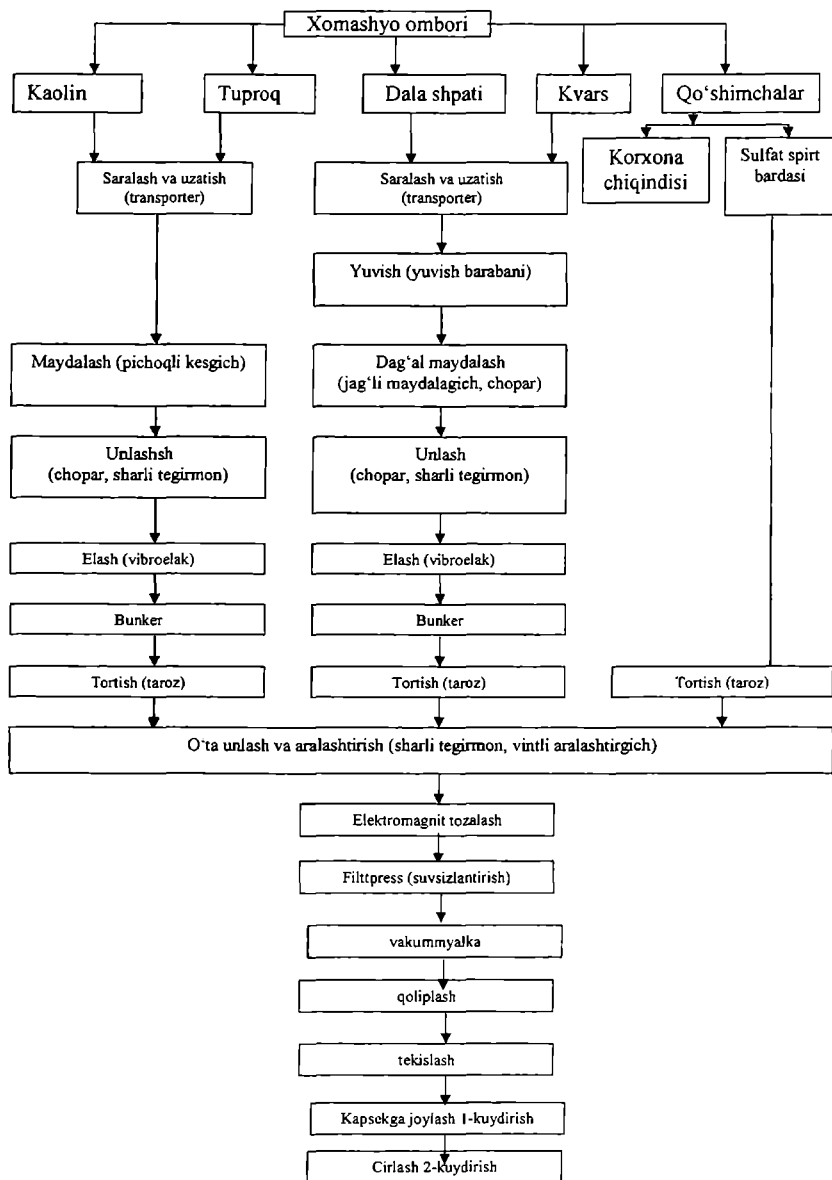
Pirofosfatli chinni – 1990-yili Ismatov A.A., Azimov Sh.Yu. va Ahmedov R.I. lar tomonidan yaratilgan boʻlib, uning tarkibiga sunʼiy kalsiy pirofosfati $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 10 massa % atrofida kiradi. $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ tabiiy ohaktosh va ammoniy gidrofosfati birikmasidan (700–1100°C) hosil boʻlgan. Shu tufayli ikkinchi kuydirishga oid harorat 150 °C ga va chinni buyumlari oqligi 13–15% (62–63 dan 73–77%) gacha koʻtariladi.

93-§. Ishlab chiqarishning texnologik tizimi

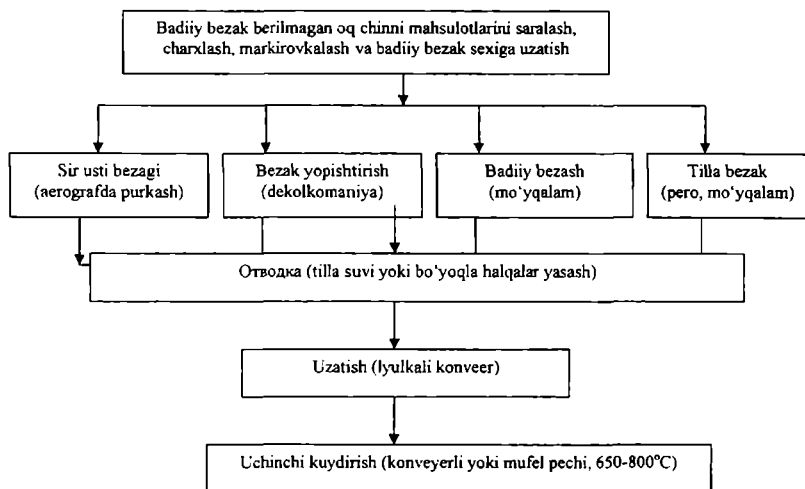
Xoʻjalik va badiiy chinni ishlab chiqarish texnologik jarayoni boshqa chinni ishlab chiqarish texnologik jarayonidan farq qiladi. Badiiy chinni (masalan, vazalar, haykalchalar, bareleflar va boshqalar) xoʻjalik chinnidan oʻzining murakkab va har xil shakli bilan farqlanadi. Shuning uchun badiiy chinni quyish usuli bilan, yana har bir buyum uchun alohida ishlov berish bilan tayyorlanadi. Bunday chinnilarni ishlab chiqarishda asosiy xomashyolar – tuproq, kaolin, kvars qumi, dala shpati, chinni siniqlari va boshqalar ishlatiladi.

Chinni buyumlari ishlab chiqarish jarayoni ancha murakkab boʻlib, koʻpgina operatsiyalarni bajarishni talab qiladi.

Xo'jalik – badiiy chinni buyumlari ishlab chiqarish texnologik tizimi



Korxonaning bezak sexida bajariladigan ishlarni yaqqolroq va batafsilroq quyidagi sxemadan ko'rish mumkin.



94-§. Chinni massalari turi

Chinni-fayans buyumlarini ishlab chiqarish texnologiyasida uch turdagi massadan foydalaniladi:

- 1) plastik xamirsimon;
- 2) suyuq;
- 3) kukunsimon.

Plastik massa asosida chinni, fayans, tosh keramika ishlari, izolatorlar, quvurlar va boshqa texnika uchun tavsiyalanadigan buyumlar olinadi.

Suyuq massa asosida murakkab shaklga ega bo'lgan buyumlar, masalan, sanitar va xo'jalik fayansi olinadi.

Kukunsimon massadan buyumlarni presslash asosida ishlab chiqariladi. Bu usulda turli xil koshinlar, elektrotexnika chinnisining turli xillari va boshqa buyumlar olinadi. Chinni-fayans buyumlari olish uchun ishlatiladigan massalarga olinayotgan buyumlarga qarab quyidagi talablar qo'yiladi:

a) massa tarkibiga kirgan barcha komponentlarning zarrachalari uning ichida barobar taqsimlanishi kerak;

b) massa tarkibidagi suv yoki plastifikatorlar qattiq material zarralari orasida barobar taqsimlanib, unga kerakli bo'lgan shakllash va quyish xususiyatlarini beradi;

d) keramika massasi tarkibidagi aralashma holida mavjud bo'lgan havo texnologik jarayonlarni murakkablashtirib yuborishi va chiqitlar miqdorini ko'paytirib yuborishi tufayli minimal miqdorda bo'lishi kerak. Odatda, massani vakuumlangandan so'ng uning ichidagi havoning miqdori 3% gacha kamaytiriladi.

Plastik va shliker massasi tarkibidan havoni chiqarib yuborish ularning shakllanish xususiyatini oshiradi, tayyor mahsulotning mexanik mustahkamligini, kimyoviy bardoshligini va dielektrik ko'rsatkichlarini oshiradi.

95-§. Plastik usulda shakllanuvchi massani tayyorlash

Plastik massasining namligi uning tarkibi va shakllanish usuliga qarab 14% dan 25% gacha bo'ladi. Buning uchun avval tuproqli va toshsimon materiallar maydalanib, keyin aralashtiradi va suspenziya hosil qilinadi, so'ngra esa u qisman suvsizlantirilib, bir jinsli strukturani hosil qilish maqsadida pishiriladi.

Massani tayyorlab olish massaning komponentlarini zoldirli tegirmonda birgalikda yoki alohida maydalash usulida olib boriladi.

Birgalikda maydalash usulida tuproq minerallarini yoyiltirish va toshsimon materiallarni tuyish jarayoni birgalikda zoldirli tegirmonlarda olib boriladi. Bunda tegirmonga avval toshsimon materiallar, buyum siniqlari, bentonit va 5% miqdordagi tuproq kiritiladi, keyin 8,5–10,5 soat maydalanganidan so'ng kaolin va tuproq hamda elektrolitlar yuklanadi. Birgalikda maydalash yana 2–3 soat davom etadi.

Alohida maydalash usulida tegirmonga suv solinib, barcha kvarts materiallari, 5–7% tuproq, 1–2% bentonit, tayyor mahsulot siniqlari, sulfat spirtli barda 1% miqdorida kiritiladi va ularni 2,5–3 soat davomida maydalanadi. Keyin tegirmonga dala shpati va birinchi kuydirish chiqindilari solinib, ularni yana 4–5 soat davomida maydalanadi. Tegirmonni to'ldirish 85–95% hajmgacha bajariladi.

Zoldirli tegirmonga kiritilgan xomashyo materiallarni tegirmonning tushirgichi tepasida joylangan bunkerlarga to'kiladi. Bunkerlarning ostiga esa elektr tarozili aravachalar o'rnatiladi. Zoldirli tegirmonlardagi maydalash jarayoni elakdan o'tkazish orqali nazorat

etiladi. Umumiy hisobda maydalash vaqti 5–8 soatni tashkil etadi. Zoldirli tegirmonlarda tayyorlangan suspenziya va yoyiltirilgan tuproq yig'uvchi aralashtirgichlarga tushiriladi. U yerda suspenziyaning temperaturasi chinni massasi uchun 25–30 °C, fayans uchun 40–45°C qilib ushlab turiladi.

Suspenziyani tashish majburiy ravishda nasoslar yordamida amalga oshiriladi. Bunda membranali, porshenli va vintli nasoslardan foydalaniladi.

Suspenziyadan plastik massani olish uchun uning namligi 55–60% dan 20–25% gacha kamaytiriladi. Bu jarayon chinni-fayans ishlab chiqarishda ko'pincha filtpresslar yordamida amalga oshiriladi.

Konstruksiyasi bo'yicha filtpresslar kamerali va ramali bo'ladi, ko'pincha kamerali filtpresslar ishlatiladi. Bunda filtpressning markaziy kanaliga berilgan massaning suspenziyasi ramalar orasidagi berk bo'lgan va mato bilan o'ralgan bo'shliqni to'ldiradi. Bunda suspenziya tarkibidagi suv mato orqali sizib o'tib, chetki kanallar orqali pastga oqib tushadi va u yerda yig'iladi. Qattiq zarrachalar mato yuzasiga cho'kib o'tirib qoladi va unda korj sifatida yig'iladi. Ularni ramalarni ajratish yordamida pressdan bo'shatib olinadi.

Fayans massasini filtrlash uchun chinninikiga qaraganda 2–3 barobar kam vaqt ketadi. Massa tarkibiga 2–4% buyumlar sinig'i qo'shilsa filtrlash tezligi oshadi. Bundan tashqari, suspenziyani 35–45°C isitish, suspenziyaga 0,25% miqdordagi uksus yoki chumoli kislotasini qo'shish, poliakrilatlar yoki poliakrilamidlar qo'shish ham yaxshi natijalar beradi. Korjlarning pastki va o'rta qismida yovg'onlashtiruvchi materiallar, yuza qismida esa tuproq materiallari to'planadi. Filtpresslarda har 50–60 sikldan keyin matolarni o'zgartirib turiladi. Filtpressning ishlash davri chinni massasi uchun 1,5–2 soatni, fayans uchun 2,5–3 soatni tashkil etadi.

Filtpressdan chiqqan massaning plastikligi va bir jinslilikini oshirish uchun uni vintli massa myalkalardan o'tkaziladi. Bunda massa tarkibidagi havoning yirik pufakchalari chiqib ketib, uning g'ovakliligi kamayadi va tayyor mahsulot sifati oshadi.

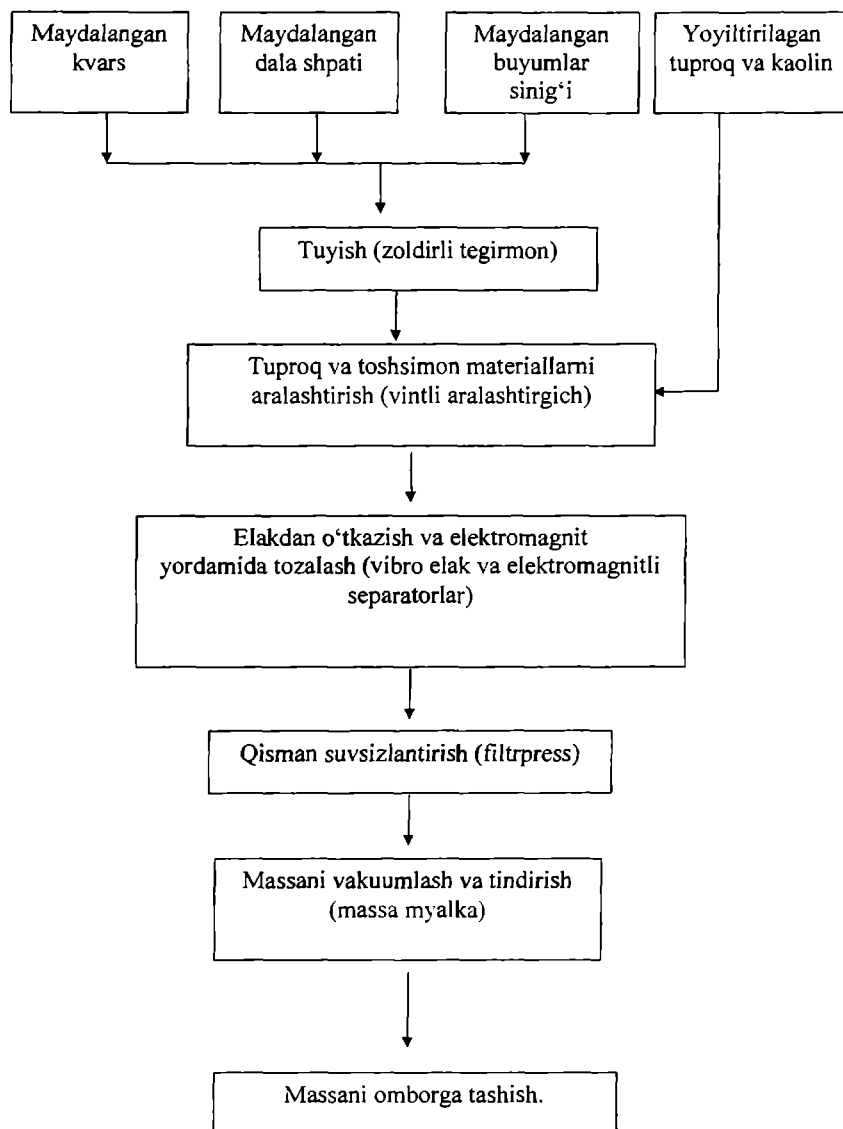
Massani vakuumlash jarayonida quyidagi operatsiyalar bajariladi:

- massa yupqa tasmalarga bo'linadi;
- massadan havo chiqarib yuboriladi;
- vakuumlangan massa monolit brus holida zichlantiriladi.

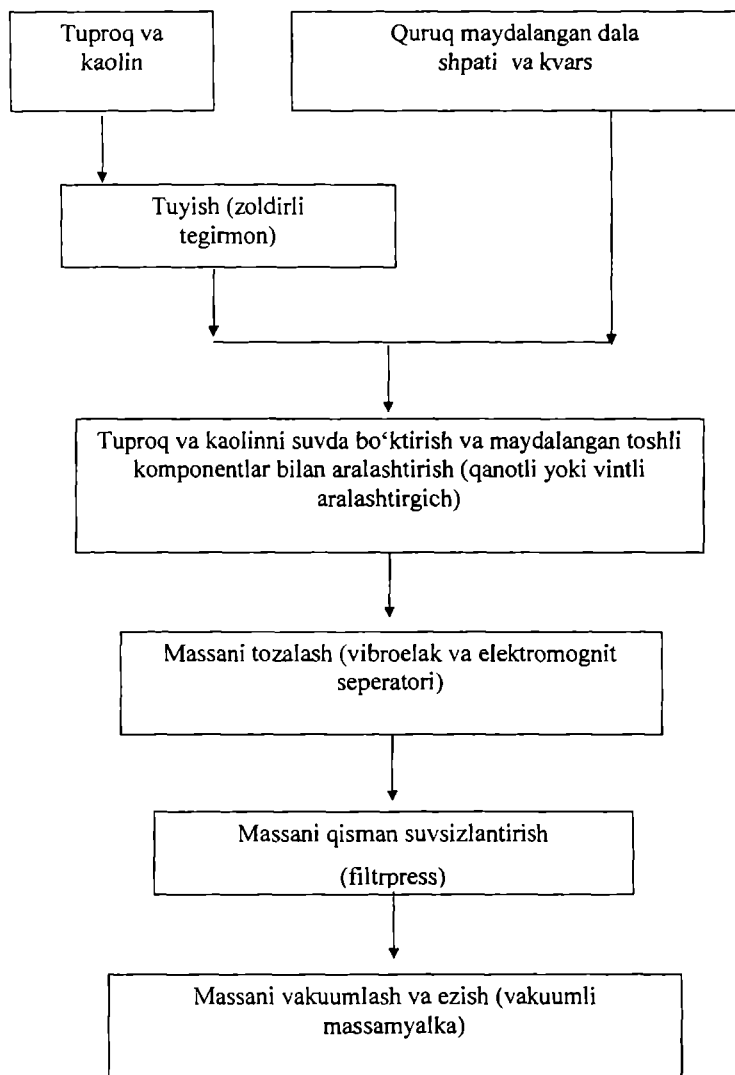
Vakuum kamerada 700–740 mm simob ustuni darajasida siyraklanish ushlab turiladi.

Plastik massani tayyorlash tizimlarini quyidagi sxemalardan ko'rish mumkin:

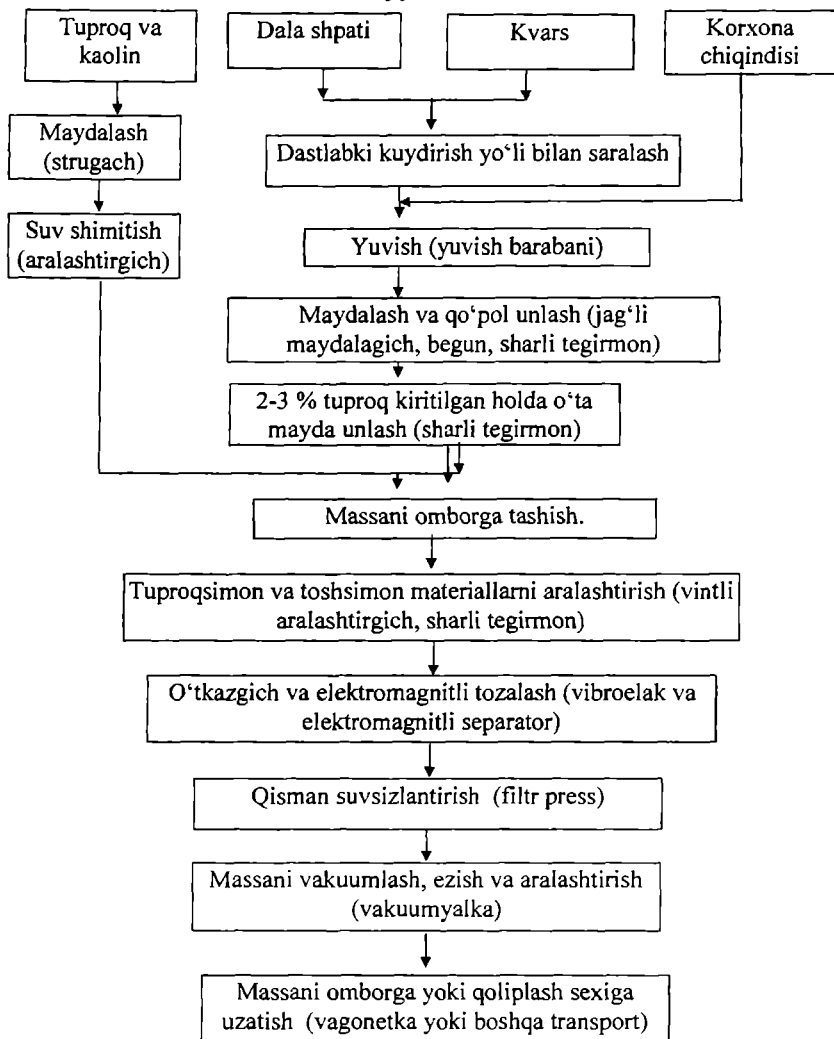
1. Plastik massani yoyiltirilgan gillar va elektromagnitli tozalash orqali tayyorlashning texnologik tizimi



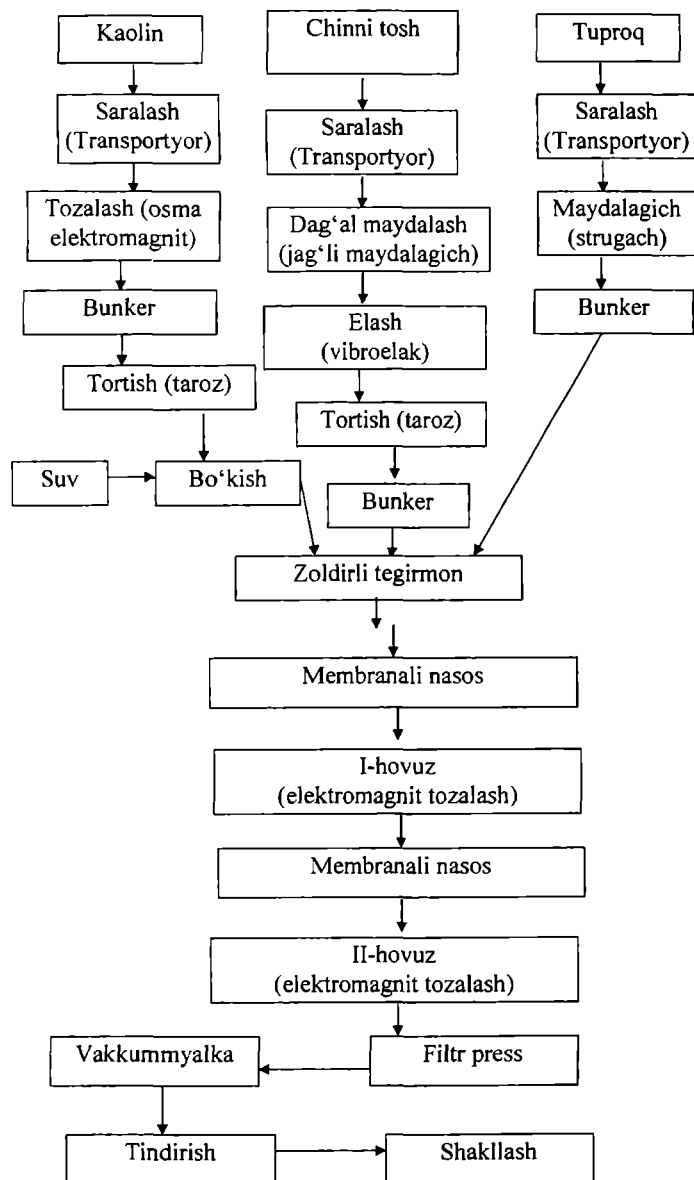
2. Plastik massani kukunlangan toshsimon materiallardan foydalangan holda tayyorlash tizimi



3. Plastik chinni massasini gillarni suvli unlash, toshsimon komponentlarni kuydirish orqali saralash va aralashtirish yo'li bilan tayyorlash tizimi



4. Chinni toshlari asosida chinni massalarni tayyorlashning yangi texnologik tizimi (Ismatov A.A., Alimjonova J.I. va G'aniyeva M.M. tadqiqotlari bo'yicha)



Chinni-fayans buyumlarini gipsli qoliplarda quyish uchun suyuq massa, ya'ni shliker tayyorlanadi. Shlikerlarga quyidagi talablar qo'yiladi:

1)shlikerning oquvchanligi uning quvurlar bo'yicha yengil harakatlanishini va gips qoliplarini to'liq to'ldirishni ta'minlashi lozim;

2)suvning miqdori mumkin qadar kam bo'lishi kerak (chinni uchun 32–39%, fayans uchun 29–36%);

3)shliker barqaror bo'lib, unda materialning cho'kib qolishiga ruxsat etilmaydi;

4)shliker o'z suvini gips qoliplariga tezda bera olishi kerak, ya'ni uning filtrlash qobiliyati yuqori bo'lishi kerak.

Suyuq shliker massasi ikki xil usulda - presslash va nopresslash usulida tayyorlanadi.

Xo'jalik chinnisini ishlab chiqarishda quyish uchun shliker tayyorlashda filtr-pressli korjar, toza kesilgan va quritilgan, shakllash va tekislashdan olingan, suv bilan propellerli aralashtirgichga o'tkaziladi. Aralashtirgichlardan so'ng shliker elaklardan (4–9 tesh/sm²) o'tadi. So'ng shlikerni vakuumlash kerak bo'lsa, vakuum rezervuarlariga yuboriladi.

Shliker to'plamlari kamida 3 sutka davomida saqlanadi (tindiriladi). Quyilgan buyumlarni mustahkamligini oshirish uchun shlikerga 1–2% karboksilmetiltitelsyulozaning (KMTs) 0,3–0,4% konsentratsiyali suvli eritmasi qo'shiladi. Shlikerga KMTs qo'shilgandan so'ng ko'pi bilan 1 sutka davomida tindiriladi. Tindirish, qizdirish va vakuumli ishlov berish sifatni oshiradi.

Shlikerga elektrolitlarni (soda, suyuq shisha natriy silikat) qo'shilishi ortiqcha suv miqdorini kamaytiradi, natijada kerakli oquvchanlikka erishiladi. Elektrolitlarning miqdori (0.012% dan) oshirilsa, shliker quyuqlashib qoladi (tikotropiya). Shliker qizdirilganda (30–35⁰Cgacha) undagi namlikni gipsli qolipga so'rilish tezligi 25% gacha qisqaradi. Bunda suvning qovushqoqligi kamayadi va gipsli qolip kapillyarlariga uning o'tishi tezlashadi va massa qatlami hosil bo'ladi. Shliker va gipsli qolipni 30–35⁰C dan yuqori haroratda qizdirilsa, texnologik jarayon qiyinlashadi, shliker quyuqlashib qoladi.

Presslash usulida filtrpressdan chiqqan korjar propellerli aralashtirgichlarda yoyiltiriladi, keyin 016 sonli (1480 teshik sm²) elakdan o'tkazilib, elektr separatorlari yordamida tozalanadi va yig'ma

aralashtirgichlarga solinib 48 soat davomida doimiy ravishda aralashtiriladi. Lozim bo'lgan hollarda shliker vakuumlanadi.

Nopresslash usulida esa shlikerni tayyorlash uchun zoldirli tegirmonga toshsimon materiallar, suv, elektrolitlar solinib, 3–6 soat maydalaniladi. Keyin ularga tuproq materiallari qo'shilib yana 2–5 soat maydalanadi. So'ng shliker 10000 teshik/sm² li elakdan 2% gacha qoldiq qoldirib o'tilgungacha aralashtirgichga to'kilib, u yerda pishiriladi va buyumlarni quyishga beriladi. Quyishdan avval shliker 1–3 sutka davomida saqlansa, ya'ni pishitilsa, yaxshi natija beradi.

Shlikerning oquvchanligini oshirish maqsadida va suvning miqdorini kamaytirish uchun uning tarkibiga boshqa elektrolitlar (suyuq shisha bilan natriy uchpolifosfat) qo'shiladi. Shlikerning namligini pasaytirish va yarim tayyor mahsulotning mustahkamligini oshirish maqsadida 0,1–0,5% miqdorda KMTs eritmasi va YuAMlar qo'shiladi.

97-§. Kukunsimon massani tayyorlash

Kukunsimon keramik massalar deb, qattiq, suyuq va gaz fazasidan iborat bo'lgan konsentratsiyalangan dispers sistemalarga aytiladi. Uning namligi 6–12% bo'lib, massa kam yopishqoq va sochiluvchan bo'ladi. Presslash uchun kukunsimon massani filtpresslarda tayyorlash eng og'ir mehnatni talab qiladigan usul bo'lgani sababli, ko'pincha shlikerni sachratqichli quritgichlarda quritish yordamida tayyorlanadi. Bunda shlikerning namligi 40% bo'lsa, kukunsimon massaning namligi 6–8% ni tashkil etadi. Hosil bo'lgan keramik massaning donachalari sferik shaklda bo'lib, oson harakatlanuvchan bo'ladilar, bu esa ularning presslash qoliplarida barobar taqsimlanishlari uchun qulaylik yaratadi. Bittagina sachratqichli quritgich filtpressning plastlami qirqish, qurituvchi barabanning, tegirmonning, elakning ishini birgalikda bajaradi. Bundan tashqari, bunda ishchi kuchi tejaladi, kapital mablag'lar qisqaradi va h.k.

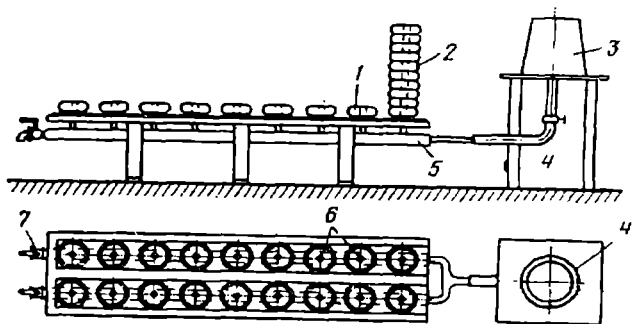
Ushbu usulning kamchiligi presslash kukunining havo bilan to'yinib qolishi va buning natijasida presslanayotgan materialning qavatlanib ketishidir.

98-§. Buyumlarni shakllash

Xo'jalik chinni buyumlarini gips qoliplarga bir shpindelli stanoklarda, yarim avtomat va avtomatlarda shakllanadi. Texnologiyani rivojlanishi natijasida buyumni shakllash va quritish bir avtomatning o'zida olib borishni ta'minlaydi. Bu avtomatlar massani olib buyumni shakllash va quritish davomidagi barcha jarayonlarni avtomatik ravishda bajaradi. Shakllab quritadigan avtomatlarda ko'p shpindelli shakllash mashinasi va quritgich polkali konveyer bilan bog'langan, bunda gips qoliplarda shakllash va quritish jarayonining barcha bosqichlarida o'tadi. Birinchi bosqichda vakuumlangan silindrik massa kesiladi va qoliplarga solinadi. Keyin konveyer qoliplarni ko'p shpindelli mashinalarga yuboradi, u yerda bir yoki ikki bosqichli shakl beriladi. So'ng shakllangan buyum konveyerda quritish kamerasiga kiritiladi, u yerda buyumni namligi kerakli namlikkacha quritiladi. Keyin buyumni qoliplardan olib keyingi jarayonlarga ketadi, qoliplar esa konveyerda massa solish uchun qayta jo'natiladi va shakllash-quritish sikli qaytarilaveradi.

Murakkab shaklli buyumlarni (oval va to'g'ri burchakli idishlar, sousniklar, salatniklar, choynak tumshug'i, dastasi va shunga o'xshash) gips qoliplarga suyuq shlikerni quyish yo'li bilan olinadi. Ilgari badiiy chinni (vazalar, haykalchalar, dekorativ buyumlar) buyumlar qo'lda yasalardi, hozir qoliplarga shlikerni quyib olinmoqda.

Bu usulda stolga (1) dumaloq qoliplar (2) o'rnatilgan (65-rasm), har bir qolipga to'g'ri shlikerni taqsimlovchi kanal bo'lib, bu kanallar stearinni qizdirilgan mineral moy eritmasi bilan moylanadi. Hamma stollarga shliker bosim bakidan (4) kran (5) orqali taqsimlovchi truboprovod (3) bilan tag qismidan beriladi. Shlikerni ortiqchasi (6) kran orqali tushirib olinadi.



65-rasm. Batareyli quyish stendi sxemasi: 1-qoliplar; 2-stolblar; 3-aralashtirgich; 4-boshqaruvchi kran; 5-shliker uzatgich; 6-litniklar; 7-kran.

Chinni shlikerining xossalari

79-jadval

Xossalari	Quyish usuli	
	To'ldirish	To'kish
Namlik, %	31-34	30-32
Elakdagi qoldiq, 10 000 teshik/sm ² , %	0,5-1,5	1-2
Oquvchanlik (Engler viskozometri bilan 7 mm chiqishi), sek	10-14	15-20
Quyushlashish	1,1-1,4	1,5-2,2

Shakllash chog'ida har xil defektlar yuz beradi. Bu defektlar asosan quritish davrida, hatto kuydirish davrida ham yuz beradi.

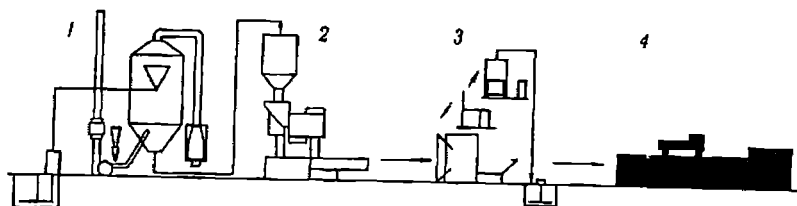
Buyumda yoriqlar paydo bo'lishi va deformatsiyanishi jarayonni me'yorida olib borilmasligidan, yarim avtomatlarni nosozligidan, gipsli qolip va massani sifatsizligidan yuz beradi. Buyum qancha yupqa bo'lsa, brak shuncha ko'p bo'ladi. Buyum chetlarini qiyshayishi qoliplardan buyumni tez olib (shakllanish jarayoni tugamasdan) quritgichga qo'yishdir.

Kerakli o'lchamdan qochish – qolipni noto'g'riligidir, stanok shpindelidagi qolipni noto'g'ri o'rnatishdan va massani qisqarish koeffitsiyentini o'zgarishida bo'ladi. Shakllanib quritilganidan so'ng

buyum tozalanadi va tekislanadi. Tarelkalar quritilganidan so'ng, maxsus stanoklarda changlar puflanib tozalanadi. Choynaklarda jo'mrak va bandlari o'rnatilmasdan oldin tekislab tozalanadi, so'ng qolgan qismlari yopishtiriladi, yopishtirish davrida namlikni (namlik chegarasi: chashka-16–17 %, choynak 17–19 % va piyola 9–11 %) bir me'yorda ushlab turish kerak.

Hozirgi kunda korxonalarda purkagichli quritgich keng joriy etilishi va yoqilg'ini tejash umumiy yo'nalishi bo'lib qolganligi tufayli chinni buyumlarni presslab olish ideyasiga, birinchi navbatda jamoat oshxonalari uchun zarur bo'lgan massivli tarelkalarni shu yo'sinda ishlab chiqarishga asos solindi.

Chinnilarni presslovchi press avtomat PR-1 aylanuvchi stol, 6-ta press-qolip va massalarni press qoliplarga barobar joylovchi mexanizmga ega. Massani namligi 6–8%, ikki bosqichli presslash kuchi 15 va 30–50 MPa bo'lgan bu avtomatda soatiga 600 dona buyumni presslab shakllash mumkin.



66-rasm. Yassi idishiarni izostatik presslashga moslashgan avtomatik liniya ko'rinishi: 1- press-kukun tayyorlash; 2-izostatik presslash; 3-elektrostatik sirlash (glazurlash); 4-bir karra kuydirishga moslashgan pech.

Germaniyada yaratilgan yassi idishlarni izostatik presslashga moslashgan avtomatik liniya (66-rasm) istiqboli katta. Bu liniya presslash uchun granulalangan kukun purkagichli quritgich orqali 1–3% namlikda tayyorlanadi. Buyumlarni qoliplash avtomatik qurilma «Isomat» orqali amalga oshiriladi. Unumdorligi soatiga 600 dona buyumni tashkil etadi.

Izostatik presslash usulining afzalliklari:

1. Buyumlarni quritish jarayoni bo'lmaydi.
2. Dumaloq shaklli bo'lmagan buyumlarni qoliplash mumkin.

3. Gipsli qoliplardan butunlay xoli bo'lish.
4. Ish maydonlarining sezilarli qisqarishi.
5. Chiqindilar miqdorining keskin kamayishi.
6. Buyumlar o'lchami va shaklning aniqligi.
7. Avtomatik liniyalar barpo etish mumkinligi.
8. Tezkor kuydirish pechlarini joriy etish mumkinligi.

99-§. Xo'jalik va badiiy buyumlarni quritish

Shakllangan buyum 20–25% namlikda bo'ladi. Bu namlikni yo'qotish uchun mahsulotlar quritiladi. Quritish davrida mahsulotning hajmi kichrayib, qolipdan oson ko'chadi va mustahkamlik birmuncha oshadi. 1,5–5% namlikkacha quritilgan buyumlarning sinishga bo'lgan mustahkamligi 2–2,5 MPa ni tashkil etadi (79-jadval). Yaxshi quritilgan buyum pishirishda boshlang'ich temperaturani tez ko'tarilishiga bardoshlidir. Quritish davrida texnologik chiqindilar hosil bo'ladi, uning miqdori korxona sharoitida 10–12 % ni tashkil etadi.

Quritish tezligi mahsulotni ichki qatlamlaridan namlikni atrofga bug'lanish tezligiga bog'liq. Bu esa mahsulotni namlik o'tkazishini oshirishga bog'liq. Namlikni bug'lanish intensivligini boshqarish, yarim mahsulotni qisqarish va qisqarish kuchlanishi, qurishni davomiyligi, issiqlik tashuvchining tezligi va xossasi olib borilayotgan quritish rejimiga mos bo'lishi kerak. Massani qisqarishi ohsa buyum deformatsiyalanadi, yoriqlar paydo bo'ladi, qoldiq kuchlanish oshadi. Buyumni ichki namligi bilan sirtidagi namlik orasida farq qancha katta bo'lsa, qisqarishdagi kuchlanish shuncha katta bo'ladi.

Namlikni intensiv ajralib chiqishida asosiy qisqarish kuzatiladi. Keyingi namlikni ajralib chiqishida qisqarish yuz bermaydi, hajmi ham

Buyumlarni siqilish mustahkamligi chegarasini namlikka bog'liqligi

80-jadval

Material	Namlik, % va siqilishga mustahkamlik, kg/sm ²		
	20	10	9
Chinni massasi	2-3	-	23
Qovushqoq gil, (Chasov-Yarsk)	12	26	40
Kaolin (Prosyantovsk)	2	7	18

o'zgarmaydi. Bunda tuproqli moddalar bir-biri bilan zichlashib karkas hosil qiladi. O'zgarmas hajmdan namlikni chiqishi natijasida yarim mahsulotda g'ovaklar hosil bo'ladi. Bu namlik g'ovak suvi deyiladi.

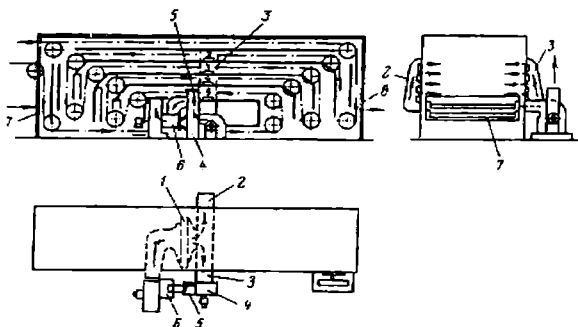
Chinnini quritishda asosan ikki xil issiqlikdan konveksiya va nurlanishdan foydalaniladi. Konveksiyali quritishda issiqlik manbai bo'lib tunnel pechining sovitish zonasidan ventilatorlar yordamida olingan issiqlik xizmat qiladi. Nurlanib (radiatsiya) quritishda elektr energiya issiqligidan, issiqlikdan nurlanuvchi metallar (asosan nixrom simi) yoki maxsus o'choqlarda yoqilgan gaz issiqligidan foydalaniladi. Murakkab shaklga ega bo'lgan buyumlarni bir xilda va tez quritishda nurlantirib quritish afzalroqdir.

100-§. Chinnini quritish usullari

Chinnini quritish issiqlik berishni ikki yo'li bilan – konveksiya va nur tarqatish orqali olib boriladi. Konvektiv usulda ishlaydigan quritgichlar:

- a) konveyerli – chinni va fayans mahsulotlari uchun;
- b) kamerali–ishlab chiqarilmaydigan mahsulotlar va gips formalar uchun;
- d) tunnelli-kapsel va gips qoliplarini quritish uchun.

Konveyerli konvektiv quritgichlardan biri «Tyuringiya» firmasining quritgichining (67-rasm). Uning uzunligi 1,5 va 14 m bo'lib, tekis mahsulotlar quritiladi. Bu quritgichda mahsulot va issiqlik yurituvchi gorizontaal harakat qiladi.

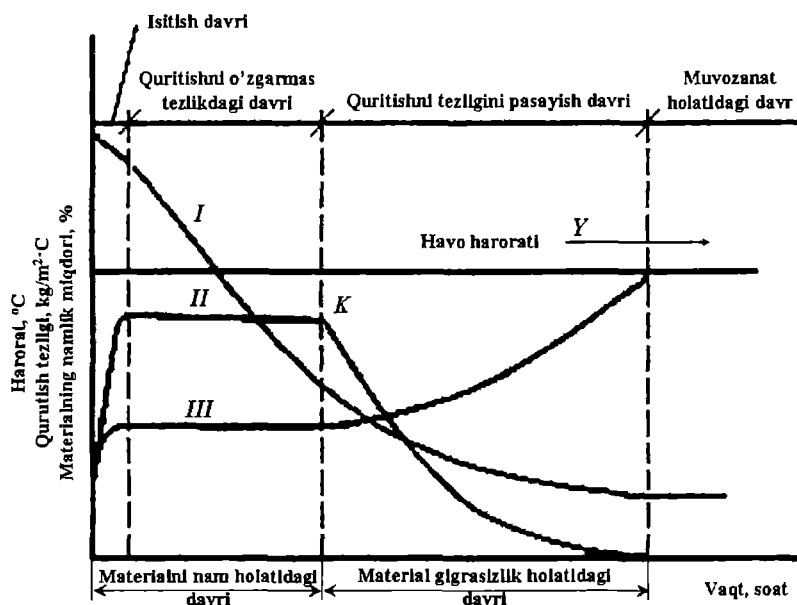


67-rasm. «Tyuringiya» quritgichi sxemasi: 1-kalorifer; 2,3-kollektorlar; 4-so'ruvchi ventilator; 5-truba; 6-patrubok.

«Tyuringiya» quritgichida kalorifer o'rniga tunnel pechi sovitish zonasidan issiq havo olib berish mumkin.

Quritgichning afzalligi elektr energiyaning, havoning, issiqlikning kam xarajat bo'lishi. Quritiladigan mahsulotlar gips qoliplarda 13–14% namlikkacha quritiladi, so'ngra qoliplardan olinib, 2-bosqich 1,5–2% namlik qolgunga qadar quritiladi.

Quyida yarim mahsulotni quritish egri chiziqlarini ko'rib chiqamiz.



68-rasm. Yarimfabrikatni quritish egri chiziqlari: I-namlikni berilishi; II-quritish tezligi; III-materialning temperaturasi; K-kritik namlik nuqtasi; R-namlikning kritik temperaturasi

Quritish uchta davr bilan xarakterlanadi:

- 1) isitish;
- 2) o'zgarmas;
- 3) tushuvchi.

Birinci davr mahsulot boshlang'ich temperaturadan to issiqlik tashuvchining temperaturasiga qadar isiydi.

Mahsulot tarkibidagi mikroskopik g'ovaklar, tuproq materiallari tarkibidagi mexanik zarrachalar suv zarrachalarini oson ushlab turgani

uchun bunday suvlar oson parchalanib chiqib ketadi. Bu davr oxiriga kelib, materialni isitish uchun sarflanayotgan issiqlik o'rtasida muvozanat hosil bo'ladi.

Ikkinchi davr (II)-qurish tezligidagi gorizontaal chiziq, qurish yarim mahsulotning yuza qismidan namlikni parchalanish tezligiga tengligini ko'rsatadi.

Bu vaqtda materialning yuzasidagi temperatura (III) o'zgarmasdir, chunki bu davrda issiqlik namlikni parchalanishiga sarf bo'ladi. Ikkinchi davrda qurishning intensivligi material yuzasidagi namlikni parchalanishidan emas, balki shu namlikni materialning ichki qatlamidan yuzasiga chiqishiga bog'liq. Bunda namlik par holda chiqqanligi sababli mahsulot namlikning katta qismini yo'qotadi, shuning uchun qurish tezligi pastga (K nuqtaga) tushib ketadi.

Uchinchi davrda qurish tezligi pasayib, materialning temperaturasi oshadi. Bu davrda namlikni yo'qotishning intensivligi materialni kritik namligidan oxirgi namligigacha bo'lgan o'rtacha namligi kattaligiga proporsionaldir.

Qurish davri mahsulotning konfiguratsiya va formasi yarim mahsulotning boshlang'ich va oxirgi temperaturasi, texnologik xossasiga bog'liq. Bu davr 10–13 daqiqadan 4 va undan ko'proq soatga teng:

Chinni tarelka birinchi stadiyasi qurishi ($W=3-4\%$) 1–16 daqiqa.

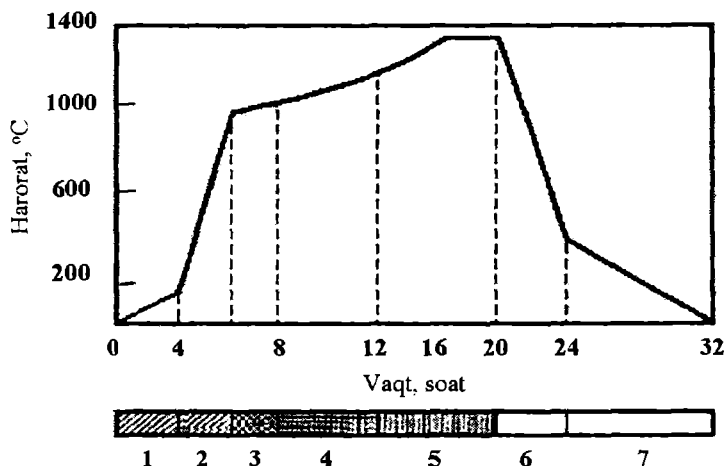
101-§. Chinni mahsulotlarini kuydirish

Chinnini kuydirishdan maqsad – kerakli fizik-texnik xossalarga ega bo'lgan sopolakni pishirib hosil qilishdan, glazurni-sirni, dekolni mahsulotning yuzasida mustahkamlashdan iborat.

Pishirish ikki marta amalga oshiriladi. Birinchi pishirish 900–1050°C da olib boriladi. Bunda sopolak mustahkamlanadi, kimyoviy bog'langan suvlar ajralib chiqadi, organik moddalar yonib ketadi. Bunday sopolak suvda erimaydi.

Lekin adabiyot sahifalarida hamda korxona sharoitlarida mutaxassislar tomonidan chinni buyumi uch marta olovga ro'para keladi degan gap ham bor. Haqiqatan ham, ularning ikki marotabasi chinnini pishirish, ya'ni kerakli xossalarga ega bo'lgan sopolakni hosil qilish bo'lsa, uchinchi kuydirish (pishirish emas) chinni ustiga chizilgan yoki yopishtirilgan bo'yoqlar (rasmlar) ni kimyoviy mustahkamlashdan iboratdir. Shuning uchun uchinchi olov ishlovi

berish utel va politoy pishirishga nisbatan anchagina past haroratda olib boriladi.

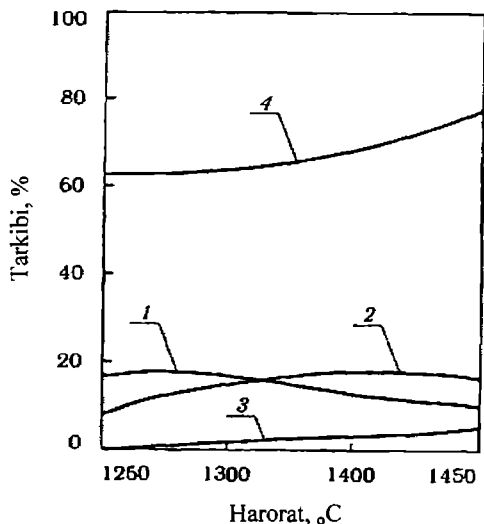


69-rasm. Chinni kuydirishning tipik chiziqlari va pechdagi temperatura –gazli rejim: 1-oxirigacha quritish; 2-isitish; 3-ushlab turish; 4-qaytariluvchi olov; 5-neytral olov; 6,7-sovutish.

Chinnini dastlabki kuydirish 850–1050°C larda olib boriladi (69-rasm). Uning natijasida mexanik mustahkamligi 10 Mpa dan yuqori bo'lgan va suv yutuvchanligi 16–19 % bo'lgan material hosil bo'ladi. Yarim tayyor mahsulotlarning rangi bunda kul rangdan pushti jilosi bo'lgan oq ranggacha o'zgaradi. Dastlabki kuydirishdan chiqqan material suvda bo'kmaydi va yaxshi sirlanadi. Birinchi kuydirishdan so'ng bular sir osti bo'yoq, angob, tuz eritmaları yordamida bezalishi yoki sirlanishi, keyin esa ikkinchi bor kuydirishga yuborilishi mumkin.

Ikkinchi pishirish bir necha bosqichlarga bo'linadi.

1-bosqich. Temperatura 900–940°C ga ortishi bilan boradi (69-rasm). Pech ichida oksidlanish muhiti yaratiladi. Bu bosqichda materialning bir oz miqdordagi pishishi kuzatiladi. Bu bosqichda ikki va undan ko'p komponentli evtektikalar Na_2O , H_2O , SiO_2 , FeO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO va MgO ishtirokida 750°C li harorat ta'sirida hosil bo'la boshlaydi. Ayniqsa, evtektikalarning hosil bo'lishi Na_2O - CaO - SiO_2 uch komponentli sistemasi uchun xos.



70-rasm. Kuydirish jarayonida chinni fazaviy tarkibining o'zgarishi: 1-kvars; 2-mullit; 3-kristobalit; 4-shisha faza.

Birinci bosqich davomida chinni massasidan gigroskopik suv qoldiqlari uchib ketadi, tuproq (kaolin va gil) va slyuda kimyoviy bog'langan suvni yo'qotish yo'li bilan parchalanadi, karbonatlar parchalanib CO_2 gazi uchib chiqib ketadi, gillardan organik moddalar (qoldiqlar) oksidlanib kuyib ketadi. Qizdirish vaqti massa tomonidan yutilgan gazlarning anchagina qismi ham chiqib ketadi. Natijada qattiq fazada kechadigan reaksiyalar tufayli materiallarning qisman pishishi ta'minlanadi.

2-bosqich. Bu bosqichda temperatura $940\text{--}1040^\circ\text{C}$ atrofida o'zgarmas muhitda oksidlovchi muhit sharoitida ushlab turiladi. 1-bosqichda temperatura tez ko'tarilishida buyumlarda temperaturalar farqi hosil bo'lgan shu farqni yo'qotish uchun berilgan temperaturada ushlab turish uchun sharoit yaratiladi. Temperaturalarni to'g'irlash – pishirish jarayonini muhim qismi qaytaruvchanlik muhitiga tayyorlanadi. Oksidlanish muhitida buyum g'ovaklaridagi hamma uglerodlar qaytaruvchan muhiti boshlanguncha yonib bo'lishi kerak. Qaytaruvchanlik muhitida sir qatlami qaynab yoyiladi. Kislorod yetishmasligidan yonib ulgurmagan uglerod chinniga kul rang beradi yoki buyum sirtini mayda nakol nuqtalari singari dog'lar hosil qiladi.

Bu davrda oz miqdorda shisha faza hosil bo'lib, massani qattiq zarrachalarini bog'lab mexanik mustahkamlikni oshiradi.

Uchinchi bosqichda temperatura 1250°C gacha ko'tarilib, qaytaruvchi muhit yaratiladi (69-rasm). Buning natijasida Fe_2O_3 CO yordamida FeO gacha qaytariladi, ikki valentli temir esa kremnezem bilan silikat hosil qilib, chinnining sarg'ish rangini zangori rangga o'zgartiradi. Qaytaruvchi muhitni yaratish uchun yoqilg'ining yonish mahsulotlarida uglerod oksidining konsentratsiyasi oshiriladi (3–4 % gacha). Buning uchun $900\text{--}1250^{\circ}\text{C}$ temperaturada gorelkaga berilayotgan havoning miqdori rostlanadi. Ushbu bosqichda massada shishasimon massaning hosil bo'lishi jadallashadi va materialdagi kapilyear va g'ovaklarni to'ldirishi natijasida buyumlarda kuchli qisqarish hosil bo'ladi. Shisha fazaning vujudga kelishi asosan dala shpatining suyuqlanishi natijasida ro'y beradi. Yana bu bosqichda mullitning ignasimon kristallari hosil bo'lib, sirning suyuqlanishi boshlanadi.

To'rtinchi bosqich 1250°C dan boshlanib $1350\text{--}1410^{\circ}\text{C}$ larda tugaydi (69-rasm). U neytral muhitda borib, tutun gazlari tarkibida uglerod oksidining konsentratsiyasi 0,5 % ga teng bo'ladi. Ushbu bosqich davomida buyumlar maksimal temperatura sharoitida 1–1,5 soat ushlab turiladi.

Bu bosqich davomida oxirgi pishish ro'y beradi, sirni yoyilishi va uni sopolak bilan erishi, birlashishi yuz beradi. Kaolin qoldig'idagi amorf kremnezem bilan dala shpatli shisha o'zaro aktivligi oshib, ular kristall fazalardagi g'ovaklarni yanada to'ldiradi. Bir vaqtda dala shpatili shishada mullit kristallari yiriklashadi va kvars qoldiqlari kichiklashadi, yangi hosil bo'lgan kristallarning sopolakda bir xil taqsimlanishi yuz beradi. Mullit ignali kristallar buyumni mexanik mustahkamligini va termik bardoshligini oshiradi.

Beshinchi bosqich – sovutish bosqichidir. Bunda temperatura avval katta tezlikda, keyin esa sekinlik bilan tushiriladi. Sovutish vaqtida sirning suyuqlangan holatidan qattiq holatga o'tishi va sirning qotish nuqtasi katta ahamiyatga egadir. Bosqich davomida buyumlar soatiga $200\text{--}250^{\circ}\text{C}$ tezlikda $800\text{--}700^{\circ}\text{C}$ gacha sovutiladi, so'ng jarayon sekinlashadi, 573°C dagi modifikatsion o'zgarish α -kvars (α -kristabolit, α -tridimit) ni β -kvarsqa o'tishi, sopolak ichki va tashqi qatlamida sovish tezligi har xil bo'lganligidan ichki kuchlanish hosil bo'lib, u hajmni qisqarishi bilan boradi. 550°C dan so'ng buyumni

sovutish tez sovuq havo berish hisobiga boradi. Chinni buyumlar to'liq pishirilgandan so'ng 13–17 % ga buyum qisqaradi.

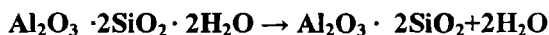
Chinni buyumlarini kuydirish jarayonida termodinamik sharoitlarni belgilab beruvchi parametrlar hisoblanilishi, temperatura, gaz muhiti, aerodinamik rejim va massa tarkibiga qarab murakkab tarzda fizik kimyoviy o'zgarishlar sodir bo'ladi. Ularda suvsizlanish, massa komponentlarini parchalanish, organik birikmalarni ajralib kuyishi, massa komponentlarini o'zaro reaksiyaga kirishi natijasida yangi kristall fazalarni hosil bo'lishi, oson suyuqlanuvchan evtektikalarning suyuqligi natijasida suyuq fazaning vujudga kelishi, polimorf o'zgarishlar va boshqalar kiradi.

Massa minerallarini qizdirish davrida o'zgarish jarayoni 3 ta bosqichda ro'y beradi: mineralning parchalanishi, polimorf o'zgarishlar va yangi mineral va birikmalarni hosil bo'lishi. Chinni, yarim chinni va fayans massalari odatda uchta komponentdan, ya'ni tuproqli komponentlar, dala shpati va kvarsdan iborat bo'lgani uchun, ular orasidagi jarayonlar o'lchamlari diagrammalar hisoblanishi $K_2O-Al_2O_3-SiO_2$ va $Na_2O-Al_2O_3-SiO_2$ sistemalari asosida yuz beradi.

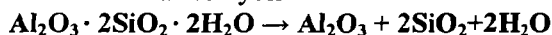
Chinni buyumlarini kuydirish jarayonida tuproq va toshsimon minerallarida sodir bo'ladigan o'zgarishlar

Kaolinit va boshqa tuproq minerallari qizdirish davrida murakkab o'zgarishlarni boshdan kechirib, bu o'zgarishlar termogrammada termik effektlar bilan ifodalanadi.

Buyumlar takibidagi erkin holdagi suv 80–160°C atrofida chiqib ketadi, bunda qizdirish tezligi oshirilsa, buyumlarda darz va yoriqlar vujudga kelishi mumkin. Kimyoviy bog'langan suvning yo'qolishi 450–850°C ga to'g'ri kelib, aniq temperaturada tuproq mineralining tabiatiga, strukturasiga va qizdirish tezligiga bog'liq bo'ladi. Erkin va bog'langan holdagi suvning yo'qolishi endotermik effekt bilan bog'liq holda kechadi. Kaolinitning degidratlanishi quyidagi reaksiya ostida boradi:

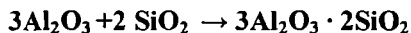


Ko'pchilik olimlarning fikricha, metakaolinit kaolinitning mullitga aylanish jarayonidagi o'tkinchi faza hisoblansa, boshqa olimlar kaolinitning degidratlanish (suvsizlanish) natijasida erkin holdagi oksidlar hosil bo'ladi deb ta'kidlaydilar:



Termogrammada 900–1050°C atrofida kuzatilgan birinchi ekzotermik effekt metakaolinitning erkin oksidlarga parchalanishi, izomorf holdagi – glinozyomning vujudga kelishi va uni intensiv ravishda kristallanish jarayoni bilan bog‘liq deb taxmin qilinadi. 1150–1300°C va 1210–1320°C temperatura oraliqlarida qayd etilgan ikkinchi va uchinchi ekzotermik effektlar mullit va kristabollitning vujudga kelishi bilan tushuntiriladi (70-rasm).

Erkin oksidlar asosida mullitning hosil bo‘lishi quyidagi reaksiya orqali borishi mumkin:



yoki mullitning metakaolinitdan hosil bo‘lishi:



Mullit yuqori darajada termodinamik barqaror holdagi birikma bo‘lib, unda alyuminiy ionlari kislorodga nisbatan to‘rtinchi va qisman oltinchi koordinatsiyada bo‘ladi.

Massada hali suyuq faza hosil bo‘lmagan sharoitda vujudga kelgan mullit kurtaklanish holatida bo‘lib, u juda mayda bo‘ladi va oddiy usullar yordamida anglab olish qiyindir. Bu mullitni birlamchi mullit deb ataladi.

Ignasimon mullitning hosil bo‘lishi esa 1200°C dan boshlanadi (70-rasm). 1300°C temperatura sharoitida birlamchi shisha fazasida to‘liq kristallanadi, natijada tarkibida mullit bo‘lmagan ikkilamchi shisha fazasi vujudga keladi.

Kaolinitdan mullitning hosil bo‘lish jarayoni quyidagicha yozilishi mumkin:

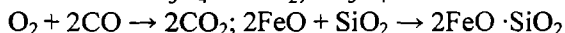
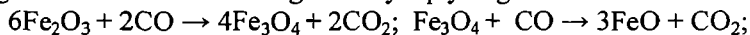
Kaolinit → metakaolinit → shpinel tipidagi faza → mullit fazasi → mullitning rivojlanishi.

Mullitning hosil bo‘lish jarayoniga turli qo‘shimchalar, kattalik – aktiv aralashmalar va mineralizatorlar katta ta‘sir ko‘rsatadi. Gaz muhitning qaytaruvchilik maydonida ham mullitning hosil bo‘lishi ortadi.

Temperaturaning oshishi bilan hosil bo‘lgan mullitning miqdori pasayadi, chunki mayda kristallar kristallizatsiya jarayoniga uchrab, bir- biri bilan chambarchas to‘qima holida birlashib ketgan ignasimon ikkilamchi mullitga aylanadilar. Ushbu mullit to‘qimasi shisha fazasiga singib, unga muhim xususiyatlar baxsh etadi. Chinni tarkibida mullitning maksimal miqdori 25 % gacha boradi.

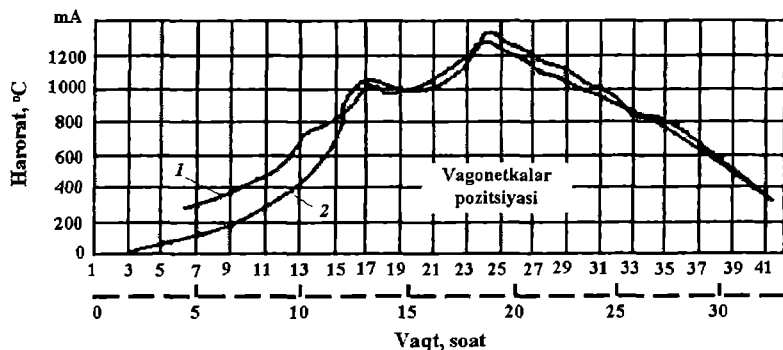
Kuydirish jarayonida temir oksidlari orqali sodir bo‘ladigan jarayonlar haqida quydagilarni aytish mumkin. Masalan, temir

oksidining miqdori 1–2 % dan oshmasligi kerak. Bu bosqichda harorat 1250°C ga ko'tariladi. Pishish qaytariluvchi gaz muhitida boradi, unda temir (Fe) oksidi temir (II) oksidiga qaytariladi va silikatlar hosil bo'ladi, sopolakka sarg'ish rang beradi. Qaytarish jarayoni 3 soatdan 5 soatgacha davom etadi. Undagi reaksiya quyidagicha boradi.



Temir (II) oksidi yengil eruvchan birikmalarni hosil qiladi, bu birikmalar chinnini oqligini hosil qiladi. Bu bosqichda sopolak pishishi davom etadi, yana ipsimon mullit kristallari hosil bo'ladi va sir erishi boshlanadi.

Tunnel pechlarida chinni massalarini ikkinchi pishirishga oid rejim 71-rasmda keltirilgan. Pishirish egri chiziqlari politoy kuydirishlardagi vagonetkalariga oid (balandligi, o'rtasi va past qismi) o'xshashlik va farqlarni yaqqol ko'rsatib turibdi.



71-rasm. Tunnel pechida chinni idishlarini pishirish rejimini egri chiziqlari: 1- vagonetkaning o'rta qismi (tagidan 0,7 m yuqorida); 2 – yuklangan vagonetka pastki qismi.

Quyida pishirilgan buyumning texnologik va fizik xossalariga oid raqamlari kiritiladi:

Chinnining suv yutuvchanligi, %	0-0,04
Bukishga mustahkamligi, MPa (kg/sm ²)	65-114
(660-1150)	
Siqishga mustahkamligi, MPa (kg/sm ²)	392-647
(2000-6000)	

Umumiy qisqarish, %	12,8-14,5
IKChK, 10^{-6}	4-6,5
Pishish temperaturasi, °C: sirlanmagan buyum	800-900
Sirlangan buyum	650-1430
Badiiy ishlangan buyum	650-800

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Chinni buyumlarining qanday turlarini bilasiz?
2. Qattiq va yumshoq chinnilarga xos xossa - xususiyatlar haqida tushuncha bering.
3. Chinni mahsulotlariga xos bo'lgan texnologik tizim haqida gapirib bering.
4. Chinni massalarining qaysi turlarini bilasiz?
5. Plastik usulda massa qanday tayyorlanadi?
6. Shlikerli oquvchan massaga qanday talablar qo'yiladi?
7. Kukunsimon massani tayyorlashning samarali usuli qanday bajariladi?
8. Buyumlarni shakllash haqida gapirib bering.
9. Shakllangan buyumlar qanday kuydiriladi?
10. Kuydirish jarayoni va anjomlari haqida fikr bildiring.

Tayanch so'z va iboralar

Plastik massa, shliker, kukunsimon massa, plastifikator, vakuumlash, qattiq chinni, yumshoq chinni, nasos, filtrpress, elektrolit, korj, massa myalka, gips qoliplari, oquvchanlik, filtrlash qobiliyati, sachratqichli quritgich, presslash qoliplari, qavatlanish.

Termodinamik sharoit, gaz muhiti, aerodinamik rejim, oson suyuqlanuvchi evtektika, polimorf, o'zgarishlar, rekristallanish, endotermik effekti, ekzotermik effekti, metakaolinit, shishasimon faza, birlamchi mullit, ignasimon mullit.

22-bob. CHINNI MAHSULOTLARINI SIRLASH VA BO'YASH

102-§. Sir ta'rifi va turlari

Yengil eruvchan suspenziyalarni keramika buyumlariga qoplash va yuqori haroratda kuydirish natijasida buyum tanasida qalinligi 0,1–0,3 mm li ingichka shishasimon qatlam hosil qiluvchi moddalarga sir (glazur) lar deb ataladi. O'zining kimyoviy tarkibiga ko'ra sirlar kremnezem, glinozyom-ishqoriy silikat va metall oksidlarining shishasimon ko'rinishdagi qattiq eritmasi hisoblanadi. Sir bilan qoplangan chinni fayans mahsulotlari harorat ko'tarilishi bilan erish temperatura nuqtasiga ega bo'lmagan holda sekin-asta yumshaydi. Shuning uchun sirlarning yumshash va quyilish temperaturalari keramika materiallarining pishish intervali doirasida bo'lmoqligi lozim.

Sir (glazur) chinni mahsulotlariga suv yutmaslik, sopolak g'ovakli bo'lsa, uning g'ovaklarini to'ldirib, chinnini ishlatish davrini uzaytirish, shuningdek, tashqi estetik ko'rinishini yaxshilash uchun ishlatiladi. Sirning chinni sopolagiga mos tushishini ko'rsatuvchi asosiy faktori issiqlikdan kengayish chiziqli koeffitsiyenti (IKChK) dir.

Tajribalardan ko'rinadiki, chinnini umumiy mustahkamligini va issiqlikka chidamligini oshirish uchun glazur IKChK i chinni sopolagi IKChK idan ozgina kichik bo'lishi kerak. Buning natijasida sir qatlamida mahsulot sovitayotganida siqilish quvvati hosil bo'ladi. Shishaning mustahkamligi siqilish vaqtida cho'zilish vaqtidagiga nisbatan ancha yuqori bo'lgani uchun, sirning siqilish quvvati mahsulotning mustahkamligini 40–50% oshirishga olib keladi.

Chinni uchun $IKChK = (3,6 \div 4,5) \cdot 10^{-6}$, toshli mahsulotlar uchun $IKChK (3,6 \div 4,5) \cdot 10^{-6}$

Chinni mahsulotlarini sirlash bo'yicha uchraydigan defektlarga kiradi:

1) Sopolak IKChK i sirning IKChK idan katta bo'lsa, sir chinni (glazur) yuzasidan ajrala boshlaydi.

2) Sopolak IKChK i glazur, sir IKChK idan kichik bo'lsa, u holda tsek hosil bo'ladi, ya'ni darzlar hosil bo'lishi kuzatiladi.

Tarkibiga qarab sirning quyidagi turlari bor:

a) dala shpatili;

- b) bor-qo'rg'oshinli;
- d) sirkonli;
- e) litiyli.

Dala shpatili sir boshqa sirlardan qattiqligi, erish temperaturasi yuqoriligi bilan ajralib turadi. U qattiq chinni va qattiq fayans uchun ishlatiladi. Bir tarkibli sirlar zararsiz bo'lib, tarkibida borli minerallarning miqdorini tez-tez o'zgarishiga qarab, kam qo'llaniladi.

Sirlar nur o'tkazuvchanligiga qarab, shaffof va bo'g'iq'larga bo'linadi.

Rangiga qarab sirlar rangli va rangsiz bo'ladi.

Sir qoplamı 80–260 mkm oralig'ida, ko'pincha 120–140 mkm qalinlikda bo'ladi. Siming asosiy fazasi shaffof shishadir. Rangsiz sirlar nafis keramika buyumlarini sirlashda qo'llaniladi. Rangli sirlarni sir tarkibiga rangli oksidlar yoki tuzlar qo'shish bilan olinadi.

Erish temperaturasiga ko'ra sirlar yengil eruvchan va qiyin eruvchanga bo'linadilar. Qiyin eruvchan sirlar tarkibida kremnezem miqdori ko'p bo'lib ishqoriy va ishqoriy-yer oksidlar kam bo'ladi, yengil eruvchan sirlarda aksincha.

Sirlar tayyorlanishiga qarab, frittalanmagan xom va frittalanagan bo'ladi. Xom sirlar tarkibida suvda eruvchi komponentlar bo'lmasa qo'llaniladi, frittalanagan sir agar tarkibida suvda eruvchi komponentlar (soda, bura va boshqalar) bo'lsa ishlatiladi. Bunda sir shixtasi eritiladi, ya'ni fritta tayyorlanadi, suvda eruvchi komponentlar erimaydigan holatga o'tadi. Frittalash sirni quyish temperaturasini pasaytiradi, uning tarkibini bir xillikka olib keladi. Xom sirlar chinni va yarim chinni buyumlarni sirlashda, frittalanagan sirlar – fayans, mayolika, yumshoq chinnini sirlashda ishlatiladi.

103-§. Sirlar tarkibi

Sir tarkibi uni qaysi usulda tayyorlashga qaramay, kremnezem va glinozyom 82–90% ni tashkil etadi. Bunda SiO_2 miqdori Al_2O_3 miqdoridan 10 baravar ko'p, silikat moduli $\text{SiO}_2: \text{Al}_2\text{O}_3$ 4,2 6,2 ni tashkil etadi.

Fayans uchun tayyorlangan sir chinni siridan oksidlar miqdori ko'pligi, kislotalik koeffitsiyenti kamligi 1,5–2,5, IKChK ni kattaligi $5-6,8 \cdot 10^{-6}$ $1/1^0\text{S}$, fayans tarkibidan katta farqi borligi uchun tsek bo'lishiga moyilligi yuqoriligi, qattiqligi kam, kam shaffofligi bilan ajralib turadi. Ular chinni siriga nisbatan yengil eruvchanroqdir.

Asosiy erituvchi sifatida fritta tarkibiga V_2O_3 bura yoki gidroboratsit ko'rinishida qo'shiladi. Bor angidridi qo'shish bilan chiziqli termik kengayish koeffitsiyenti kamaytiriladi, bu sir va sopolak orasidagi kuchlanishni kamayishiga olib keladi.

Sirlarning erish haroratlari

81-jadval

Buyum	Qisqarish boshlanishi, °C	Pishish boshlanishi, °C	Pishishning tugashi (oquv boshlanishi), °C	Erish (boshlanishi), °C
Chinni	1100-1150	1140-1180	1220-1250	1250-1280
Fayans	700-750	850-900	1060-1100	1050-1150
Past haroratli chinni	750-1070	750-1070	900-1160	1120-1160
Yarim chinni	1000-1020	1060-1080	1100-1130	140-1160
Mayolika	720-780	820-860	920-960	900-1000

Sir tarkibidagi har bir komponent uning xossasiga ijobiy ta'sir etadi. Masalan, SiO_2 sirning asosiy komponenti bo'lib, uning hamma ko'rsatkichlarini yuqoriga ko'taradi. Stronsiy oksidi oqlik darajasini, mustahkamligini oshirib, yaxshi erib tarqalishiga yordam beradi. Al_2O_3 asosiy qism bo'lib, tsek bo'lish defektini kamaytiradi, qiyin erishni oshiradi. CaO – mustahkamlikni oshiradi.

Tayyor mahsulotning ustki qismida qaysi temperaturada shishasimon qatlam hosil bo'lishiga qarab sir qabul qilinadi.

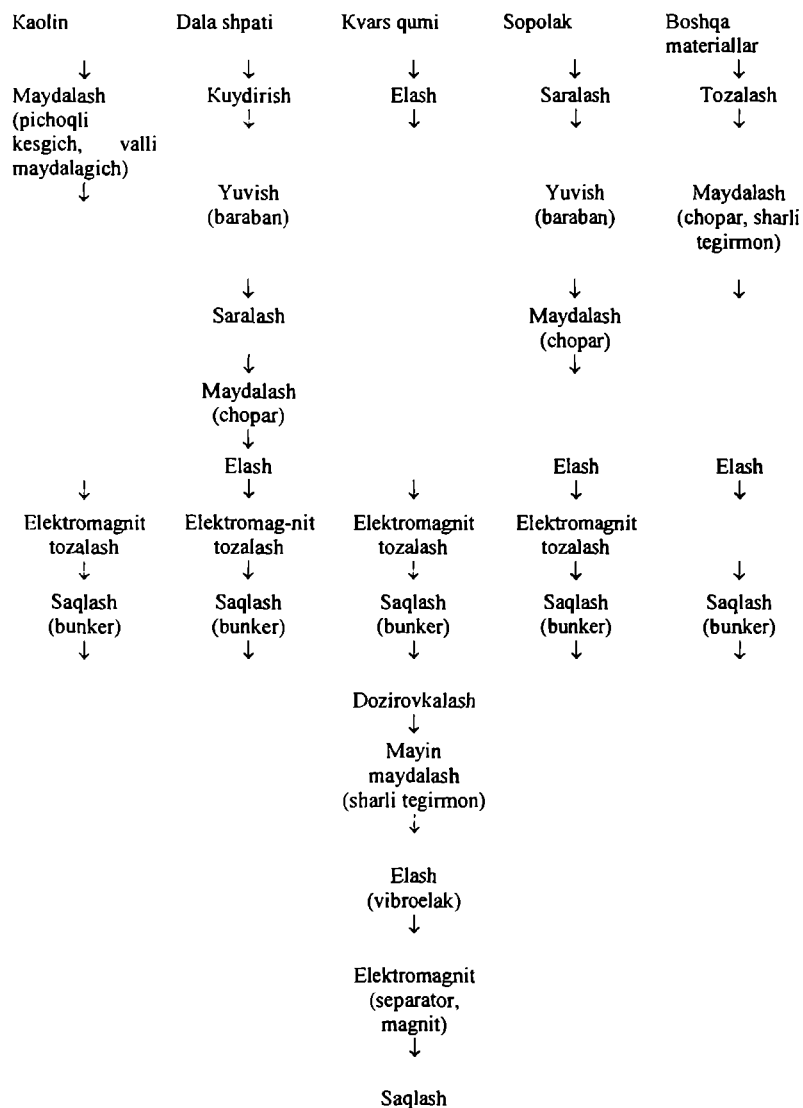
104-§. Sir tayyorlash texnologik tizimi

Sir tayyorlash texnologik jarayoni chinni massasi tayyorlash jarayonidan farq qilmaydi. Xomashyoning kimyoviy tarkibi va o'zi juda toza bo'lishiga alohida e'tibor berish kerak.

Chinni sirining molekular formulasi

(0,014 Li_2O 0,128 K_2O 0,417 CaO 0,327 MgO 0,114 ZnO 0,577 Al_2O_3 4,595 SiO_2).

Xom sirni tayyorlash texnologik tizimi



Sir avvaldan tozalangan, kuydirilgan mahsulotlarga surtiladi. Pishish vaqtida sir eriydi va shishasimon qobiq hosil qilib tarqaladi. Agar mahsulotni yuza qismi iflos bo'lsa, sir oqib tushadi va bir necha turli defektlar hosil bo'ladi. Buning oldini olish maqsadida mahsulot charxlanadi, siqilgan havo bilan purkab tozalanadi, bundan tashqari mexanik usulda tozalagich yordamida ham tozalanadi. Sirlashning eng keng tarqalgan usullaridan biri mahsulotni suyuq sirga botirib olishdir. Bundan tashqari purkagich (pulverizator) yordamida ham sirlanadi. Bir xil qalinlikda sirlash uchun:

- 1) sir suspenziyasining zichligini areometr bilan o'lchab turish kerak;
- 2) suspenziya cho'kib qolmasligi uchun uni aralashtirib turish zarur;
- 3) buyum sir suspenziyasi ichida bo'lishiga e'tibor qilish kerak.

105-§. Bo'yash uchun kerakli bo'yoqlar

Chinni mahsulotlarni bo'yash uchun keramik bo'yoqlardan foydalaniladi. Keramik bo'yoqlar pigmentlar, flyuslar va bir qator yordamchi komponentlardan iborat bo'ladi.

Pigmentlar asosan metall oksidlari va ular birikmalaridan tashkil topgan bo'lib, ularga:

– shpinel tipidagi alyuminatlar, granit, villemmit, volfram va boshqa qattiq eritmalar yoki kimyoviy birikmalar kiradi. Pigment tarkibidagi rang tashuvchi xromoforlar bo'yalgan oksidlar Vi, Fe, Co, Cd, Mn, Cu va boshqalardan iborat.

Flyuslar – yengil eruvchan silikat shisha bo'lib, bo'yoqlarga yaltiroqlikni beradi. Ular bir xil tarkibli, yaxshi eritilgan, qo'shimchalarsiz bo'lishlari kerak. Maydalangan flyus 0056 elakda qoldig'i 0,5 % dan ko'p bo'lmasligi kerak. Nam yutuvchanligi 1% dan oshiqmas. Keramik bo'yoqlar sir osti va sir usti bo'yoqlarga bo'linadi. Sir osti bo'yoqlar issiqqa chidamli mineral pigmentlardan tayyorlanadi. Ular chinni uchun ishlatiluvchi bo'yoqlarga (1350–1410°C da pishuvchi) va fayans uchun ishlatiluvchi (1050–1280°C da pishuvchi) bo'yoqlarga bo'linadi. Yuqori temperaturali bo'yoqlar chegaralangan rangda bo'lib, asosan kobalt birikmalaridan iborat. Sir osti bo'yoqlar pigment va sirni ho'l usulda sharli tegirmonda aralashtirish va maydalash yo'li bilan olinadi. Sir osti bo'yoqlar yuqori temperaturaga

chidamli, chinnini kuydirish jarayonida qaytariluvchi muhitga qarshi tura oladigan bo'lishi shart.

Sir osti bo'yoqlar uzoq muddatga chidamli bo'ladi, chunki sir bilan qoplangan, shuningdek, iqtisodiy samaradorlikka ega, negaki, sir osti bo'yoqlarga qo'shimcha kuydirish jarayoni kerakmas.

Sir usti bo'yoqlar yengil eruvchan shisha (flyus) bilan mineral pigmentlar aralashmasidan iborat.

Pigmentlar Co, Cd, Fe, Mn oksidlari va birikmalari asosida tayyorlanadi.

Sir usti bo'yoqlar sirlangan yuzaga sir osti bo'yoqqa nisbatan mustahkam yopishmaydi va ekspluatatsiya davrida tezroq ko'chadi.

Sir osti bo'yoqlari tayyorlanishi:

pigment va sir sharli tegirmonda aralashtiriladi va unga dekstrin, glitserin yoki shakar solinadi, so'ng $0,0085$ (4450 tesh/sm²) elakdan 1% qoldiq qolguncha o'tkaziladi. Sir osti bo'yoqlar mufel yoki elektr pechlarda past temperaturada kuydiriladi. Glitserin-plastifikator sifatida, skipidar – bo'yoqqa oquvchanlik berish uchun, kanifol spirtini eritish uchun ishlatiladi.

Buyumlarga gul solishning bir necha turlari mavjud:

- a) aerografiya;
- b) dekolmaniya;
- d) shtamp yordamida gul bosish;
- e) qog'ozdan rasm ko'chirish;
- f) qo'lda gul chizish.

Aerografiya usuli mahsulotga bir xil fon beradigan turli rasmlarni tushirishda ishlatiladi. Bu usulda pulverizator yoki aerograf mahsulotning trafaret bilan yopilmagan qismiga bo'yoq purkaydi.

Aerografiya maxsus xonalarda olib boriladi. Bu usulda qo'llaniladigan trafaretlar qalinligi $0,3$ mm gacha bo'lgan yupqa rux folga yoki plastmassalardan tayyorlanadi. Bo'yoqlar quruq dekstrin yoki uning 45–50% suvli eritmasida aralashtirib so'ngra ishlatiladi.

Dekolmaniya – bu usulda maxsus qog'ozga tushirilgan rangli rasmlarni chinni yoki fayans idishlarga tushiriladi. Sir ustidan beriluvchi dekolni yelimlash uchun maxsus yelimli mastikadan foydalaniladi. Uning tarkibida 30–35% kanifol va 65–70% skipidar bor.

Shtamp yordamida gul solish usuli – bu usulda shtempeldan foydalaniladi, u yog'och dastakdan va unga yopishtirilgan 6–10 mm qalinlikdagi prokladkadan iborat. Shtempelni bo'yoq yoki tilla

aralashmasiga botirib, so'ng uni mahsulotning ustki qismiga yengil bosish yo'li bilan o'tkaziladi.

Sir usti bo'yoqlar 600–850°C da kuydiriladi. 120–150°C dan 400–450°C temperatura intervalida organik birikmalar (skipidar qo'shimchalar, yog'lar va boshqalar yonadi, 600°C dan sir yumshay boshlaydi, flyus eriydi va u bo'yoq bilan sirni mustahkam birikishiga olib keladi. Sir usti bo'yoqlarni oksidlangan gaz muhitida olib borish, bo'yoqni qaytarilishiga yo'l qo'ymaslik kerak.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Chinni mahsulotlarini sirlashning mohiyati.
2. Sirning tarkibi.
3. Sirlarning tarkibiga ko'ra turlari.
4. Xom sirni tayyorlash texnologik tizimi.
5. Pigmentlar nima va ular qanday tayyorlanadi?
6. Bo'yoqlarning turlari.
7. Bo'yoqlarni tayyorlash jarayoni.
8. Bo'yoq tayyorlashda ishlatiluvchi qo'shimcha materiallar.
9. Chinni buyumlarini bezash usullari.
10. Bo'yoqlarni turlarga ko'ra pishirish jarayoni.

Tayanch so'z va iboralar

Sir, sopolak, issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti, issiqlikka chidamlilik, sirning siqilish quvvati, tsek, shaffof, fritta, pigment, sir osti bo'yog'i, sir usti bo'yog'i.

23-bob. XO'JALIK FAYANSI ISHLAB CHIQARISH

106-§. Fayans ta'rifi, turlari va tarkibi

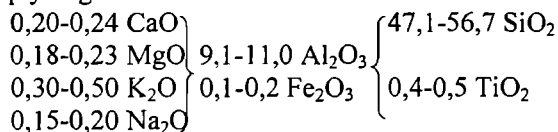
Fayans deb, oq rangli, g'ovakli, shaffof, sir bilan qoplangan, yumshoq sopolakka ega bo'lgan va yetarli darajada pishmagan keramik buyumlarga aytiladi. Ularga yarim chinni, dala shpatli yoki qattiq fayans, tuproqli fayans, ohakli fayans, shamotli fayans, rangli va oq sopolakka ega bo'lgan mayolika, sanitariya-qurilish va sanitariya texnika buyumlari kiradi.

Fayans chinnidan g'ovakligi va suv yutuvchanligi (9–12%) bilan farqlanadi. Sirlanmagan fayansni texnik yoki xo'jalik maqsadlarda ishlatib bo'lmaydi, chunki u suv va gazni tez yutadi.

Fayans yengil eruvchan sirlar bilan, shu jumladan, bor-qo'rg'oshinli sir bilan sirlanadi va 1050–1150°Cda kuydiriladi. Shuning uchun birlamchi biskvit kuydirish 1250–1280°Cda fayans uchun asosiy kuydirish hisoblanadi, chinnidan asosiy farqi ham shunda.

Fayans turlarining ichida dala shpatli fayans (qattiq fayans) glinozyomli yoki ohakli fayansga nisbatan yuqori mexanik qattiqligi bilan farqlanadi va kengroq qo'llaniladi. Bu fayansning xarakterli belgilaridan biri tarkibida eruvchilarning miqdori ko'pligidir.

Dala shpatli fayansning keng tarqalgan turlaridan birining molekular formulasi quyidagicha ifodalanadi:



Fayans massalarining tarkibi turli-tuman. Misol tariqasida to'rt misol keltiramiz:

1. Tuproqli fayans massa tarkibida 30–35% qovushqoq tuproq, 30–35% kaolin va 31–36% kvars yoki kvars qumi bilan 2–5% dala shpati bo'ladi;

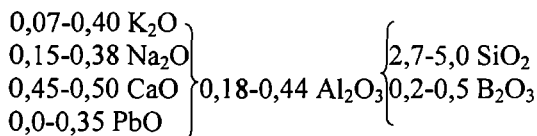
2. Qattiq yoki dala shpatli fayans. Massa tarkibiga 45–65 % kul rang gilmoya, 25–40% qumtosh va 8–15% dala shpati kiradi. Bunday massa util kuydirilishi 1250–1280°C da, politoy kuydirilishi esa 1100–1200°C atrofida bo'ladi.

3. Ohakli fayans tarkibiga 30–40% gil, kvars, 0–10% dala shpati va 10–15 % ohaktosh kirgan bo‘ladi.

4. 48–50% gil va kaolin, 40–45% kvars va 5–10% dala shpati kirgan massa yarim chinni massasi bo‘lib xizmat qiladi.

Fayans buyumning ishlatilish muddati, manzaraliligi sirning mexanik qattiqligi va kimyoviy barqarorligiga bog‘liq.

Fayans uchun sirning tarkibi murakkab bo‘lib quyidagi formula bilan ifodalanadi:



Fayansning termik kengayish koeffitsiyenti xomashyoning tarkibiga, kvarsning maydalanish darajasiga, kuydirish temperaturasiga hamda massa tarkibiga kiritiluvchi dala shpati tarkibiga bog‘liq.

Fayansni sirlash uchun hozirgi vaqtda borli yoki bor-qo‘rg‘oshinli, termik kengayish koeffitsiyenti $55-80 \cdot 10^{-7}$ oralig‘ida elastik sirlar ishlatiladi. Fayans sir taranglik moduli $5700-6800 \text{ kg/sm}^2$

107-§. Ishlab chiqarish texnologik tizimi

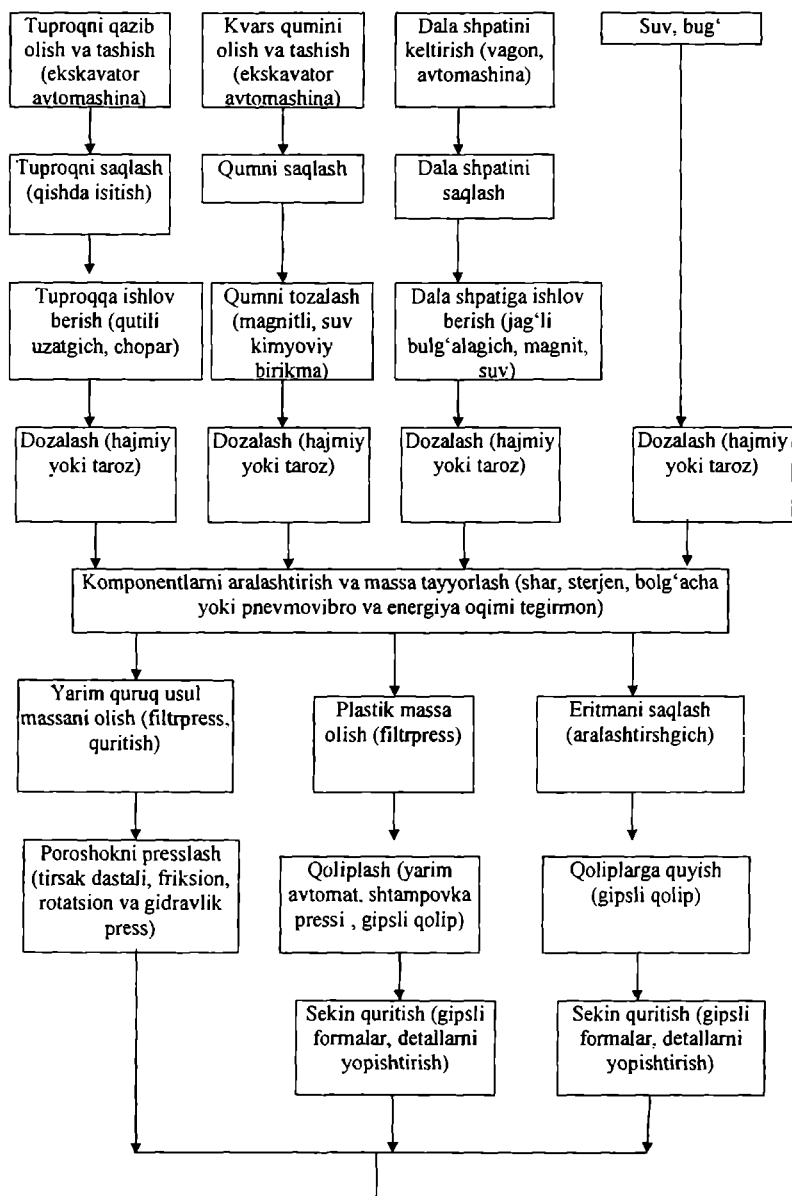
Xo‘jalik fayansi ishlab chiqarish keramik buyumlar ishlab chiqarish jarayonlari ichidagi murakkab ishlab chiqarishlardan biridir. Fayans buyumlar ishlab chiqarish texnologik jarayoni chinni buyumlari ishlab chiqarish texnologik tizimiga o‘xshash. Chinni va fayans olishda bir xil uskunalar ishlatiladi.

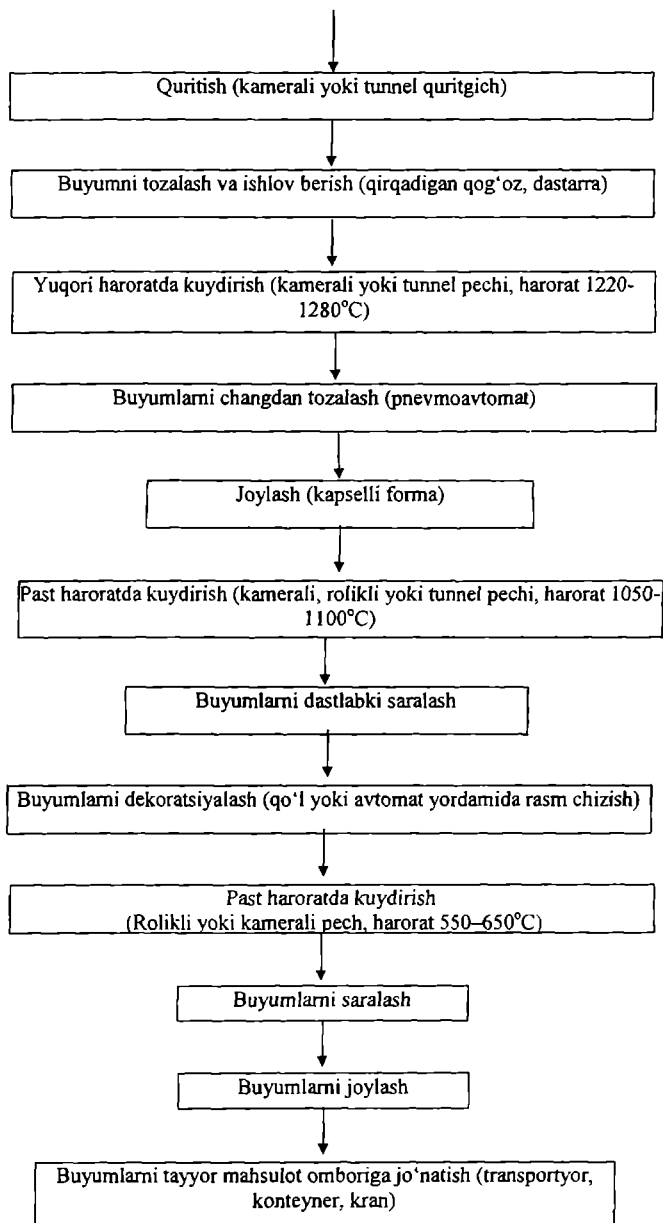
Shakllashga tayyorlangan shakarqiyom moddaning namligi 31–32%, plastik massa namligi 16–25% va talqonsimon massa namligi 5–8% atrofida bo‘ladi.

Texnologik jarayondagi asosiy farqlardan biri fayans buyumlarni shakllash chinniga nisbatan tez bajariladi, chunki massa qovushqoqligi yuqori, lekin quritish jarayoni sekinroq boradi. Xo‘jalik fayansi xuddi chinni buyumlar kabi konveyer yoki boshqa tipdagi quritgichlarda quritiladi.

Xom buyumlar shliker yoki plastik usulda tayyorlanganda 6–8% namlikka qadar quritiladi. Bunday quritish jarayoni zamonaviy konveyer, tunnelli yoki kamerali quritkichlarda $100-130^\circ\text{C}$ issiqlik yordamida quritiladi.

Fayans buyumlarini ishlab chiqarish texnologik tizimi





Buyumlarni pishirish. Kuydirish jarayoni va sovutish davomiyligi davriy pechlarda kamera hajmi 100–150 m³ bo'lganda 48–72 soat. Uzliksiz ishlovchi tunnel pechlarda 16–24 soat. Odatda, tuproqli fayans buyumlari 1200–1250°C, ohakli fayans 1160°C, qattiq va shamotli fayans mahsulotlari esa 1200–1300°C da pishiriladi. Politoy kuydirish temperaturasi utilga nisbatan esa 100–150°C past yuradi.

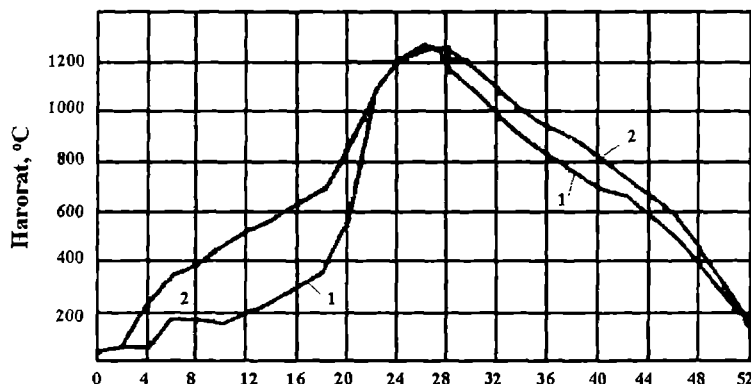
108-§. Fayans buyumlarning xossalari va ishlatilishi

Pishib chiqqan fayans buyumlarining xossalari 82-jadvalda keltirilgan.

Fayansning fizik-mexanik xossalari

82-jadval

Ko'rsatgichlar	Yumshoq (ohakli, glinozyomli) fayans	Qattiq (dala shpatli) fayans
Suv yutuvchanligi %	19-21	9-12
Mexanik qattiqligi, MPa		
Egilishga	6-20	15-30
Ezishga	60-90	100-110
Chiziqli kengayish koeffitsiyenti, $\alpha \cdot 10^{-6} 1^\circ\text{C}$ 20–760°C temperaturada	5-6	7-8



72-rasm. Tunnel pechida fayans buyumlarni birinchi kuydirish rejimi: 1-vagonetkaning pastki qismida; 2-vagonetkaning yuqori qismida.

Tuproqli fayans massalaridan arzon narxli xo'jalik idishlari, filtrlar, galvanika elementlari uchun qobiqlar va boshqalar yasaladi. Qattiq yoki dala shpatli fayansdan xo'jalik idishlari–chashka, blyuda, likopcha, servizlar olinadi. Ba'zi vaqtlarda bir marta kuydirilgan qattiq fayans massalaridan sanitar-texnika va dekorativ buyumlar-statuetka, vaza va boshqalar yasashda foydalaniladi.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Xo'jalik fayansi ishlab chiqarishda ishlatiluvchi xomashyo materiallar.
2. Xo'jalik fayansi uchun massa tarkibini keltiring.
3. Xo'jalik fayansi buyumlarini shakllash usullari.
4. Xo'jalik fayans buyumlarini shakllashda qo'llaniladigan jihozlar.
5. Xo'jalik fayans buyumlarini quritishda qo'llaniladigan quritgichlar.
6. Xo'jalik fayans buyumlarni quritishda sodir bo'ladigan fizik-kimyoviy jarayonlar.
7. Xo'jalik fayans buyumlarni kuydirish bosqichlari
8. Xo'jalik fayans buyumlarni kuydirishda sodir bo'ladigan fizik-kimyoviy jarayonlar.
9. Xo'jalik fayans buyumlarining xossalari.
10. Xo'jalik fayans buyumlariga qo'yiladigan talablar.

Tayanch so'z va iboralar

Suyuq massa, qovushqoq massa, fayans, dala shpatili fayans, yumshoq fayans, qattiq fayans, sir, sirning tarkibi, molekular formula, chiziqli kengayish koeffitsiyenti, tozalash, bezash.

BESHINCHI QISM. OLOVBARDOSH MATERIAL VA BUYUMLAR ISHLAB CHIQUARISH TEXNOLOGIYASI

24-bob. OLOVBARDOSH MATERIALLAR YARATILISHI, TA'RIFI VA TASNIFI

109-§. Olovbardosh materiallarning yaratilishi

Cho'yan va po'lat ishlab chiqarish, qolaversa, ularni eritish hajmi har bir davlat og'ir sanoatining qudratini belgilovchi omil bo'lib hisoblanadi. Lekin metallurgiya sohasida erishilgan yutuqlarni texnik vositasiz tasavvur qilish qiyin. Masalan, metall eriydigan pechni olaylik. Yuzaki qarashda u go'yo oddiy g'ishtdan qurilganday ko'rinadi. Aslida unga ishlatilgan g'isht oddiy g'isht emas. Agar bunday pechga oddiy g'isht ishlatilsa, metall eriydigan temperatura ta'sirida pechning devorlari butunlay erib ketgan bo'lar edi. Vaholanki, ular juda yuksak temperaturaga ham bardosh beradi.

Yuqori temperatura va erigan metall ta'siridan erimaydigan, o'tda yonmaydigan, suvda zanglamaydigan o'ta pishiq sun'iy toshlar zukko olimlarimiz mehnati o'laroq asrimizda yaratilgan keramika mahsulotlari sirasiga kiradi. Granit, ohaktosh, qumtosh kabi jinslar esa o'tga chidamli tabiiy materialdir.

O'tgan asrning 50-yillaridan boshlab og'ir sanoatning barcha sohalari, shu jumladan, o'tga chidamli olovbardosh mahsulot ishlab chiqarish tarmog'ini yuksak sur'atlar bilan rivojlantirish choralari ko'rildi. Sanoatni xomashyo bilan ta'minlash uchun birinchi navbatda kon qidiruv ishlariga katta e'tibor berildi. Respublikamizning ko'pgina rayonlarida har xil foydali qazilmalar, jumladan, kaolin, magnezit, dolomit, kvarts, alunit, boksit, xromit, talk konlari topildi. Shuni alohida aytish lozimki, O'zbekistonda olib borilgan geologik qidiruv ishlari natijasida boshqa konlar qatori Angrenda kaolin zapasi borligi aniqlandi.

Sanoatning o'tga chidamli mahsulot ishlab chiqaradigan tarmog'ini kengaytirish, topilgan xilma-xil xomashyoni chuqur fizik va kimyoviy analiz qilish, tayyor mahsulotning turini ko'paytirish va sifatini

yaxshilash, strukturasi va xususiyatlarini keng o'rganib klassifikatsiyalashga o'zbek olimlari ham katta hissa qo'shishmoqda.

Yuksak temperaturaga bardosh bera oladigan mahsulotlar va materiallarning turi juda ko'p. Shunday material olinadigan xomashyoning xili yanada ko'proqdir.

Dastlabki sun'iy olovbardosh mahsulot alyumosilikatli va kremnezemli g'ishtdan iborat. Bunday g'isht kuyish uchun soztuproqni kuydirib hosil qilingan o'tga chidamli loy, ya'ni shamot bilan qum juda qo'l keladi. Tarkibida alyuminiy oksidi ko'p bo'lgan kuydirilmagan g'ishtga kuydirilgan kaolin yoki shamot aralashtirib qorishgan loydan kuyishgan g'ishtni maxsus pechda $1350-1500^{\circ}\text{C}$ temperaturada pishirish yo'li bilan yarim nordon, shamotli va ko'p glinozyomli g'ishtlar olish mumkin. Qum suyuq ohakda qorilib, shu qorishmadan quyilgan g'isht pishirilsa, dinas yoki kvars g'ishti hosil bo'ladi. Bunday g'ishtlarni quyish oson va arzonga tushadi hamda $1580-1750^{\circ}\text{C}$ temperaturaga bermalol chidaydi. Ular suvda zanglamaydi, kislotada erimaydi, bir necha yilgacha xususiyatlarini yo'qotmaydi.

Chidamli alyumosilikat g'ishtlarning xossalari massa tarkibiga kiruvchi alyuminiy (III) oksidining miqdoriga bog'liq.

Og'ir sanoatning ildam rivoji metallarning yangi, mustahkam turini yaratishni taqozo etadi. Bu esa o'z navbatida, o'ta chidami xumdonbop materiallar topish zaruriyatini tug'dirdi. Davr talabi bilan MDX, Avstraliya, AQSh, Chexoslovakiya, Angliya va Yaponiya olim va mutaxassislari hamkorlikda o'tga chidamli yangi mahsulotlar-magnezitli, xromitli va sirkoniyli g'isht va bloklar quyish usulini ishlab chiqdilar. Shu usulda magnezit, dolomit, forsterit, shpinel, xromit va sun'iy birikmalar asosida tayyorlangan materiallar yuqori temperatura ta'siriga chidamliligi jihatidan boshqalardan ajralib turadi. Forsteritli g'ishtning 1750°C dan yuqori temperaturadagina erishi va bir kvadrat santimetr yuzasining 500 kg gacha kuch ta'sirida siqilishga bardosh bera olishi uning yuksak darajada pishiqligidan dalolatdir.

Olovbardosh materiallarning oksidli, karbonli, kislorodsiz turlarini ham yaratishdi. Ularning magniy, toriy, gafniy, berilliy, alyuminiy, uran kabi oksidlar asosida olish mumkin. Agar magniy va gafniy oksidlarining suyulish nuqtasi 1825°C va 2900°C bo'lsa, toriy oksidi g'ishtlari 3200°C ga bardosh bera oladi. Toshko'mir koksi yoxud grafitdan $1100-1400^{\circ}\text{C}$ da kuydirib tayyorlangan karbonli g'isht, blok va detallar 3700°C temperaturaga, suv, kislotaga ta'siriga chidamliligi, tokni yaxshi o'tkazish kabi xususiyatlari bilan yuqorida aytib o'tilgan

materiallardan ajaralib turadi. Kislorodsiz karbid, nitrid, borid, steatit, yuksak temperaturadagina erishi, o'ta qattiqligi, shuningdek, o'ziga xos elektr magnit va kimyoviy xossalari bilan farq qiladi.

110-§. Rivojlanish istiqbollari

Respublikamizda sanoatning o'tga chidamli materiallar, buyumlar ishlab chiqaradigan tarmog'ini keng rivojlanishi uchun barcha imkoniyatlar mavjud. Geologiya va minerologiya ilmiy tadqiqot institutida, O'zbekiston Respublikasi Fanlari akademiyasining Habib Abdullayev nomidagi geologiya va geofizika institutida, Toshkent kimyo-texnologiya instituti va Geologiya vazirligi «Ximgeolnerud» trestida mehnat qilayotgan olimlar va mutaxassislarning fikricha Angren kaolini va boshqa konlar mazkur soha uchun noyob xomashyo bo'lib hisoblanadi (83-jadval).

Toshkent viloyatining Angren shahridagi kaolin koni ko'mir koni bilan birgalikda joylashgan bo'lib, 70 km kvadrat maydonni egallagan. U birlamchi va ikkilamchi kaolinlardan tashkil topgan. Birlamchi kaolin ko'mir koni tagida joylashgan bo'lib, uning zaxirasi $A+B+S_1$ kategoriyalari bo'yicha 51,2 mln t. Ikkilamchi kaolin plastlari ko'mir plastlari bilan tutashib ketgan. Ularning zaxiralari $B+S$ kategoriyalari bo'yicha 200 mln. t.

O'zbekiston Respublikasi hududida joylashgan kaolinlarning kimyoviy tarkiblari

83-jadval

№	Kon nomi	Kaolin turi	Oksidlar miqdori, %					Kuydirishda yo'qotishi
			RO ₂	R ₂ O ₃	RO	R ₃ O	RO ₃	
1	Angren ikkilamchi kaolini (Toshkent viloyati)	Dastlabki	65,78	18,09	0,48	0,54	-	8,91
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O		
			1,23	3,76	0,52	0,69		
			TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O		
		Boyitilgan	57,30	26,91	0,45	0,48		12,20
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O		
			0,39	1,10	0,46	0,74		
			TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O		
2	Angren	Dastlabki	62,79	21,25	0,33	0,30	0,90	9,35

	birlamchi kaolini (Toshkent viloyati)		SiO ₂ 0,42 TiO ₂	Al ₂ O ₃ 3,14 Fe ₂ O ₃	MgO 0,55 CaO	Na ₂ O 0,30 K ₂ O	SO ₃	
		Boyitilgan	46,50 SiO ₂ 0,82 TiO ₂	36,80 Al ₂ O ₃ 0,90 Fe ₂ O ₃	0,31 MgO 0,32 CaO	0,75 Na ₂ O 0,76 K ₂ O		12,32
3	Angren birlamchi kaolini AKS-30 (Toshkent viloyati)	Boyitilgan («kaolin» O'zbekiston-Germaniya QK)	56,50 SiO ₂ 0,57 TiO ₂	30,10 Al ₂ O ₃ 0,47 Fe ₂ O ₃	0,17 CaO	0,25 Na ₂ O 0,50 K ₂ O	-	10,60
4	Sulton Uvays kaolini (Qoraqol-pog'iston)	Dastlabki	71,58 SiO ₂ 0,51 TiO ₂	16,80 Al ₂ O ₃ 1,04 Fe ₂ O ₃	0,32 MgO 1,50 CaO	0,91 Na ₂ O 0,72 K ₂ O		6,70
		Boyitilgan	54,71- 56,13 SiO ₂ 0,47- 0,39 TiO ₂	33,48- 36,17 Al ₂ O ₃ 0,56- 0,63 Fe ₂ O ₃	0,50 MgO 0,30 CaO	0,51 Na ₂ O 1,43 K ₂ O	-	4,97
5	Karnab kaolini (Samarqand viloyati)	Dastlabki	62,79- 80,91 SiO ₂ 0,11- 0,54 TiO ₂	9,49- 17,94 Al ₂ O ₃ 0,45- 2,35 Fe ₂ O ₃		0,11- 0,28 Na ₂ O 1,17- 6,00 K ₂ O	-	2,98- 9,80
		Boyitilgan	50,90- SiO ₂ 0,61 TiO ₂	34,14 Al ₂ O ₃ 0,98 Fe ₂ O ₃		0,24 Na ₂ O 2,08 K ₂ O		12,00
6	Zahquduq kaolini (Navoiy viloyati)	Dastlabki	49,50- 66,96 SiO ₂ 0,54- 1,05 TiO ₂	20,80- 33,70 Al ₂ O ₃ 0,27- 5,50 Fe ₂ O ₃	0,07- 0,43 MgO 0,33- 0,98 CaO	0,05- 0,38 Na ₂ O 0,05- 0,67 K ₂ O	0,10- 0,66 SO ₃	8,06- 12,40
		Boyitilgan	47,62- 48,92 SiO ₂	34,89- 36,73 Al ₂ O ₃	0,15- 0,43 MgO	0,16- 0,82 Na ₂ O	0,10- 1,10 SO ₃	11,24- 12,93

			0,62- 1,90 TiO ₂	0,30- 2,70 Fe ₂ O ₃	0,25- 0,85 CaO	0,18- 0,77 K ₂ O		
7	G'arbiy Auminzatau kaolini (Navoiy viloyati)	Dastlabki	59,09- 70,20 SiO ₂ 0,34- 1,17 TiO ₂	16,65- 23,80 Al ₂ O ₃ 0,71- 3,64 Fe ₂ O ₃	0,42- 2,24 MgO 0,14- 3,34 CaO	0,09- 0,93 Na ₂ O 0,62- 2,49 K ₂ O	0,25 SO ₃	5,60- 10,50
		Boyitilgan	49,67 SiO ₂ 1,07 TiO ₂	31,27 Al ₂ O ₃ 1,36 Fe ₂ O ₃	0,35 MgO 0,47 CaO	0,51 Na ₂ O 1,68 K ₂ O	1,28 SO ₃	12,61
8	«Alyans» kaolini (Samarqand viloyati)	Dastlabki	70,50 SiO ₂ 0,35	17,70 Al ₂ O ₃ 0,53	0,15 MgO 0,73	0,31 Na ₂ O 4,72		4,75
		Boyitilgan	51,00 SiO ₂ 0,34 TiO ₂	33,80 Al ₂ O ₃ 0,47 Fe ₂ O ₃	0,48 MgO 0,49 CaO	0,19 Na ₂ O 1,48 K ₂ O	-	11,1

O'zbekiston davlati hududlarida joylashgan va alyumosilikatli olovbardosh buyumlar olishda ishlatilishi mumkin bo'lgan kaolinlarning sifati haqida fikr yuritish uchun quyidagi 84-jadvalda ba'zi bir chet el kaolinlarining kimyoviy tarkibi keltiriladi.

Chet el kaolin va gillarining kimyoviy tarkiblari

84-jadval

№	Kon nomi	Oksidlar miqdori, %					Kuydirishda yo'qotishi
		RO ₂	R ₂ O ₃	RO	R ₂ O	RO ₃	
1	Prosyansovsk boyitilmagan kaolini (Ukraina)	65,00- 69,70 SiO ₂ 0-0,40 TiO ₂	21,70- 26,40 Al ₂ O ₃ 0,8- 1,0 Fe ₂ O ₃	0,1- 0,3 MgO 0,4- 0,7 CaO	0,1- 0,2 Na ₂ O 0,3- 0,8 K ₂ O		4,9-7,9
2	Prosyansovsk boyitilgan kaolini (Ukraina)	46,10- 46,90 SiO ₂ 0,3-	37,80- 39,80 Al ₂ O ₃ 0,3-	0,2- 0,6 CaO	-		13,3-13,8

		0,4 TiO ₂	0,7 Fe ₂ O ₃				
3	Gluxovetsk boyitilmagan kaolini (Rossiya)	65,30- 69,60 SiO ₂ 0,2- 1,1 TiO ₂	22,20- 26,20 Al ₂ O ₃ 0,2- 0,5 Fe ₂ O ₃	0,3- 0,5 CaO	0-0,8 Na ₂ O 0,1- 0,2 K ₂ O		7,9-8,7
4	Gluxovetsk boyitilgan kaolini (Rossiya)	46,00- 47,90 SiO ₂ 0,3- 1,0 TiO ₂	31,20- 39,30 Al ₂ O ₃ 0,3- 1,0 Fe ₂ O ₃	0- 0,22 MgO 0,1- 0,5 CaO	0-0,1 Na ₂ O 0,01 K ₂ O		13,30-13,70
5	Djorjiya kaolini (AQSh)	45,30 SiO ₂ 1,44 TiO ₂	38,38 Al ₂ O ₃ 0,30 Fe ₂ O ₃	0,25 MgO 0,05 CaO	0,27 Na ₂ O 0,04 K ₂ O		13,97
6	Angliya kaolini (Buyuk Britaniya)	46,77 SiO ₂ 0,02 TiO ₂	37,79 Al ₂ O ₃ 0,36 Fe ₂ O ₃	0,24 MgO 0,13 CaO	0,05 Na ₂ O 1,49 K ₂ O		12,97
7	Kentukki gili (AQSh)	44,70 SiO ₂ 2,40 TiO ₂	38,30 Al ₂ O ₃ 0,60 Fe ₂ O ₃	0,10 MgO 0,10 CaO	0,10 Na ₂ O 0,10 K ₂ O		13,60
8	Chasovyarsk gili (Ukraina)	52,40- 56,40 SiO ₂ 0,7- 1,1 TiO ₂	31,50- 34,20 Al ₂ O ₃ 1,7- 1,8 Fe ₂ O ₃	0,1- 0,7 MgO 1,4- 1,5 CaO	0,6- 1,0 Na ₂ O 2,5- 3,0 K ₂ O		10,7-10,2

Dunyo miqyosida kaolinli tovarlar ishlab chiqarishga oid ma'lumotlar 85-jadvalda keltiriladi.

Dunyo mamlakatlarida kaolinli tovar ishlab chiqarish

85-jadval

№	Mamlakat	Ming.t. da		№	Mamlakat	Ming.t. da	
		1997	2000			1997	2000
1	AQSh	9414	9414	11	Tailand	367	367
2	Buyuk Britaniya	2400	2500	12	Ispaniya	296	310
3	Braziliya	1100	1100	13	Fransiya	336	301
4	XXR	950	2000	14	Avstraliya	220	220
5	Ukraina	850	900	15	Malaziya	187	187
6	Hindiston	740	740	16	Turkiya	160	160
7	Germaniya	721	736	17	Avstriya	60	60
8	Indoneziya	620	620	18	Rossiya	-	80
9	Meksika	553	550	19	Pokiston	55	55
10	Chexiya	464	482	20	O'zbekiston	-	22

Dinasli (ko'p kremnezemli) olovbardosh buyumlarni ishlab chiqarish uchun kerakli xomashyo konlari ham O'zbekiston hududida keng tarqalgan. Bular qatoriga birinchi navbatga Buxoro viloyatida joylashgan konlar kiradi:

Kon nomi	Zaxirasi, mln.t.	Joylashgan o'rni	Tavsifi
Jeroysk	3,5	Buxoro viloyati	Kvarsli
Qulontoy	3,0	Buxoro viloyati	Kvarsli
Karmana	6,0	Buxoro viloyati	Kvarsli
Oqmurd	3,0	Buxoro viloyati	Kvarsli
Tuzbuloq	2,0	Buxoro viloyati	Kvarsli
Moshquduq	aniq emas	Buxoro viloyati	Kvarsli
Qorovul bozor	aniq emas	Buxoro viloyati	Kvarsli

Kvars qumining eng katta Ilonsoy koni Surxondaryo viloyatida joylashgan bo'lib, zaxirasi 45 mln.t. tashkil etadi; Jarqo'g'on koni ham shu viloyatda joylashgan. Samarqand viloyatida Chiyali va Karnab, Farg'ona viloyatida Akrbarobod, Qo'qon, Buvayda va Yozyovon konlari, Sirdaryoda Obruchevsk koni, Qashqadaryoda Nishon koni, Xorazmda Urgench kvars qumi koni, Qoraqolpog'istonda Tabakum va

Klizto'y konlari, Toshkent viloyatida faol ishlayotgan (zaxirasi 2,5 mln.t.) Maysk konlari mavjud.

111-§. Ta'rif

Olovbardosh materiallar deb o'choq, pech va boshqa issiqlik texnik agregatlarda yuqori haroratda (1000°C dan yuqori) uzoq muddat davomida turli mexanik, fizik-kimyoviy ta'sirlarga chidamli bo'lgan materiallarga aytiladi.

Olovbardosh materiallarga beriladigan boshqa ta'riflarda ularning o'tga chidamliligi 1580°C kam bo'lmasligi kerak degan talqin ham bor.

Keramik materiallar va buyumlarning yuqori harorat ta'sirida shaklini yo'qotmasdan, erimasdan bardosh bera olish xususiyati olovbardoshlik deyiladi. U kimyoviy tarkibiga, moddaning tuzilishi va g'ovaklariga bog'liq (86-jadval).

Olovbardosh materiallar va kristall moddalarning olovbardoshligi va erish haroratlari

86-jadval

Olovbardosh materiallar va kristall moddalar	Olovbardoshlik va erish harorati, $t, ^{\circ}\text{C}$
Olovbardosh materiallar	
Kvars	1759-1770
Kvarsit	1730-1750
Dinas	1710-1720
Olovbardosh gil	1580-1750
Kaolin	1740-1770
Shamot g'ishti	1610-1750
Yarimnordon buyum	1610-1710
Yuqori glinozyomli buyum	1780-2000
Magnezitli buyum	2300 dan yuqori
Xrommagnezitli buyum	2000 dan yuqori
Dolomitli buyum	2000 dan yuqori
Toza kristall moddalar	
SiO_2	1728
Al_2O_3	2050
$3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	1910

MgO	2800
2CaO·SiO ₂	2130
3CaO·SiO ₂	2070
MgO·Al ₂ O ₃	2135
ZrO ₂	2715
Y ₂ O ₃	2400-2600
Sc ₂ O ₃	2300-2500
Cr ₂ O ₃	2300
Fe ₂ O ₃	1560
CaO	2570
MgO·CaO	2300
MgO·SiO ₂	1557
2MgO·SiO ₂	1890
ZrO ₂ ·SiO ₂	1700
BeO	2610
ThO ₂	3050
TiO ₂	1850
FeO·Fe ₂ O ₃	1538
MgO·Fe ₂ O ₃	1750
MgO·Cr ₂ O ₃	2330
FeO·Cr ₂ O ₃	2250
SiC	2700
C	3500

Bu, ayniqsa, xomashyoning kimyoviy tarkibi va kristall tuzilishiga bog'liq bo'ladi, ya'ni undagi begona aralashmalar va texnologik tarkibiga qo'shiladigan qo'shimchalar unga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Olovbardoshlik konus shaklidagi namuna yordamida o'lchanadi. Bunda konusning uchi yumshab, asosi tomon og'adi.

Olovbardosh materiallar ko'proq kristall panjarali birikmalar asosida olinadi. Odatda, ular yuqori haroratda eriydi, ko'proq kub yoki geksagonal singoniyaga mansub bo'ladi (87-jadval).

Zo'rg'asuyuluvchan birikmalarning kristall tuzilishi

87-jadval

Birikmalar	Singoniya	Struktura modifikatsiyasi	Panjara turi	Panjaralar davri			
				a	b	s	s/a
Zo'rg'asuyuluvchan nometall birikmalar							
AlN	Geksagonal	-	ZnS	0,3109	-	0,497	-
Si ₃ N ₄	Geksagonal >>	α	Be ₂ SiO ₄	0,7818		0,5591	0,715
		β	Be ₂ SiO ₄	0,7595		0,2902	0,382
SiC	Kubli	β	ZnS	0,4349			
	Geksagonal	α	-	0,3076		0,5048	1,635
Al ₂ O ₃	Geksagonal >>	α	α -Al ₂ O ₃	0,4759		1,299	2,72
		β	β -Al ₂ O ₃	0,564		2,265	4,02
	Kubli	γ	MgAl ₂ O ₄	0,791			
	Geksagonal	σ		0,570		0,29	1,18
	Geksagonal	κ		0,557		0,864	
ZrO ₂	Monoklin	α	ZnSiO ₄	0,5145	0,520 7	0,5310	$\beta=99,194^0$
	Tetrogonal	β	HfI ₂	0,364		0,527	1,445
	Kubli	γ	CaF ₂	0,5086			
Metalli birikmalar							
TiC	Kubli	-	NaCl	0,4327	-	-	-
TiN	>>	-	NaCl	0,4238	-	-	-

Olovbardosh materiallarni asosiy ishlatuvchi metallurgiya sanoati ular oldiga bir qator talablar qo'yadi:

1. Olovbardoshlik -1180°C dan yuqori bo'lishligi.
2. Buyumlar past haroratda yuqori mustahkamlikka, yuqori haroratda esa kerakli darajadagi mustahkamlikka ega bo'lishlari zarur. Bu masala pechlarning olovli ichki yuzalarini futerovkasi, po'lat quyiladigan kovushlarda juda ham muhim.
3. Siqish, cho'zish va egishga yuqori mustahkamlik. Pechlar gumbazi va orqalari ekspluatatsiyasida ular katta rol o'ynashadi.

4. Yuqori termik turg'inlik. Davriy ishlovchi issiqlik agregatlarida (haroratlarning keskin o'zgarishlarida) bu faktor oldingi o'ringa chiqib oladi.

5. Buyum hajmi va shaklining uzoq vaqt o'zgarmasdan turishi yoki kam o'zgaruvchanligi.

6. Olovbardosh buyumlarning issiqlikdan kengayish chiziqli koeffitsiyentlarining mumkin qadar kichik bo'lishi.

7. Shlaklarga nisbatan olovbardosh g'ishtlarning kimyoviy chidamli bo'lishi.

8. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining past bo'lishi.

9. Olovbardosh buyumlarning yuqori harorat va turli muhit sharoitlarida gaz yutish va o'tkazuvchanligining past bo'lishi.

112-§.Tasniflanishi

Olovbardosh materiallar olovbardoshlik darajasiga ko'ra quyidagi sinflarga bo'linadi:

Olovbardoshlar 1580–1770°C

Yuqori olovbardoshlar 1770–2000°C

Oliy olovbardoshlar 2000°C dan yuqori

Kimyoviy va mineralogik tarkibiga ko'ra olovbardoshlar 15 turga va 37 guruhga bo'linadi.

Olovbardosh materiallarning tasniflanishi

88-jadval

Turi	Gruppa	Aniqlovchi kimyoviy komponent miqdori %
1. Kremnezemli	Kvarsli shisha	$\text{SiO}_2 \geq 99$
	kvarsli	$\text{SiO}_2 \geq 97$
	Dinasli (tridimit kristobalit) ohakli bog'lanishda	$\text{SiO}_2 \geq 93$
	Dinasli (tridimit, kristobalit) turli bog'lanishlar, turli qo'shimchalar bilan	$80 \leq \text{SiO}_2 \leq 93$

	Kvarsli (betonli va kuydirishsiz)	$\text{SiO}_2 \geq 85$
2. Alyumosilikatli	Yarim nordon	$\text{Al}_2\text{O}_3 < 28$ $\text{SiO}_2 < 85$
	Shamotli	$28 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 45$
	Mullitkremnezemli	$45 < \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 62$
	Mullitli	$62 < \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 72$
	Mullitkorundli	$72 < \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 90$
	Glinozom-kremnezemli shisha (voloknoli)	$40 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 90$
3. Glinozomli	Korundli	$\text{Al}_2\text{O}_3 > 90$
4. Glinozom-ohakli	Kalsiy-alyuminatli	$\text{Al}_2\text{O}_3 > 60-65$, $10 < \text{CaO} < 35$
5. Magnezialli	Periklazli	$\text{MgO} \geq 85$
6. Magnezial ohakli	Periklazohakli	$50 < \text{MgO} < 85$ $10 < \text{CaO} < 45$
	Periklazohakli (stabillashgan)	$35 < \text{MgO} \leq 75$ $15 < \text{CaO} \leq 45$
	Ohak – periklazli (dolomitli)	$10 < \text{MgO} \leq 50$ $45 \leq \text{CaO} \leq 85$
7. Ohakli	Ohakli	$\text{CaO} \geq 85$
8. Magnezial shpinelidli	Periklazxromitli	$\text{MgO} \geq 60$ $5 \leq \text{Cr}_2\text{O}_3 \leq 20$
	Xromitperiklazli	$40 \leq \text{MgO} \leq 60$ $15 \leq \text{Cr}_2\text{O}_3 \leq 35$
	Xromitli	$\text{MgO} < 40$ $\text{Cr}_2\text{O}_3 > 30$
	Periklazshpinelidli	$50 \leq \text{MgO} \leq 85$ $3 \leq \text{Cr}_2\text{O}_3 \leq 20$
	Periklazshpinelli	$\text{MgO} > 40$ $5 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 55$
	Shpinelli	$25 \leq \text{MgO} \leq 40$ $55 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 70$
9. Magnezial-silikatli	Periklazforsteritli	$65 < \text{MgO} < 85$ $\text{SiO}_2 \geq 7$

	Forsteritli	$50 \leq \text{MgO} \leq 65$ $25 \leq \text{SiO}_2 \leq 40$
	Forsteritxromitli	$45 \leq \text{MgO} \leq 60$ $20 \leq \text{SiO}_2 \leq 30$ $5 < \text{Cr}_2\text{O}_3 < 15$
10. Xromli	Xrom oksidli	$\text{Cr}_2\text{O}_3 > 90$
11. Uglerodli	Grafitlangan	$\text{C} > 98$
	Ko'mirli	$\text{C} > 85$
	Uglerod tarkibli	$8 \leq \text{S} \leq 85$
12. Karbid-kremniyli	Rekristallangan karbidkremniyli	$\text{SiC} \geq 90$
	Turli bog'lovchili karbidkremniyli	$\text{SiC} > 70$
	Karbidkremniy tarkibli	$15 \leq \text{SiC} \leq 70$
13. Sirkonli	Baddeleitli	$\text{ZrO}_2 > 90$
	Baddeleitkorundli	$20 \leq \text{ZrO}_2 \leq 90$ $\text{Al}_2\text{O}_3 \leq 65$
	Sirkonli	$\text{ZrO}_2 > 50$ $\text{SiO}_2 > 25$
14. Oksidli (asosli)	$\text{BeO}, \text{MgO}, \text{CaO}, \text{Cr}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{ZrO}_2, \text{TiO}_2, \text{UO}_2, \text{Y}_2\text{O}_3, \text{Se}_2\text{O}_3, \text{SrO}_2, \text{HfO}_2, \text{ThO}_2, \text{Cs}_2\text{O}, \text{La}_2\text{O}_3, \text{Nd}_2\text{O}_3$ va boshqalar	Quruq massaga hisoblanganda 98 % dan ortiq
15. Kislorodsiz	Natridlar, boridlar, karbidlar, silitsidlar	Moddalarning maksimal qiymatiga erishiladi

Olovbardosh materiallar donali (buyumlar, bloklar) va kukunsimon bo'ladi. Kukunsimonga mertellar, to'ldiruvchilar, maxsus qilinadigan massalar kiradi.

Shakli va o'lchamiga ko'ra:

- to'g'ri va klinli normal o'lchamli, katta va kichik formatli;
- oddiy va murakkab, o'ta murakkab fasonli, yirik blokli, massasi 60 kg dan yuqori;
- maxsus - laboratoriya va sanoat uchun tigellar, trubkalar va b.

G'ovakligiga ko'ra, %:

O'ta zich,	≤ 3
Yuqori zich	3-10
Zich	10-16
Zichlangan	16-20
Oddiy 1 grupp	20-24
Oddiy 2 grupp	24-30
Yengil vaznli, umumiy g'ovakligi	45-85
Ultra yengil vaznli	≥ 85

Shakllash usuliga ko'ra:

- a) tabiiy tog' jinslaridan arralangan;
- b) quyma (suyuq shlikerdan, penoshlikerdan quyish usuli bilan gipsli yoki boshqa formalarga quyish);
- d) qovushqoq usulda;
- e) quruq usulda;
- f) eritish usulida (elektr eritish, termik eritish yo'li bilan quyish);
- g) termoplastik presslangan (termoplastik qo'shimchalar: parafin va b. bilan presslangan);
- j) qaynoq presslash usuli, termoplastik holatgacha qaynoq presslash.

Termik ishlov berilishiga ko'ra:

- a) kuydirilmagan (armirlangan), arralangan;
- b) kuydirilgan;
- d) eritilgan.

Hozirgi kunda olovbardoshlarning ko'p qismi yarim quruq va qovushqoq massadan presslab olinmoqda. Olovbardosh buyumlar qo'llanish sohasi bo'yicha ham ajratiladi. Yuqoridagilardan ko'rinadiki, olovbardosh buyumlar xilma-xildir. Olovbardosh materiallarni u yoki bu sharoitlarda ishlatish ularning xususiyatlaridan aniqlanadi.

Olovbardosh materiallarning xususiyatlari kimyoviy-minerologik tarkibi va strukturasiga bog'liq. Olovbardosh materiallar olovbardoshligi, kuch ta'siri deformatsiyasi, chiziqli kengayish koeffitsiyenti, issiqlik sig'imi, issiqlik o'tkazuvchanligi, termik chidamliligi, elektr o'tkazuvchanligi, mexanik mustahkamligi, zichligi, g'ovakligi, tuyuluvchan zichligi, yuqori temperaturada o'zgarmas shakli va o'lchami, tashqi ko'rinishi, strukturasini va boshqalari bilan karakterlanadi.

Olovbardosh materiallar asosan yuqori haroratli pechlarda, o'choqlarda va boshqa turli issiqlik agregatlarda ishlatiladi. Issiqlik agregatlarida olovbardosh materiallar bevosita suyuqlik, gazsimon yoki

qattiq muhit bilan ta'sirlashishda bo'ladi. Bu hollarda muhitning olovbardosh material bilan o'zaro ta'sirlashuvi ro'y beradi. Ko'p hollarda olovbardoshlarni shlaklar bilan o'zaro ta'sirlashishi o'rganilgan. Olovbardosh toshning mustahkamligini pasayishi uning shlaklarda erishi yoki kimyoviy reaksiya natijasidir. Bu korroziyadir. Bundan tashqari, olovbardoshlarni oquvchi suyuq shlaklar bilan yuvilishi ham mustahkamligini pasaytiradi. Bu eroziyadir.

Korroziya va eroziya quyidagi faktorlarga bog'liq:

1) temperatura, bunda shlakni materialga ta'sirlashishi ro'y beradi va temperatura gradienti shlakning buyum tanasiga kirish yo'nalishida bo'ladi;

2) olovbardosh materiallar va shlaklarni kimyoviy va minerologik tarkibi;

3) shlaklarning olovbardosh materiallar bilan ta'sirlashish temperaturasidagi qovushqoqligi;

4) olovbardosh material strukturasi, g'ovaklarning o'lchami va joylashishi;

5) gazsimon muhitni tarkibi;

6) shlak bilan olovbardosh materialni ta'sirlashish tezligi;

7) olovbardoshlarni eritma bilan aralashishi va boshqalar.

Olovbardosh bilan shlakni ta'sirlashish haroratining oshishi har doim yedirilishni keskin ko'tarilishiga olib keladi va kimyoviy reaksiya tezligi oshadi, shlakning qovushqoqligi kamayadi.

Shlaklar kimyoviy tabiatiga ko'ra odatda asosli, kislotali va neytrallarga bo'linadi. Asosli shlaklar tarkibida 50–75 % asosli oksidlar CaO , MgO , FeO saqlashi bilan xarakterlanadi, kislotali shlaklarda 70 % gacha SiO_2 mavjud. Odatda asosli olovbardoshlar asosli shlaklarga yaxshi chidaydi, kislotali olovbardoshlar kislotali shlaklarga. neytral olovbardoshlar ikkala turdagi shlaklarga ham bir xilda qarshilik ko'rsata oladi. Olovbardoshlarni buzilishi ularni terishda xatoga yo'l qo'yilganda ham ro'y beradi, ya'ni har tarkibli olovbardoshlar yonmayon qo'yilganda bir-biri bilan ta'sirlashib, tez eruvchan birikmalar hosil qiladi. Agar bunday terish zarur bo'lib qolsa, har xil olovbardoshlar orasiga neytral hisoblangan boshqa olovbardosh qo'yilishi lozim bo'ladi. Hozirgi kunda issiqlik agregatlarida turli xil olovbardoshlar ishlatiladi. Ularning ba'zi turlarini keltirib o'tamiz.

Dinas. Bu turdagi olovbardoshlar marten pechlarida, elektr pechlarida, shisha pishirish pechlarida ishlatiladi. Dinasdan marten pechining devorlari va toq qismi teriladi. Hozirgi kunda dinas

buyumlarini temir shlaklariga chidamliligini oshirish uchun quyidagilarni e'tiborga olish lozim:

- 1) tarkibida kremnezem miqdorini oshirish va Al_2O_3 miqdori kamaytirish lozim;
- 2) g'ovakligini kamaytirish va uning o'lchamlarini kichiklashtirish va boshqalar.

Yuqori sifatli dinas bu xususiyatlarni o'zida mujassam qilmog'i darkor.

Shamot buyumlari. Ko'pgina boshqa olovbardoshlarga qaraganda termik chidamli, yuqori olovbardoshlik va shlakka chidamlilikka ega, shuning uchun ko'pgina issiqlik agregatlarida qo'llaniladi. Cho'yan ishlab chiqarish sanoatida shamotli olovbardoshlar domna pechlarini futerovka qilishda ishlatiladi. Po'lat eritish sohasida marten pechida ishlatiladi. Shamot buyumlari GOST 390-69 bilan belgilanadi. Shamot buyumlari quyidagi markalarga bo'linadi: ShA, ShB, ShV, ShUS.

Forsteritli olovbardoshlar. Bu olovbardoshlar hozirgi kunda marten pechlarini yuqori qismlarini terishda ishlatiladi. Forsteritli olovbardoshlarni yemirilishini oldini olish uchun zichligini oshirish lozim.

Karborundli olovbardoshlar. Bu olovbardoshlar quyidagi maqsadlarda ishlatiladi: qora metallurgiyada, kukunsimon metallurgiyada, shtamplar va matritsalar tayyorlashda qo'llaniladi. Karborunddan tayyorlangan sterjenlar ba'zi pechlarda sovutish trubalari o'rniqa qo'llaniladi. Karborundli olovbardoshlardan pechlarni konstruksiya elementlari sifatida ham ishlatiladi. Masalan, mis sanoatida karborund buyumlar podtrupka va stoporlar sifatida ishlatiladi. Nafis keramikada karborund olovbardoshlar keng qo'llaniladi. Ulardan ustunlar, tokchalar, tunnel pechi uchun polkalar, kapsellar va mufellar ishlab chiqariladi.

Kimyo sanoatida karborund olovbardoshlaridan soplolar quyish bloklari, nasos detallari tayyorlanadi. Karborund olovbardoshlar suyuq shlaklar ajralib chiqadigan o'choqlarni futerovka qilishda keng qo'llaniladi. Bulardan tashqari, karborund olovbardoshlar abraziv gaz changlarini tashish uchun gaz o'tkazgichlar sifatida ham keng qo'llaniladi.

Issiqlik himoyalovchi yengil vaznli olovbardoshlar. Bu olovbardoshlar issiqlik himoyalovchi xususiyati bilan xarakterlanadi. Bunga yuqori g'ovaklik bilan erishiladi. Bunday olovbardoshlardan

foydalanish 20–70 % yoqilg'i xarajatini tejaydi. Issiqlik himoyalash xususiyati ularning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentiga bog'liq.

Issiqlik himoyalovchi olovbardoshlar turli xildir. Ular quyidagilarga bo'linadi: shamotli, dinasli, kaolinli. Shamotli olovbardoshlar plastik va yarim quruq usul bilan ishlab chiqariladi. Omixta tarkibi quyidagicha: tuproq 19–25 %, shamot 9–15 %, qirindi 62–72 %.

Kaolinli olovbardoshlar yarim quruq usul bilan ishlab chiqariladi. G'ovak hosil qiluvchi sifatida koks yoki antratsit qo'shiladi. Omixta tarkibiga 30 % kaolinli shamot qo'shiladi.

Yuqori glinozyomli olovbardoshlar yarim quruq usul bilan tayyorlanadi. Omixtaga 58 % yuqori glinozyomli shamot, 6 % tuproq yoki kaolin, 30 % neft koksi qo'shiladi.

Dinasli olovbardoshlar ham yarim quruq usul bilan presslash usuli yordamida tayyorlanadi. Xomashyo sifatida 65–70% maydalangan kvarsitlar, 30–35 % antratsit, 2 % CaO ishlatiladi.

Shamotli ko'piksimon olovbardoshlar 10 % maydalangan tuproq, 90 % maydalangan shamotdan tayyorlanadi. Bu olovbardoshlar keng qo'llaniladi. Shamotli buyumlar o'choqlarni ichki futerovkasida, kaoliniilar pechning devor va shiplarida, yuqori glinozyomlilar pechlarning ichki futerovkasi uchun, dinaslilardan yuqori temperaturali pechlarda futerovka uchun ishlatiladi. Bunday olovbardoshlardan foydalanish yoqilg'ini tejash imkonini beradi.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Olovbardosh materiallar deb qanday materiallarga aytiladi?
2. Olovbardosh materiallar qaysi sohalarida ishlatiladi?
3. Olovbardosh materiallar olishda asosiy xomashyo materiallarga nimalar kiradi?
4. Olovbardosh materiallarning qanday turlarini bilasiz?
5. Respublikamizda olovbardosh materiallar uchun asosiy xomashyo bazalarini keltiring?
6. Olovbardoshlar olovbardoshlik darajasiga ko'ra qanday sinflarga bo'linadi.
7. Kimyoviy va mineralogik tarkibiga ko'ra olovbardoshlarning bo'linishi.
8. Olovbardoshlarni shakl va o'lchamiga ko'ra qanday turlarga ajratiladi?
9. Dinasli olovbardoshlar qaysi pechlarda ishlatiladi?

10. Shamotli olovbardoshlarni ishlatilish sohalari.

11. Karborundli olovbardoshlar qaysi maqsadlarda ishlatiladi.

Tayanch soʻz va iboralar

Olovbardosh, oʻtga chidamli, metallurgiya, kvarts, kaolin, alyumosilikat, shamot, alyuminiy oksidi, magniy oksidi, gafniy oksidi, toriy oksidi, grafit, toshkoʻmir koksi, forsterit, Angren kaolini, kvarts va qum konlari, olovbardosh material, yuqori olovbardosh, kremnezemli, alyumosilikatli, magnezialli.

113-§. Olovbardosh materiallarning tipik tarkibi

Olovbardosh materiallar tarkibi turlicha. Hozirgi kunga kelib bunday materiallarni D.I.Mendeleev davriy sistemasiga kirgan deyarli barcha elementlar, ularning oksidlari va birikmalari asosida sintez qilish mumkin. Quyida keltirilgan 89-jadvalda olovbardosh materiallarining tipik tarkiblaridan namunalar keltiriladi. Bu jadval orqali ularga xos bo'lgan fazalar tarkibi va g'ovaklilik haqida ham fikr yurgizish mumkin.

Keramika materiallarining olovbardoshligi yengil eruvchan, qiyin eruvchan va olovbardoshlarga bo'linadi. Yengil eruvchanlar deb, 1300°C dan yuqori bo'lmagan temperaturada eruvchan materiallarga aytiladi. Ularga asosan qizil tuproq tarkibli qurilish g'ishti, cherepitsa, drenaj va kanalizatsiya quvurlari kiradi. Qiyin eruvchanlar deganda 1580°C dan kam bo'lgan temperaturada eruvchan

Olovbardosh materiallarning tipik tarkibi

89-jadval

Material turi	Miqdori, %					Odatda ishtirok etuvchi fazalar
	R O ₂	R ₂ O ₃	RO	Umu-miy miqdori	G'ovakliligi, %	
Xromitli	5,3 SiO ₂	30 Al ₂ O ₃ 30,5 Cr ₂ O ₃ 13,5 Fe ₂ O ₃	19 MgO 0,7 CaO	99	22	(MgFe)(Al·Cr) ₂ O ₄ , R ₂ O ₃ (qattiq aralashma), MgF ₂ O ₄
Xromit-periklazli	6,0 SiO ₂	19 Al ₂ O ₃ 22 Cr ₂ O ₃ 11	40 MgO 1,2 CaO	99,2	25	(MgFe)(AlCr) ₂ O ₄ , MgO, MgFe ₂ O ₄ , Mg ₂ SiO ₄

		Fe ₂ O ₃				
Periklaz xromitli	5,0 SiO ₂	9 Al ₂ O ₃ 8,2 Cr ₂ O ₃ 2 Fe ₂ O ₃	67 MgO 2,2 CaO	99,4	21	MgO, (MgFe)(AlCr) ₂ O ₄ , MgFe ₂ O ₄ , MgCaSiO ₄
Peri- klazli	3,0 SiO ₂	1 Al ₂ O ₃ 0,3 Cr ₂ O ₃ 3 Fe ₂ O ₃	90 MgO 2,5 CaO	99,8	22	MgO, MgFe ₂ O ₄ , MgCaSiO ₄ , MgSiO ₄
Foste- ritli	33,3 SiO ₂	1 Al ₂ O ₃ 0,7 Cr ₂ O ₃ 9,1 Fe ₂ O ₃	54,5 MgO 1 CaO	99,6	23	Mg ₂ SiO ₄ , MgFe ₂ O ₄ , MgO, MgAl ₂ O ₄
Dinas	97,3 SiO ₂	0,2 Al ₂ O ₃	0,6 MgO 2,2 CaO	99,3	25	Tridimit, kristobalit
Shamot	70-50 SiO ₂	25-45 Al ₂ O ₃ 0-1 Fe ₂ O ₃	0-1 MgO 0-1 CaO		10-25	Mullit, kremnezemli faza, kvars
Yuqori- glino- zyomli shamot	10-45 SiO ₂	90-50 Al ₂ O ₃ 0-1 Fe ₂ O ₃	0-1 MgO 0-1 CaO		18-25	Mullit, kremnezemli faza

materiallar kiradi. Bunday buyumlarga kislotabardosh buyumlar, koshinlar, chinni va fayans kiradi. Olovbardoshlarga 1580°C dan yuqorida yumshovchi materiallar kiradi va ular 3 guruhga bo'linadi:

A. Olovbardoshlar -1580–1770°C da;

B. Yuqori olovbardoshlar –1770–2000°C da;

G. Oliy olovbardoshlar –2000°C dan yuqori haroratda eruvchilar.

Keramika materiallari yuqori temperaturada o'zaro ta'sir natijasida yengil eruvchan evtektikalar hosil qiluvchi turli minerallardan tarkib

topishi mumkin, shuning uchun bu minerallarning sirt yuza ta'sirlari va donadorlik o'lchamlari olovbardoshlikni aniqlashda muhim ahamiyatga egadir. Masalan, 50% olovbardosh tuproq va 50% donasi 0,5 mm li kvars aralashmasi olovbardoshligi 1710°C ni tashkil etsa, xuddi shu tarkibli, faqat kvars donasi 0,06 mm bo'lgan aralashmaning olovbardoshligi 1640°C .

Buni shunday tushuntirish mumkin, kvars bilan tuproq o'rtasidagi yengil eruvchan suyuqlik hosil bo'lishidagi ta'sir mayda donador o'lchamli aralashmaga nisbatan yirik donador o'lchamli aralashmada bu qadar to'liq darajada bormaydi. Bu ularning sirt yuza ta'sirlariga bog'liq ravishda kelib chiqadi.

Olovbardoshlik fizikaviy konstanta deb hisoblanmaydi, u texnik konstantadir, chunki uni aniqlashda bir qator shartlarga rioya qilish kerak. Olovbardoshlikni aniqlashda elektr kriptal pechi qo'llaniladi. Ba'zi hollarda material tarkibida temir oksidi bo'lganda, olovbardoshlik pechni gazli atmosferasiga bog'liq bo'ladi. Masalan, shamotli olovbardoshlarda olovbardoshlik oksidlanish muhitiga nisbatan qaytarilish muhitida kamroq bo'ladi.

Olovbardoshlikni aniqlashda temperaturani ko'tarish tezligi ham muhimdir. Agar temperaturani ko'tarish tezligi standartga nisbatan yuqori bo'lsa, olovbardoshlik ko'payadi, temperatura ko'tarilishi pasayib ketsa, olovbardoshlik kamayib ketadi.

114-§. Olovbardosh materiallarning asosiy xossalari

Olovbardosh materiallardan Al_2O_3 , ZrO_2 , AlN , Si_3N_4 va boshqalar asosiy xossalari – issiqlikdan kengayish va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlarining kichikligi, mustahkamlik moduli va qattiqligining yuqoriligi bilan ajralib turadi (90-jadval).

Zo'rg'asuyuluvchan birikmalarning xossalari

90-jadval

Birik- malar	Issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti		Issiqlik oʻtkazuvchanlik koeffitsiyenti		Mustahkamlik moduli		Qattiq- lik, HV, GPa
	KTR× ×10 ⁶ /°C	T, °C	λ B/ (m•K)	T, K	E	G	

Nometall birikmalar							
AlN	5,82 4,8 6,5 10	20 20-500 500-1000 1100	180-200	293	275-343		16,0
Si ₃ N ₄	2,96 3,2 3,1 3,3 3,4 3,6	200-900 20-1500 900 1000 1100 1200	53,0 33,0 23,5 19,0 -	293 673 1073 1473 -	300-400	110-144	34,1- 44,4
α-sialon	2,5	20	7,3-8,5	293			
α-SiC	4,57	20	-	-	-	-	-
β-SiC	3,9 5,3	400 1000	120-200	314-473	378-549	163-203	32,5- 46,9
Al ₂ O ₃	5,8 8,5 10,6	20 20-1000 20-1800	25,0	300	380-425	161	21,0
ZrO ₂	7,6 9,2 10,0 10,8	300 600 900 1200	1,95 2,05 2,2 2,39	373 673 1073 1473			11,4- 11,6
Metalli birikmalar							
TiC	28,0- 48,0	1300-2250	32,4 7,8 8,3 8,5 8,8	600 1100 1500 1900 2300	684	198	33,7- 38,0
TiN	11,0 15,5	700 1100	39,6 40,3	200 1100	486	150	20,5

Gaz fazali va keramik texnologiyalar asosida olingan materiallarning zichligi 3,0 – 7,0 g/sm³ oralig'ida, mustahkamligi

yuqori, issiqlikdan kengayish va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari kichik bo'lgan moddalardandir (91-jadval).

**Gaz fazali va keramik texnologiyalar asosida olingan
materiallarning xossalari**

91-jadval

Tarkibi	Titan karbidi	Sirkon karbidi	Kremniy karbidi	Kremniy nitridi
Zichligi, g/sm ³	4,90/4,16	6,85/6,80	3,20/3,18	3,18/3,19
Mikroqattiqligi, HV, GPa	31/30	31/27	31/30	31-38 /22,0- 23,8
Mustahkamligi, MPa, T °Sda 20 1000 1700 2000	120**/400** 93**/30**	520**/1200** 480**/400** 320../80..	500*/700* 400./400. 400./160	-/650- 1000*** -/600- 1000*** -/100- 500*** -
KTR, 10 ⁻⁶ , °S ⁻¹ , Tda, S 1000 1500 2000	7,6/7,7 8,5/8,3 8,8/8,8	6,2/6,6 7,4/7,0 7,9/7,2	4,4/4,3 4,9/- 6,0/5,0	3,1- 3,6/3,1- 3,5 -
Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, λ, Wt/(m·K), Tda, °S 20 1000 1500 2000	-/15,0 13,5/5,8 -	21,0/35,0 14,0/- 11,6/15,0 9,0/-	46,5/- 40,0/29,0 -	62,8/30- 40 22,0/17- 22 -

* - Siqilishdagi mustahkamlik.

** - Cho'zilishdagi mustahkamlik.

*** - Egilishdagi mustahkamlik.

115-§. Yuqori temperaturada hajm doimiyligi

Olovbardosh materiallar mikrotuzilishi jihatidan bir fazali yoki ko'p fazali bo'ladi. Bir kristall fazali buyumni ham g'ovaklilik hisobiga ikki fazali – polikristallarning ulanishib ketgan qismi va havo bilan to'lgan g'ovaklardan tashkil topgan deb hisoblansa to'g'riroq bo'ladi.

Olovbardosh materiallar uzoq vaqt davomida yuqori temperatura sharoitida ishlatiladi. Ular shu yerda qaytadan pishadi va shuning uchun kristallanishi mumkin (73-rasm). Buning natijasida ularning fazaviy tarkibi o'zgarib kengayishi va qisqarishi mumkin. Bu qisqarish yoki kengayishlar pechni mustahkamligini kamaytiradi. Qisqarish natijasida devor taxlaridagi o'choqlar kattalashadi, shlaklarga nisbatan mustahkamlik kamayadi. Kengayish natijasida devor taxlari buzilib ba'zi hollarda pechni vayron bo'lishiga olib keladi.

Shamotli, magnezitli, forsteritli va xrom-magnezitli buyumlar kuydirish vaqtida qisqaradi, dinasli buyumlarda aksincha kengayish ro'y beradi. Yarim nordon buyumlar hajmlarini o'zgartirmaydilar, ba'zi hollarda qisqarishi yoki kengayishi mumkin.

Olovbardoshlarni yuqori temperaturada hajm doimiyligini aniqlashda qo'shimcha qisqarish yoki kengayishlar uchun normalar belgilangan.

Qo'shimcha qisqarish standart usulda 2 xil rejimda aniqlanadi:

- a) maxsus rejim – 3 soat davomida ushlab;
- b) umumiy rejim – 2 soat davomida ushlab.

Qo'shimcha qisqarishni temperaturasi va rejimi buyumning ishlatilish sohasiga qarab aniqlanadi.

Standart bo'yicha avvalo hajmiy ish hisoblanadi

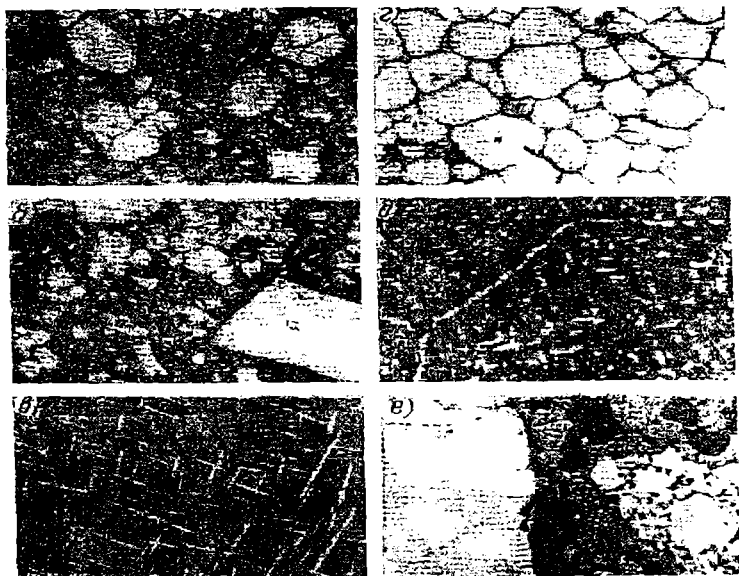
$$\Delta V = V_1 - V_0 / V_0 \cdot 100$$

So'ngra uning chiziqli qisqarishi yoki kengayishi topiladi:

$$\Delta L = \Delta V / 3$$

V_0 va V_1 –kuydirishgacha va kuydirishdan keyingi buyum hajmi.

Shamotli va dinasli olovbardoshlarning termik kengayishi dastlabki chiziqli o'lchamlarning o'nlamchi qismidan oshmaydi, qo'shimcha qisqarish esa ko'proq kattalikka ega.



73-rasm. Asosiy olovbardosh materiallar mikrostrukturasi. a-unchalik kattalashtirilmagan xromo-magnezitli g'isht mikrostrukturasi. Oqroq maydonlar-xromit donalari, kulrang faza-periklaz va to'q kulrang maydonlar-g'ovaklar ($\times 5,25$). Troyer bo'yicha; b-kattalashtirilgan boshqa turdagi xromo-magnezitli g'isht. Kichik donali bog'lamdagi qirrali xromit va magnezit donalari; magnezit donalari silikat massali periklaz qismlari bilan o'ralgan ($\times 150$). Yusner bo'yicha. d- juda kattalashtirilgan xromit donalari, $(\text{CrFe})_2\text{O}_3$ hosil qilgan, shpinelda ($\times 1380$) tekislikka parallel kristallashgan (111), Troyer bo'yicha. e-fosterit (Mg_2SiO_4) va montichellit (MgCaSiO_4) ($\times 275$) massasi bo'yicha tarqalgan, periklaz kristallari bilan o'ralgan magnezit donalari Troyer bo'yicha. f-periklaz kristalli nordonlashgandan keyin. Magnezioferrit kristallizatsiyasi MgFe_2O_4 - yorug' maydonlar va ikki kalsiyli silikat – to'q-qora uchburchak donalar ($\times 1180$) ko'rinib turibdi. Troyer bo'yicha. g-xrom – magnezitli g'isht mikrostrukturasi umumiy ko'rinishi. Katta xromit donalari (chapda), yangi hosil bo'lgan magnezioferrit va periklaz bilan o'ralgan. Burchaksimon shpinel donalari va kul rang fosforit –

montechillitli massa. To'q qora rangli maydonlar – g'ovaklar ($\times 106$), Troyer bo'yicha.

116-§. Termik bardoshlik

Termik bardoshlik deb, turli temperaturada tebranishlarga, ya'ni haroratning oshib, keskin tushib ketishida materiallarning bardoshligiga aytiladi.

Temperatura o'zgarishi paytida jism strukturasini o'zgartirmasdan, buzilmasdan qolishi va og'irligini yo'qotmasligi kerak. Bu holat sikllarda o'lchanadi, ya'ni jismning necha marta isib so'vishiga bo'lgan bardoshligini bildiradi. Termik bardoshlikka chidash bermagan materiallar pech ichida tushib ketadi. Ularda yoriqlar paydo bo'lib, chetlari uvalanib ketadi. Shuning uchun termik bardoshlikni oshirish maqsadida materiallar tarkibiga yirik donali dag'al tabiatli qo'shimchalar qo'shiladi.

Termik bardoshlikni o'lchash uchun buyum 1300°C gacha qizdiriladi va keskin ravishda 5 sm chuqurlikdagi oqar suvga solinadi ($t=20^{\circ}\text{C}$). Bu hol buyum og'irligidan 20% gacha yo'qotishgacha takrorlanadi. Buyumning uvalanib, og'irligi pasayish davrigacha bo'lgan sikllar soni termik bardoshlikni ko'rsatadi. Normal o'lchamli turli olovbardoshlarni, standart issiqlik smenasidagi termik bardoshligi:

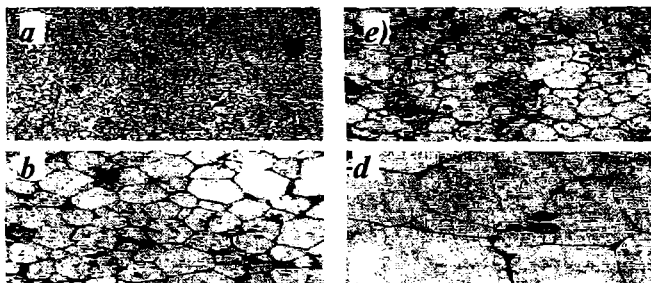
Yarim nordon olovbardoshlar	2-6
Shamotli olovbardoshlar	2-10
Ko'p shamotli olovbardoshlar	10-50
Magnezitli olovbardoshlar	1-2
Xrommagnezitli	>3
Magnezitxromitli	>5
Dinasli	1-2

117-§. Termik eskirish

Olovbardosh materiallar yuqori temperaturada uzoq vaqt davomida ishlatilsa, rekrystallanish jarayoni yuzaga keladi, ya'ni kristallar o'lchami kattalashadi. Natijada yirik donali kristall o'lchamlari keskin oshadi, o'rtaacha o'lchamdagi kristall donalari kamayib ketadi. Kristallarning o'lchamlari yuzlab mikronga yetib, tarkibdagi qo'shimchali donalar chegarasidan chiqadi. Bir vaqtning o'zida diffuziya hisobiga kristall ichidagi g'ovaklar o'lchami ham kattalashib, donalar chegarasiga chiqadi. Suyuq fazaning mavjudligi, sopolakning g'ovakliligi va donadorlik

tuzilishi rekristallanish jarayoniga qarshi ta'sir ko'rsatadi. Tabiiy xomashyolardan iborat bo'lgan keramika materiallarida shishasimon fazaning mavjudligi rekristallanish jarayonini pasaytiradi.

Kristallarning o'lchamlari 100 mikrondan oshib ketishi mumkin. G'ovaklarning kattaligi oshib, struktura buziladi (74-rasm). Materiallarning deformatsiyaga bo'lgan moyilligi yo'qolib, u mo'rt bo'lib qoladi. Eskirishning oldini olish uchun material tarkibidagi fazaning miqdori oshiriladi.



74-rasm. Termik buzilishdagi texnik toza MgO li keramika moddalarning rekristallanish xarakteri ($\times 120$): a – dastlabki; b – 1700°C, 10 soat; d – 1900°C, 10 soat; e – 2100°C, 10 soat.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Olovbardoshlik nima va u qanday aniqlanadi.
2. Olovbardoshlar necha guruhga bo'lingan.
3. Olovbardosh materiallarni ishlatilish sohasi.
4. Yuqori temperaturada hajm doimiyligi nima.
5. Hajm doimiyligini aniqlashda qanday normalar belgilangan.
6. Termik bardoshlik nima va u qanday o'lchanadi.
7. Termik bardoshlikni oshirish uchun nimalardan foydalaniladi.
8. Termik eskirish nima va u qanday o'lchanadi.
9. Termik eskirishni oldini olish uchun qanday choralar ko'riladi.
10. Turli olovbardoshlarning termik bardoshligini keltiring.

Tayanch so'z va iboralar

Olovbardoshlik, hajmiy, o'zgarish, hajm doimiyligi, termik bardoshlik, termik eskirish.

**26-bob. ALYUMOSILIKATLI OLOVBARDOSH
MATERIALLAR VA BUYUMLAR**

118-§. Turlari va tarkibi

Alyumosilikat olovbardoshlarga – yarim nordon, shamotli, kaolinli, yuqori glinozyomli olovbardoshlar kiradi va ular Al_2O_3 SiO_2 ning nisbatli o'zgarishiga qarab nomlanadi.

Al_2O_3 ning miqdori yarim nordon olovbardoshlarda 10–28, yuqori glinozyomli olovbardoshlarda 99–100% gacha o'zgaradi (92-jadval).

**Alyumosilikatli olovbardosh materiallarning turlari va ba'zi bir
xossalari E.S.Lukin (Rossiya) ma'lumotlari bo'yicha**

92-jadval

Olovbardosh material turi	Al_2O_3 miqdori, %	Eritgichlar miqdori, %	Shisha fazasi miqdori, %	Kuydirish harorati, °C	G'ovaklik, %	Siqishdagi chidamlilik, MPa	0,2 yuk ostida deformatsiya, °C	Ishlatilish maksimal harorati, °C
Kaolinli	28	4-5	75-80	1300-1350	25-30	15	1300-1350	1350
Yarim nordon	38	5-6	50	1400	25-30	15	1400	1400
Shamot gilli	42	2,5	45	1500	20-25	40	1500	1500
Andaluzitli	55	2,7	35-40	1450	17	35-40	1450	1500
Disten sillimanitli	65	3,5	25-30	1600	10-15	40	1570	1600
Mullitli (gil-glinozyom)	73	3,5	15-20	1600	15	50	1580	1650
Mullitli (toza oksidli)	72	1	5-10	1700	20	50-100	1750	1750
Korundli	99	1	1	1750	20	100-300	1800-1850	1850

119-§. Yuqori glinozyomli olovbardoshlar

Yuqori glinozyomli olovbardoshlar deb tarkibida 45% dan ortiq Al_2O_3 bo'lgan, ya'ni kuydirilgan kaolinning tarkibidan ham ko'p bo'lgan olovbardoshga aytiladi. Yuqori glinozyomli olovbardoshlar ishlab chiqarish uchun sillimanit guruhi minerallari: kianit (disten), andaluzit, sillimanit va dyumortierit ishlatiladi (93-jadval).

Sillimanit guruhiga kiruvchi minerallarning dastlabki va kuydirilishga oid xossalari

93-jadval

Mineral nomi	Kuydirilganiga qadar haqiqiy zichligi, g/sm^3	Hajmning harorat ta'sirida kattalashishi, %	Mullit kristallarining paydo bo'lish harorati, $^{\circ}C$
Kianit	3,5-3,6	16-18	1300-1350
Andaluzit	3,1-3,2	3-5	1350-1400
Sillimanit	3,2-3,25	7-8	1500-1550

Sillimanit guruhiga kiruvchi barcha minerallar bir-biridan fizik-kimyoviy xususiyatlari, shu jumladan, kristall tuzilishi va zichligi bilan farqlanadi. Kuydirish oqibatida paydo bo'luvchi mullit + amorf modda haqiqiy zichligi kuydirilganiga qadar bo'lgan zichlikdan ancha kam (94-jadval). Shu tufayli kuydiriluvchi material hajmi borasida kattalashadi.

Alyuminiy oksidi asosiy formalarining xarakteristikallari

94-jadval

Forma	Al_2O_3 nazariy miqdori, %	Haqiqiy zichlik, g/sm^3	Qizdirish vaqtida o'zgarishlar
Gidrgillit (gibbsit) $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$	65,4	2,30-2,40	290-340 $^{\circ}C$ li haroratda byollit $Al_2O_3 \cdot H_2O$ ga o'tadi
Byollit $Al_2O_3 \cdot H_2O$	85	3,01	490-550 $^{\circ}C$ li haroratda γ -glinozyomga o'tadi

Diapsor $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	85	3,30-3,40	450-500°C li haroratda α -glinozomga o'tadi
γ -glinozom Al_2O_3	100	3,42-3,47	900-1200°C li haroratda sekin-asta α -glinozomga o'tadi
α -glinozom Al_2O_3	100	3,99-4,00	Barqaror forma: qizdirilganida o'zgarmaydi
β -glinozom $\text{R}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{RO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	94 90	3,30 3,60	1600°C li va undan yuqori haroratda parchalanadi α -glinozom va eritma hosil qiladi

Yuqori glinozomli olovbardoshlar ishlab chiqarish uchun sillimanit guruhi minerallari: kianit (disten), andaluzit, sillimanit va dyumortierit ($8\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ishlatiladi. Birinchi uchta mineral $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ (62,9% Al_2O_3 va 37,1% SiO_2) umumiy formulaga ega bo'lib, kuydirishdan so'ng tegishli temperaturada mullitga o'tadi:



Kvarsit sillimanit guruhi minerallari uchraydigan asosiy jinsdir. Yaxshi boyitilgan jinsda 60% ga yaqin Al_2O_3 bor. Erituvchilar 2-3% dan oshmasligi kerak (CaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , Fe_2O_3 va boshqalar).

Andaluzit, kianit yoki sillimanit asosida massa tayyorlash, buyumlarni presslash ko'p shamotli buyumlar ishlab chiqarish texnologiyasiga o'xshash.

Al'yumosilikatli olovbardosh material va buyumlar ishlab chiqarishda $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ sistemasi asos bo'lib xizmat qiladi. Sistemada 1 ta kimyoviy birikma - mullit $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ (74,8 % Al_2O_3 va 28,2 SiO_2) bor. Bu birikma 5,5 dan 72 % Al_2O_3 li tarkiblar uchun birgina faza bo'lib xizmat qiladi.

Mullit $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ $1910 \pm 20^\circ\text{C}$ da kongruent eriydi va ikkita past haroratli evtektika beradi - 1585°C (5,5 % Al_2O_3 + 94,5 % SiO_2) va 1850°C (21% SiO_2 + 79 % Al_2O_3). Chet el olimlarining fikricha sistemada $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ (77,2 % Al_2O_3 + 22,8 SiO_2) birikma bo'lishi mumkin.

120-§. Yuqori glinozyomli olovbardoshlar ishlab chiqarish texnologik jarayoni

Yuqori glinozyomli olovbardoshlar ishlab chiqarishda quyidagi usullardan foydalaniladi:

1. Olovbardosh tuproq yoki kaolin va texnik glinozyom ishlatish bilan. Mahsulotlar shlikerdan quyish usuli yoki donador massadan presslash usuli bilan olinadi.

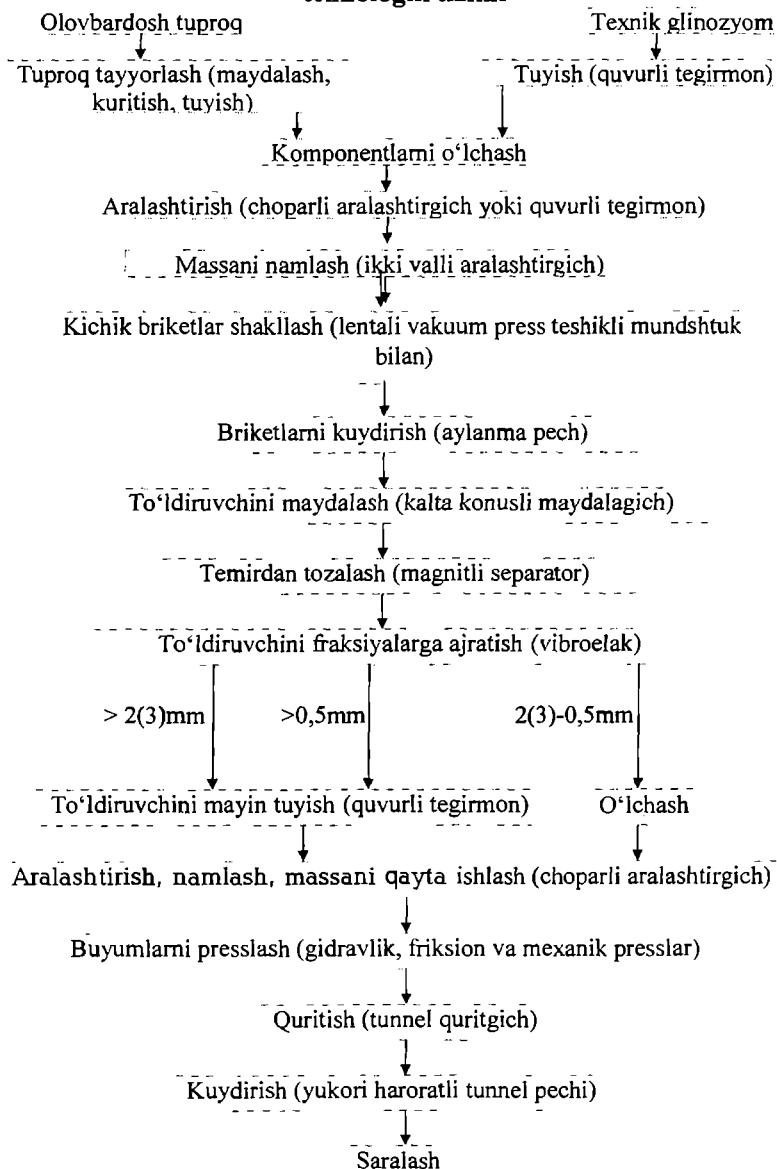
2. To'ldiruvchi sifatida andaluzit, sillimanit yoki elektrokorund ishlatish yo'li bilan, bunda bu komponentlar uchun dastlabki kuydirish talab qilinmaydi.

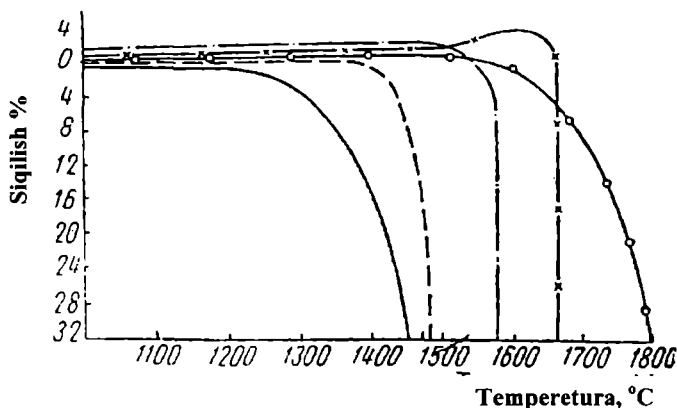
3. Kianit, tabiiy glinozyom gidratlari va boshqa xomashyo materiallardan foydalanish, ularni ishlatishdan avval, albatta, birlamchi kuydirish zarur.

Quyida yuqori glinozyomli olovbardoshlar ishlab chiqarish texnologik tizimi keltirilgan.

Yuqori glinozyomli olovbardoshlarning mustahkamlik ko'rsatkichlari o'ta yuqori. Bu holatni 75-rasmda keltirilgan va yuk ta'sirida deformatsiyaga uchrash grafiklaridan ko'rish mumkin. Yuqori glinozyomli buyumlar uchun eng yuqori bo'lib, 1600–1800°C li intervalda amalga oshadi.

Yuqori glinozyomli olovbardoshlar ishlab chiqarish texnologik tizimi





75-rasm. Ba'zi bir olovbardosh buyumlar uchun yuk ostida deformatsiyaga uchrash holatining haroratga bog'liqligi: yarimnordon; shamot; magnezit; x-x-x- dinas; o-o-o-yuqori glinozyomli.

Yuqori glinozyomli olovbardosh buyumlar ishlab chiqarishni ahamiyatli tomonlaridan biri tayyor mahsulotni yuqori haroratda kuydirishdir (1500–1650°C).

121-§. Shamotli olovbardosh buyumlar

Shamotli olovbardosh buyumlar deb, olovbardosh tuproq yoki kaolinlarni shamot bilan yovg'onlashtirishdan yoki suvda ivimaydigan qovushqoqmas tuproqli jins yoki kvars bilan birga tayyorlangan buyumlarga aytiladi. Shamot deb, kuydirilgan tuproqqa aytiladi. Shamotli buyumlarda Al_2O_3 ning miqdori 28 dan 45 % gacha. Chiqarilayotgan olovbardosh buyumlarning 75%ini shamotli buyumlar tashkil etadi. Shamotli buyumlarga kaolinli va yarim nordon buyumlar kiradi.

Shamotli buyumlar ishlab chiqarishda xomashyo sifatida tarkibida 28% Al_2O_3 bo'lgan, olovbardoshligi 1580°C kam bo'lmagan tabiiy tuproqli materiallar ishlatiladi. Shamotli buyumlarda Al_2O_3 ning maksimal miqdori 45% gacha yetishi mumkin.

Olovbardosh tuproqlar asosida tayyorlangan buyumlar shamot-tuproqli deb ataladi va olovbardoshligiga ko'ra 4 markaga bo'linadi (95-jadval).

95-jadval

Marka	ShA	ShB	ShV	ShUS
Olovbardoshlik, °C	1750	1650	1580	1580

Shamotli olovbardoshlar ishlab chiqarishda ishlatiladigan tuproqlar qovushqoqligi, yupqa dispersligiga ko'ra olovbardosh massaga shakllash jarayonida kerakli bog'lanishni, kuydirish jarayonida yaxshi pishishni ta'minlaydi.

Yuqori sifatli buyumlar olishda tuproqli xomashyoga alohida talablar qo'yiladi. Bunda tuproq sifati uning kimyoviy-mineralogik tarkibi, olovbardoshligi, disperslik darajasi, qovushqoqligi, bog'lovchilik xususiyati va pishishiga qarab belgilanadi.

Kimyoviy-mineralogik tarkib. Kaolin va yupqa dispers olovbardosh tuproqlarning katta qismi kaolinit jinslariga tegishli bo'lib, ular asosida – kaolinit va unga yaqin kaolinit guruhi minerallari umumiy formulasi $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ yotadi.

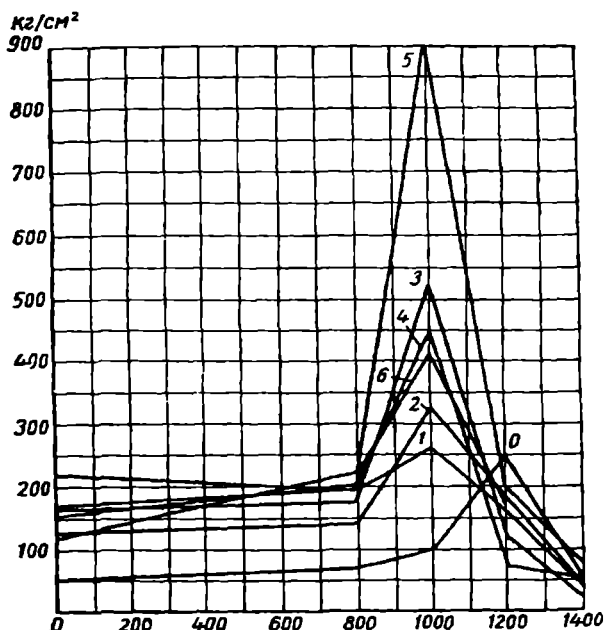
Shamotli olovbardoshlar ishlab chiqarishda kam tarqalgan mineral – pirofilit-formulasi $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ ni ham ishlatish mumkin. Kuydirishda kam qisqarish beruvchi bu mineraldan olovbardosh detallar tayyorlashda va yovg'onlashtiruvchi materiallar tayyorlashda foydalanish mumkin.

Olovbardosh tuproqlar tarkibida temir oksidining tarkibi 1–3% atrofida, ba'zi tuproqlarda 5%gacha. Tarkibida temir bundan yuqori bo'lsa, tuproqning olovbardoshlik xususiyatlari yomonlashadi.

Shamotli olovbardoshlar ishlab chiqarishda tuproqli xomashyoga quyidagi talablar qo'yilgan: tuproq va kaolinlarning olovbardoshligi ishlab chiqariladigan buyumning sinfiga ko'ra 1750, 1670 yoki 1580°C dan kam bo'lmasligi, tarkibida eruvchilarning miqdori 5–7% dan oshmasligi kerak.

Al_2O_3 ning miqdori oshishi va eruvchilarning jami miqdori kamayishi bilan buyumlarning olovbardoshlik va mustahkamlikka oid xossalari oshadi, lekin shu bilan birga zich pishgan buyumlar olish uchun toza tuproqni birmuncha yuqori haroratda pishirish talab etiladi (76-rasm).

Tuproqning qovushqoqligi shamotli buyumlarni qovushqoq usulda shakllashda alohida ahamiyat kasb etadi. Quruq va yarim quruq tuproqlar shamotli buyumlarni yarim quruq usulda olish uchun yaroqlidir. Tarkibida ko'mir bo'lgan tuproqlar zich shamotli buyumlar ishlab chiqarish uchun yaroqsizdir.

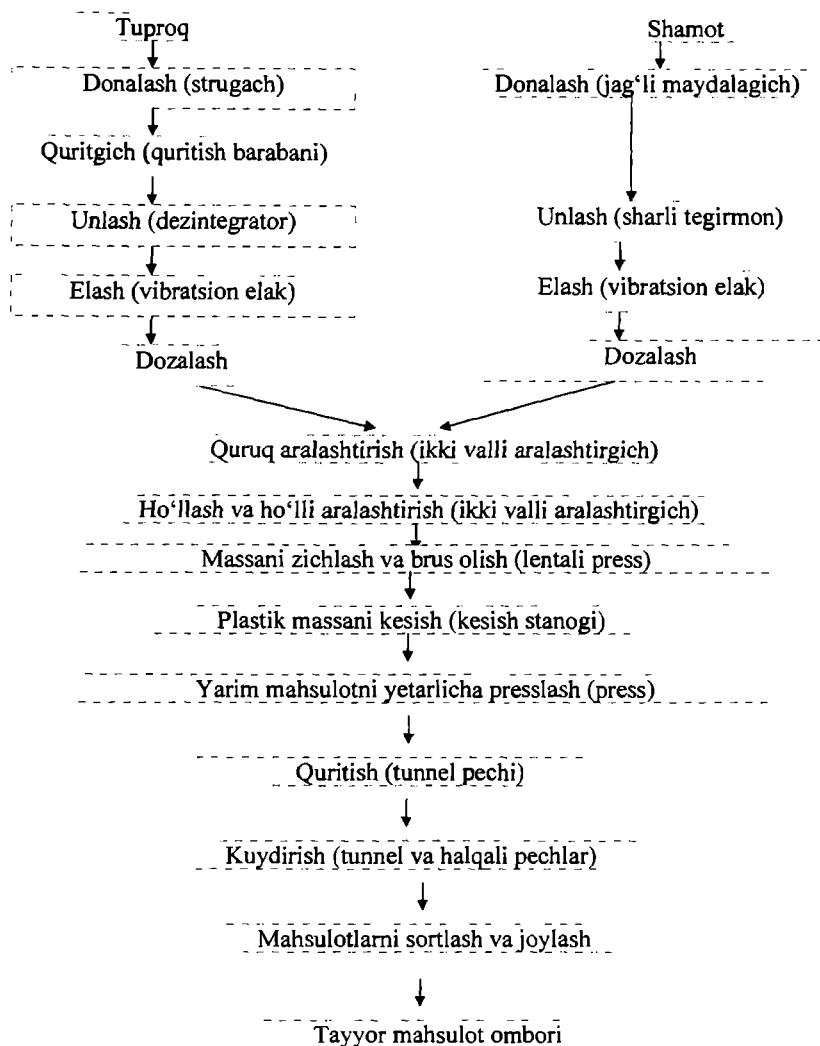


76-rasm. Tarkibida Al_2O_3 (ma.%) har xil bo'lgan buyumlarning turli haroratlardagi siqilishga oid ko'rsatkichlari: 0-43,9; 1-42,4; 2-37,2; 3-31,6; 4-26,3; 5-23,7; 6-16,4.

122-§. Shamotli olovbardosh buyumlarni ishlab chiqarish texnologik jarayoni

Olovbardosh mahsulotlar ichida eng ko'p ishlab chiqariladigani shamotli g'ishtlardir. Quyida plastik presslash usulida shamot g'ishti ishlab chiqarishning eng sodda texnologik tizimi keltiriladi.

Shamotli buyumlarni qovushqoq presslash usulida ishlab chiqarish texnologik tizimi



Shamotli olovbardoshlarni shakllashda qovushqoq va yarim quruq usullardan foydalaniladi.

Qovushqoq usulda shamotli buyumlarni shakllash. Bu usulda massa ketma-ket joylashgan ikki valli aralashtirgichda tayyorlanadi. Birinchi aralashtirgichda tuproq bilan shamot aralashtiriladi, ikkinchisida esa shu aralashma quyuqlashtiriladi. Lentali presslarda massa boshlang'ich zichlashtiriladi va unga dag'al shakl berib yarim mahsulot olinadi. So'nggi shakl va buyum o'lchami maxsus press yoki qo'lda shakllash bilan beriladi.

Buyumni xossasini va tuproqni shakllash xossasini massadagi tuproq va shamot nisbati belgilaydi. Bu nisbat 45–65 % bo'lib, yarim mahsulotni umumiy qisqarishi 6–8 % dir. Bu usulda bog'lovchi sifatida yuqori qovushqoqli, past haroratda pishadigan tuproqlar ishlatiladi.

Bu usulda massani sifatiga doaeratsiya (vakuumlash)ni ta'siri yaxshidir. Massani qovushqoqligi va bog'lovchanligini oshirish uchun massadagi havoni siqib chiqarish kerak. Shu maqsadda massaga ko'p miqdorda shamot kirgiziladi, natijada namlik miqdori kamaytiriladi, buyumni o'lchamlarini qisqarishi kamayib, tuyuluvchan zichligi esa bir necha marta oshirilishi mumkin.

Vakuumlashni samarali olib borish uchun 20 mm simob ustunidan kam bo'lgan qoldiq bosimni hosil qilish zarur. Massani shakllanishi va bir jinsililigini oshirish maqsadida massa tindiriladi va lentali presslarda qayta ishlanadi.

Buyumni presslashda quyidagi nuqsonlar hosil bo'ladi:

1) buyum qirralaridagi notekisliklar press-forma ko'p ishlashidan yuzaga keladi, shuning uchun puanson va press-forma orasidagi farq 0,5–1 mm dan oshmasligi kerak.

2) massa qiyqimlarini yopishib qolishi.

3) yarim mahsulotni yetarli namlikda bo'lmasligi yoki qolipni massa bilan to'liq to'ldirmaslik natijasida chala presslanish.

Murakkab turdagi buyumlarni presslash natijasida ko'p nuqsonlar kuzatiladi.

Yarim quruq shamot massani presslash boshqa kukunsimon massalarni presslash singari boradi. Xomashyo zichligini presslash vaqtiga bo'lgan bog'liqligi shuni ko'rsatadiki, presslash vaqtini oshirish tuyuluvchan zichlikni uncha katta bo'lmagan holda oshishiga olib keladi va kam samarali bo'ladi. Shuning uchun presslash davri 3–4 sekund bo'lishi lozim.

Yarim quruq usulda presslanadigan «50% tuproq-bog'lovchili massa $250\text{kg}/\text{sm}^2$ bosim ostida presslanadi. Ko'p shamotli massa yuqori bosim ostida ($800\text{--}1000\text{kg}/\text{sm}^2$) presslanadi. Presslash bosimini

ma'lum qiymatgacha oshishi ko'p shamotli buyum xossalarini yaxshilaydi va shu bilan birga g'ovaklar kamayib, buyumning shlaklarga bardoshligi ortadi. Buyum g'ovaklarini kamaytirish uchun 2 taraf lama pauza bilan siquvchi presslar ishlatiladi.

Fasonli buyumlarni presslashda massa har xil zarrachalar orasida qayta taqsimlanish bilan birga boradi. U buyum konfiguratsiyasiga bog'liq. Qayta taqsimlanish qobiliyati esa presslash sharoitiga va presslanayotgan massani xossasiga bog'liq. Presslashda buyumni konfiguratsiyasi qayta taqsimlanish koeffitsiyenti ω bilan baholanadi. Qayta taqsimlanayotgan massa hajmi butun presslanayotgan hajmga nisbati bilan ifodalanadi:

$$\omega = v / V$$

bu yerda, v – chuqur hajm;

V – AVSD hajm.

Massani yarim quruq usulda vakuumpressda presslash samaralidir. Bunda tuproqni shamotga nisbati 50:50, (40:60 va 60:40 bo'lishi ham mumkin) vakuum esa 600–6500 mm simob ustunini tashkil qiladi. Dag'al donali yuqori yovg'onlashtiradigan massani vakuumlash kam samarali bo'lgani uchun qo'llanilmaydi.

Yarim quruq usulda presslangan yarim mahsulotni mexanik mustahkamligi $10\text{--}15 \text{ kg/sm}^2$ ga tengdir, bu esa yarim mahsulotni vagonetkalariga taxlash, quritib, pishirish pechlariga yuborish imkonini beradi.

Ko'p shamotli massalarni pnevmatik trambovka va vibratsion usul bilan shakllash mumkin. Vibratsiya – massani qolipga presslashdan oldin boshlang'ich zichlashtirish uchun qo'llaniladi.

Ko'p hollarda yarim quruq usulda presslangan buyumlarda har xil yoriqlar, o'lcham va shakllarning o'zgarishi sodir bo'ladi. Bunga sabab massa tayyorlashda va presslash jarayonida texnologiyaga rioya qilmaslik, presslarning nosozligi va press formalarining yeyilishidir. Ba'zi bir nuqsonlar esa quritish va kuydirish davrida yuzaga keladi. Bu nuqsonlardan qutilish uchun massaning donadorlik tarkibi va namligiga, press formani sozligiga alohida ahamiyat berish kerak.

Yarim quruq massada shamot va tuproq nisbati turlicha bo'lishi mumkin. Massa tarkibida shamot miqdori ko'p bo'lsa, bosim berilishi yaxshilanib, qayishqoqlik xossalari kamroq namoyon bo'ladi. Bu yuqori bosimda presslashda muhim ahamiyatga ega. Sifatli olovbardosh materiallar ishlab chiqarishda ko'p shamotli shixta

qo'llaniladi. Uning tarkibida tuproq va shamotning miqdori 30–10 va 70-90% ga teng bo'ladi.

Ko'p shamotli namunalar xossalari shixtadagi tuproqlarning ta'siri

96-jadval

Shixta tarkibi, %		Quritilgan mahsulot xossasi		Kuydirilgan namuna xossasi			
Tuproqli shamot K-1	Tuproqli bog'lovchi Ch-1	G'ovaklik, %	Tuyuluvchan zichlik, g/sm ³	G'ovaklik, %	Tuyuluvchan zichlik, g/sm ³	Kuydirishda qisqarish, %	Siqishdagi mustahkamlik chegarasi, kg/sm ²
100	-	23,8	2,07	17,6	2,27	3,2	1260
95	5	18,3	2,22	11,5	2,41	3,3	2070
90	10	17,3	2,26	9,5	2,46	3,9	1820
85	15	16,7	2,28	7,4	2,49	3,9	1760

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, ko'p shamotli massada tuproqlarning optimal miqdori ma'lum 5 % chegarada bo'ladi.

Shamotli buyumlarni quritish. Buyumni quritishdan avval buyumning namligi quyidagicha bo'ladi:

Qovushqoq presslangan normal buyum . . . 16-19

Qovushqoq presslangan juda

murakkab buyum 18-24

Yarim quruq presslangan buyumlar namligi:

Shamotli massa .7-10

Ko'p shamotli massa. . 4-6

Buyumni oxirgi namlikkacha quritish pechning turiga bog'liqdir. Temperatura sekin-asta ko'tariladigan (davriy va halqali) pechlarda namligi 4–5% bo'lgan buyumlar quritiladi. Temperatura tez ko'tariladigan tunnel pechlarida yarim mahsulotning oxirgi namligi miqdori 2–3% gacha bo'lguncha quritish mumkin. Qovushqoq usulda shakllangan buyumlar maxsus polkali vagonetkalarda quritiladi.

Shamotli buyumlar kuydirilganda material zichlashib mustahkamlanadi. Fazaviy tarkibi o'zgarib, termik o'zgarishi, hajmiy o'zgarish yuz beradi. Kuydirish davrida hajm o'zgarish quyidagi ifoda bilan belgilanadi:

$$\beta = 1\rho_0(1-\varepsilon_0) / \rho_1(1-\varepsilon_1)$$

bu yerda, β —hajmiy qisqarish;

ρ_0, ρ_1 —kuydirishdan oldingi va keyingi zichlik;

$\varepsilon_0, \varepsilon_1$ —kuydirishdan oldingi va keyingi haqiqiy g'ovaklik.

1300–1400°C oraliqda pechning temperaturasini rostlash uchun uning tezligi buyumning taxlanishiga qarab 10–16 grad/soat gacha bo'lishi mumkin. Shamotli buyumlarni so'nggi temperaturada ushlab turish 5–6 soatdan oshmasligi lozim.

Shamotli buyumlarni sovitish jarayonida material hajmi kichiklashadi. Shuning uchun 800–1000°Cda sovitish 25–45 grad/soat tezlikda olib borilishi lozim. Hozirgi kunda shamotli buyumlar halqali va tunnel pechlarida kuydirilmoqda.

Toshkent Kimyo-texnologiya instituti «Silikat materiallar texnologiyasi» kafedrası olimlari A.A. Ismatov, A.K. Abdurahimov, J.I. Alimjonova va R.V. Mkrtchyan 2004–2005-yillarda O'zbekiston mahalliy xomashyolari – tabiiy Angren koni kaolin va Sho'rtangazkimyo kompleksining chiqindisi-ishlatilgan alyuminiy oksidli katalizatori ishtirokida shamotli olovbardosh buyumlar tarkibi va ishlab chiqarish texnologiyasini yaratish bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlarini nihoyasiga yetkazishdi. Chiqindi kimyoviy tarkibi (mass.% da): Al_2O_3 -93; Na_2O -0,3; K_2O -0,1; SiO_2 -0,2; CaO -5,9; Fe_2O_3 -0,1; TiO_2 -0,2; va V_2O_5 -0,2. Kaolin sifatida O'zbekiston-Germaniya qo'shma korxonasida boyitilgan birlamchi kaolin AKS-30 (SiO_2 52,68; Al_2O_3 -31,40; Fe_2O_3 -0,61; TiO_2 -0,52; CaO -0,74; MgO -0,50; Na_2O -0,83; K_2O -0,33, qizdirishdagi yo'qotish 12,39 mass.%) va boyitilmagan ikkilamchi kaolin (SiO_2 -57,27; Al_2O_3 -26,91; Fe_2O_3 -1,10; TiO_2 -0,39; CaO -0,46; MgO -0,45; Na_2O -0,48; K_2O -0,74, qizdirishdagi yo'qotish 12,20 mass.%) ishlatildi. Tarkibiga 40% gil, 50% kuydirilgan gil (shamot) va issiqlik ishlovi berilgan katalizator-10% miqdorida kiritiladi.

Yaratilgan texnologik tizimning asosiy xususiyatlari quyidagilardir:

1. AKS-30 birlamchi boyitilgan kaolinini kuydirish yo'li bilan oddiy shamot olindi. Uni maydalash jag'li maydalagich va begunlar yordamida amalga oshiriladi.

2. Bog'lovchi sifatida ishlatilgan boyitilmagan ikkilamchi kaolin sharli tegirmonda 8 soat davomida maydalanadi.

3. Namligi 8–10% li press kukunli aralashma ikki valli aralashtirgichda tayyorlanib 100 t gidravlik press yordamida 40 MPa bosimda 240x120 mmli o'lchamlarda shakllanadi.

4. Presslangan namunalar 1320–1350°C li haroratda 24–26 soat davomida gazli kamerali pechda kuydiriladi.

Laboratoriya sharoitida olingan shamotli g'ishtlar energotejamkor xarakterga ega bo'lib, ularning kuydirishdagi harorat Rossiya korxonalaridagi qabul qilingan rejimdan 10–130 °C gacha kamdir.

Quyidagi 97-jadvalda shamotli mahsulotlarga qo'yilgan Davlat Standarti talablari keltirilgan.

Shamotli mahsulotlarga Davlat Standarti talablari

97-jadval

Xossalari	Markalari			
	ShA	ShB	ShV	ShUS
Olovbardoshlik, °C-kam bo'lmagan	1730	1670	1580	1580
Tarkibida Al_2O_3 miqdori, % (kam emas) .	28	28	28	28
Qo'shimcha qisqarish, % (ko'p emas) .	0,7(1400°C)	0,7(1350°C)	0,7(1250°C)	0,7(1250°C)
Siqishga bo'lgan mustahkamlik chegarasi, kg/sm ² (kam emas)	200-150	200-130	125	125
Ochiq g'ovaklik, % (ko'p emas)	24-30	24-30	30	

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Yuqori glinozyomli olovbardoshlar ishlab chiqarishda ishlatiluvchi xomashyo materiallarining turlari.
2. Yuqori glinozyomli olovbardoshlar ishlab chiqarish texnologik tizimini keltiring.
3. Shamotli olovbardosh buyumlarda glinozyomning miqdori?
4. Shamotli olovbardosh buyumlarning sinflanishi.
5. Shamotli buyumlar olishda ishlatiladigan asosiy xomashyo materiallar.
6. Shamotli olovbardosh buyum olish texnologik tizimini keltiring.
7. Shamotli olovbardoshlar ishlab chiqarishda massa tayyorlash usullari.
8. Qovushqoq usulda shamotli buyumlarni shakllashda qanday uskunadan foydalaniladi?
9. Yarim quruq usulda presslashda presslash bosimi.
10. Yarim quruq usulda presslashning afzalligi.
11. Shamotli buyumlarni quritish jarayonini keltiring.
12. Shamotli buyumlarni kuydirish jarayonini keltirng.
13. Shamotli buyumlarga DST talablari.

Tayanch so'z va iboralar

Alyumosilikat, yarim nordon, asosli, shamot, shamotli olovbardosh, yovg'onlashtirish, kaolin, yupqa dispers, bog'lovchilik, pishish, kaolinit guruhi, pirofillit, temir oksidi, eruvchilar, shamotli olovbardosh, tuproq namligi, termik mustahkamlik, dona o'lchami, qovushqoq usul, aralashtirgich, vakuumlash, nuqsonlar, yarim quruq usul, presslash bosqichi, qayta taqsimlanish koeffitsiyenti, ko'p shamotli.

123-§. Ta'rif va bo'linishi

Magnezitli olovbardosh materiallar deb tarkibida 85 % dan kam bo'lmagan MgO bo'lgan buyumlarga aytiladi. Olovbardosh asosga ega bo'lishda, magnezitli materialda periklaz minerali MgO xizmat qiladi. Xomashyoda asosiy qo'shilmalardan CaO , SiO_2 , Fe_2O_3 bo'lib, ulardan CaO bilan SiO_2 o'zaro qattiq qorishma hosil qilib, MgO ga bog'lovchi qorishma bo'lib xizmat qiladi. Hamma periklaz kristallari u bilan bog'lanib katta haroratda qattiq qorishma hosil qiladi va magnezitli jihozlar tabiyatiga ta'sir qilib, asosiy faza tarkibi periklaz kristallini o'zgartiradi. Magnezitli olovbardosh materiallar donali va kukunlilarga bo'linadi. Asosiysi donali mahsulotlar pechlarga ishlatiladi, erigan shlaklar bilan ta'sirlanadigan futerovkalarda va po'lat quyish stakanlariga ishlatiladi. Magnezitli kukunlardan metallurgiya pechlarining past qismida, magniy saqlaydigan mahsulotlar ishlab chiqarishda va olovbardosh betonlar olishda ishlatiladi.

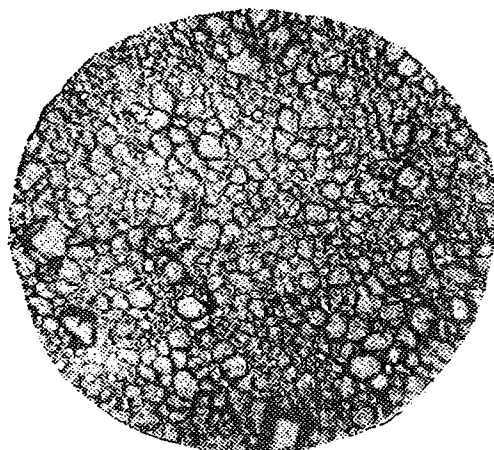
124-§. Magnezitli olovbardoshlar ishlab chiqarish uchun xomashyo

Magnezitli olovbardoshlar ishlab chiqarishda magnezit tog' jinsi va dengiz suvi xomashyo bo'lib xizmat qiladi. Ulardan kimyoviy yo'l bilan termik qayta ishlab MgO ni toza kukun holida olinadi (95–98,5% MgO). Dengiz suvining yetarli darajada magnezit zaxirasi bo'lmaganda ishlatiladi. Magnezitli olovbardosh materiallar ishlab chiqarishda xomashyo sifatida tabiiy magnezit ishlatiladi (98-jadval). Ularning konlari MDH mamlakatlari, Avstriya, Koreya kabi davlatlarda joylashgan. Kuydirilganda SO_2 kabi gazlar chiqib ketadi, ko'p miqdorda MgO va oz miqdorda Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 kabi qo'shimchalar qoladi.

Kuydirilgan magnezitning kimyoviy va fazaviy tarkiblari

98-jadval

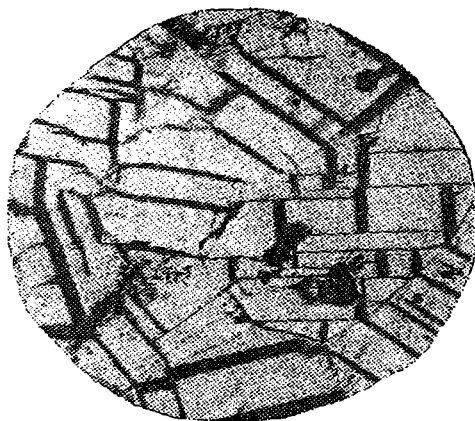
Magnezit koni	Kimyoviy tarkibi, %					Fazaviy tarkibi, %			
	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Periklaz	Shpenelidlar	Kalsiy alyumoferrit	Ortosilikatlar
Satkins (MDH)	92,5	2,3	1,0	2,1	2,1	90,4	4,0	-	5,6
Talsk (MDH)	95,2	2,6	0,4	0,8	1,0	95,2	-	1,9	2,9
Savinsk (MDH)	91,8	2,7	0,6	2,3	2,6	89,6	3,7		6,7
Radentgeyn (Avstriya)	91,7	1,8	0,9	3,8	2,8	87,0	6,0		7,0
Feytsh (Avstriya)	88,9	2,8	3,6	3,7	1,0	88,0	8,2		2,9
Koreysk (Koreya)	90,0	1,5	2,3	1,4	4,8	89,2	5,0	-	5,8



77-rasm. Teshilgan magnezit mikrostrukturasi (x 80)

Periklazli materiallarning mikrostrukturasi unga berilgan ishlov turiga bog'liq. Qizdirib zichlashtirilgan magnezitda (77-rasm) izometrik donachalar mavjud bo'lib, ularning o'lchami 15–40 mkm.

Magnezitning yuqori haroratli eritmasi sovutilganda uzunligi 10–15 mm li monokristalllar o'sib chiqadi (78-rasm). Ularning ulanish tekisliklari mukammalligi 78-rasmda yaqqol ko'rinib turibdi.



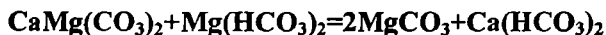
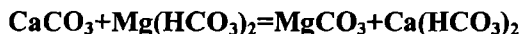
78-rasm. Eritilgan magniy oksidi (periklaz) mikrostrukturasi (x 80)

Kuydirilgan magnezit tarkibiga kiruvchi MgO , CaO , SiO_2 kabi qo'shilmalar buyum sifat ko'rsatkichlariga ta'sir qiladi. Shuning uchun ularning quyi miqdori ham reglamentlashtirilgan bo'ladi (99-jadval).

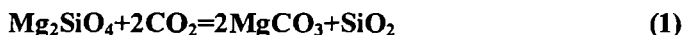
Kuydirilgan magnezitda qo'shilmalar miqdorini chegaralanganligi
99-jadval

Magnezitni tayinlanganligi	SiO_2 , % ko'pi bilan	CaO , % ko'pi bilan	MgO , % kam emas	Kuydirishda qisqarishi
Yuqori sifatli buyumlar uchun	3,5	2,5	90,5	0,6
Past sifatli buyumlar uchun	5	3	88	0,6
Metallurgiya kukuni uchun:				
I-sinf	4	4	88	0,6
II-sinf	5	6	85	0,8
CaO miqdori oshganda	6	10-15	75	-

Toza magnezitda 47,6% MgO va 52,4% SO₂ bo'ladi. Magnezit oqsariq rangda, ba'zan oq yaltiroq bo'lib, qattiqligi 4-4.5, zichligi 2.9-3.1 bo'ladi. Magnezit yirik donli ko'rinishda kam tarqalgan. Magnezit siderit FeCO₃ bilan bir qator qattiq qorishma hosil qiladi. ≥30% sideriti bo'lgan magnezitni breynerit deyiladi. CaCO₃ bilan 2ta bog' hosil qiladi, ya'ni dolomit CaCO₃·MgCO₃ Kristallik magnezit o'zida ohakni yoki dolomitlarni o'zgartirish xossasiga ega bo'lib, ularga ta'sir qilib olingan qorishma o'zida 2 MgCO₃ ushlaydi.



Kristallitlardan tashqari ma'lum amorf magnezitlar o'zida magniy gidrosilikatlarni buzish xossasiga ega bo'ladi. Masalan, 1, 2 va 3 reaksiyalar:

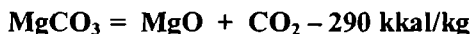


Bularga suv va uglekislotalar ta'sir etsa buzilib ketadi.

Amorf magnezitlarga Xalilovsk konlaridan olinayotgan moddalar kiradi. Magnezit konlari dolomit konlariga qaraganda kam tarqalgan. Yuqori sifatli MgO kuydirishdan keyin o'zida 2–3% CaO va 85% MgO bo'lishi kerak. Metallurgik kukunlarda mahsulot uchun 91% MgO bo'lishi kerak. Kam miqdorda ≤5% SiO₂ va Fe₂O₃ bo'ladi. Asosiy qo'shimcha kristallik magnezitda – kalsit, diabaz va kvars. Amorflarda – zmeevit va kvars. Asosiy zararlisi – xomashyoning o'zida CaO va kremnezem ushlovchi minerallar qo'shimchasi borligi. CaO kuydirishdan keyin montichellit ko'rinishida CaMgSiO₄ va juda kam hollarda Ca₂SiO₄ ko'rinishda bo'ladi.

Magnezitli mahsulotlarda uncha katta bo'lmagan kremnezem forsterit bilan bog' hosil bo'lib, u kuch ta'sirida harorat va bukilishni oshiradi. Katta miqdordagi SiO₂ va CaO: SiO₂ ≤ 2da yengil eruvchi bog'-montichellit va mervinit hosil qiladi. Magnezitli materiallarning

olovbardoshligiga diabaz asosan qarshilik ko'rsatadi. Fe_2O_3 zararli chunki u magnezitlarni olovbardoshligini pasaytiradi CaO , Fe_2O_3 bilan yengil eruvchi bog' hosil qiladi $>1000^\circ\text{C}$ da Fe_2O_3 bilan magnezoferrit qattiq qorishma hosil qilib, periklaz bilan mahsulotni pishishini yaxshilaydi. Tog' jinsi magnezit va dolomit qotishmasidan dolomit bo'laklarini ajratib olish, og'ir suvni ferrosilitsiya $2,87\text{--}2,92/\text{sm}^3$ zichlikdagi suspenziyani boyitishga olib keladi. Bunga sabab shuki, dolomit magnezitga qaraganda zichligi kam va boyitish jarayonida oqadi, magnezit esa cho'kadi. Og'ir suspenziyalarni boyitish 50 mm gacha bo'lgan bo'laklarda olib boriladi. 400°C da magnezit ajralishni boshlaydi:



Tabiiy magnezitni bo'linishi faqat haroratga bog'liq bo'libgina qolmay, balki qo'shimchalarni xarakteriga, tuzilishga va mahsulot zichligiga bog'liq.

125-§. Magnezitli mahsulotlar ishlab chiqarish

Magnezitli olovbardoshlar ishlab chiqarishda xomashyo sifatida faqat pishirilgan magnezit ishlatiladi. Magnezitli mahsulotlarning tarkibi maxsus qo'shimchalarga bog'liq bo'lib, ular faza tarkibi yoki periklaz xarakteriga ta'sir qiladi. Shunday qo'shimchalarga Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , B_2O_3 , kremnezem, zmeevik va boshqalar kiradi. Magnezitli mahsulotlar qonun bo'yicha mayda donali massadan tayyorlanib, uning qovushqoqligi sezilarli darajada shamotli yoki dinasli olovbardoshlarga qaraganda kam bo'ladi. Kuydirishda kimyoviy reaksiya oxirigacha boradi va to'la fazali tenglashishga yetadi.

Magnezitli olovbardoshlarning kimyoviy tarkibi ularda oksidlar (MgO , CaO , SiO_2 , Fe_2O_3) borligi bilan xarakterlanadi (98 va 99-jadvallar). Shuning uchun fazani tarkibi magnezitli olovbardoshlarning 4 komponentli diagramma bilan beriladi ($\text{MgO-CaO-SiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Uning har xil tarkibidagi periklaz bilan bog'liqligi keyingi bog'lanishlarda bo'lishi mumkin: CaO ; 3 kalsiy silikat $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$; $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$; $3\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$; montichelit $\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$; forsterit $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$; magnezoferrit $\text{MgO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$; ikki kalsiy ferrit $2\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$, magnezitli mahsulotlarning tarkibini o'zgarishi ularda erkin ohaklarni borligi bilan xarakterlanadi. Magnezitli mahsulotlarda erkin ohaklarni

borligi ularni gidratatsiyada egilishlarini oshirib shuni natijasida buzilishni boshlanishiga olib kelishi mumkin.

Magnezitli mahsulotlarni (230x115x0,5mm) o'rtacha razmerlardagilari stabillashmagan $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 3–5% dagi bilan sochilib ketadi. Shuning uchun magnezitni mahsulotlarni ikki kalsiyli silikatdan tayyorlanmaydi. Magnezitli mahsulotlarga mervinit faqat qanaqadir qimmatli tarkib bermasdan, balki uni ishlab chiqarilishini qiyinlashtirishi mumkin. Montichellit past haroratda magnezitli mahsulotlarda erishi bilan qodir bo'lmay (1498°C) balki deformatsiya harorati kuchini pasaytiradi va ularni kuch ta'siri ostida tushib ketishini oshiradi. Shuning uchun montichellit magnezitli olovbardoshlarda zararli tashkil etuvchilarga bo'linadi. O'zida bog'lovchi sifatida ishlatiluvchi forsteritli magnezitli mahsulotlar kuch ostida katta haroratga ega bo'ladi va erishga oxirgi 1898°C da ega bo'ladi. Lekin ular qiyin pishiriladi. Shuning uchun ular 1600°C dan yuqori bo'lgan haroratda pishiriladi. Temirli qo'shimchalar mahsulotni pishirish natijasida magneziferrit periklaz bilan qattiq qorishma hosil qilib, oxirida katta ko'rsatkichlarda kristallar hosil bo'lishga olib keladi. Shu vaqtni o'zida kuch ostida bukilish harorati va magnezitli mahsulotlarning issiqlik bardoshligiga bog'liq bo'ladi. Agar tarkibida Fe_2O_3 ning miqdori 10 % dan oshmasa, magnezitli mahsulotlarda magneziferritni ko'p ishlatish kerak emas, u olovbardoshlikni pasaytiradi.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Magnezitli olovbardoshlar ishlab chiqarish uchun asosiy xom-ashyo materiallarini keltiring.

2. Magnezitli buyumlar ishlab chiqarish texnologik jarayonidagi asosiy bosqichlar.

3. Magnezitli buyumlarni kuydirish jarayonini so'zlab bering.

4. Magnezitli buyumlarni xossalari.

5. Magnezitli olovbardoshlarni ishlatilish sohasi.

6. Magnezitli olovbardoshlarning olovbardoshligini pasaytiruvchi komponent.

7. Magnezitli olovbardoshlarni hosil bo'lish kimyoviy jarayonida montichellitning roli.

8. Magnezitli olovbardoshlarning pishish temperaturasi necha?

9. Magnezitli mahsulotlarda magnezioferritning roli.

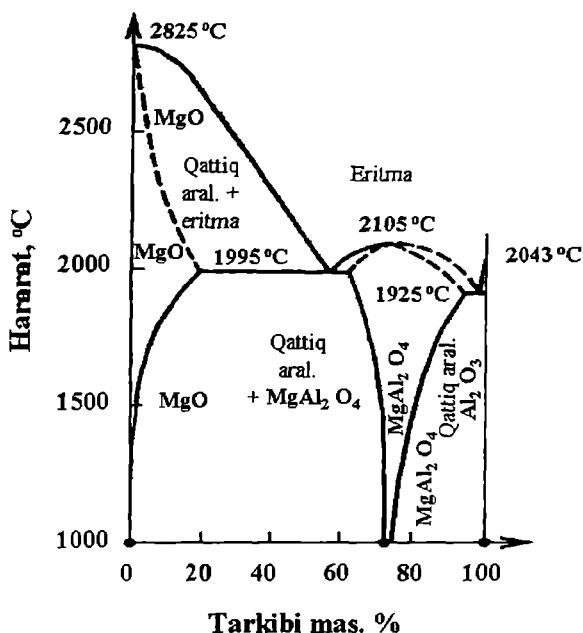
10. Magnezitli olovbardoshlar necha komponentli sistemaga tegishli.

Tayanch soʻz va iboralar

Periklaz, magnezit, siderit, zmeevik, kvars, montichellit, mervinit, magnezitli olovbardosh buyum, kuydirilgan magnezit, metallurgiya kukuni, qattiq modda, eritma, choʻkma, donalar oʻrtacha oʻlchami.

126-§. Ta'rifi, tuzilishi va turlari

Shpinelidlar deb umumiy formulasi MV_2X_4 bo'lgan va kub sistemasida kristallangan birikmalarga aytiladi. Masalan, $MgO-Al_2O_3$ sistemasida hosil bo'lgan $MgAl_2O_4$ birikmasi va boshqalar. Ularning kristall panjaralarida X anionlari zich kub upakovkani hosil qiladi. Bunday upakovka tetraedrik va oktaedrik pozitsiyalarni egallagan bo'lsa, normal shpinelidlar hosil bo'ladi. Bunday shpinelidlarga $MgAl_2O_4$, $FeAl_2O_4$, $MgCr_2O_4$ va $FeCr_2O_4$ lar kiradi.



79-rasm. Renkin, Mervin, Roy va Osborn tadqiqotlari bo'yicha $MgO - Al_2O_3$ sistemasining diagramma holati.

Agar elementar yacheykada M kationlari butunlayin va B kationlarining 50 % oktaedrik, B kationlarining qolgan 50 % tetraedrik pozitsiyalarini egallasa, u holda invertirlangan shpinelidlar paydo bo'ladi. Bunday tipli shpinelidlar qatoriga $MgFe_2O_4$, $FeFe_2O_4(Fe_3O_4)$, Mg_2TiO_4 kiradi.

Shpinelidli olovbardoshlar ustida so'z yuritilganda yana ikki muhim faktorga ahamiyat berish kerak. Ulardan birinchisi shpinelid hosil qiluvchi sistemalar, shu jumladan, $MgO - Al_2O_3$ sistemasida ham past haroratli evtektikalarning mavjud emasligi. $MgO - Al_2O_3$ sistemasida evtektik chiziqlar $1995^{\circ}C$ va $1925^{\circ}C$ ga to'g'ri keladi. (79-rasm). Bu faktor so'z yuritilayotgan moddalarning yuqori olovbardoshligini ta'minlaydi.

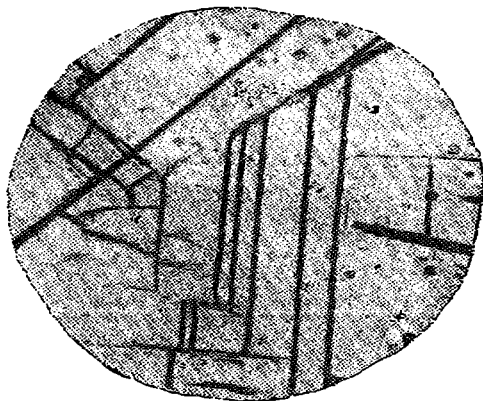
Ikkinchi faktor shpinelidlarning izomorfizmga layoqatligi. Misol tariqasida $(Mg,Fe) \cdot (Cr,Al,Fe)_2O_4$ va $Mg(Al,Cr)_2O_4$ larni keltirish mumkin. Bu faktor olovbardosh buyum tarkibini oldindan loyihalash va xossalari boshqarish imkoniyatini tug'diradi.

127-§. Alyumomagnezitli olovbardosh buyumlar olinishi

Qattiq fazada shpinelidlar $600^{\circ}C$ dan yuqori temperaturada katta tezlikda hosil bo'ladi. Shpinelidlarning to'liq sintezi $1500 \div 1750^{\circ}C$ da amalga oshadi. Olovbardosh shpinelidlardan $MgAl_2O_4$ ham pishish, ham elektropechlarda eritish orqali olinadi (80-rasm).

$MgAl_2O_4$ asosidagi olovbardosh shpinellar 2 usulda: pishish usuli va elektr eritish usulida olinadi. Birinchi usulda texnik glinozyom kuydirilgan magnezit bilan (65–70% glinozyom va 35–30% kuydirilgan magnezit) aralashtiriladi. Shlaklarga mustahkamlikni oshirish va sintezni yaxshilash uchun shixtaga 10÷15% mayin maydalangan xromit qo'shiladi. Bu aralashmadan briketlar presslanadi va $1750^{\circ}C$ da kuydiriladi. Kuydirilgan briket 2–3 mm o'lchamli bo'lguncha maydalanadi. Mahsulot ishlab chiqarish uchun tayyorlanadigan shixta 80÷85% maydalangan briket va 15÷20% xomashyodan iborat bo'ladi. Presslangan va quritilgan mahsulotlar $1700 \div 1750^{\circ}C$ da kuydiriladi.

Shpinelidli olovbardoshlar juda qimmat hisoblanadi (dastlabki xomashyo glinozyom qimmatligi va sintez yuqori temperaturada olib borilish sababli). Shuning uchun bunday olovbardoshlarni ishlab chiqarish keyingi vaqtlarda keng yo'lga qo'yilmoqda.



80-rasm. Eritilgan shpinel mikrostrukturasi (x 80).

Alyumomagnezitli yoki magniy alyuminatli olovbardosh kubli birikma $MgAl_2O_4$, geksagonal singoniyada kristallanuvchi bariy alyuminati $BaAl_2O_4$ (erish nuqtasi $1830^{\circ}C$) va boshqalar yuqori olovbardoshliklaridan tashqari o'ta yuqori shlakka turg'unliklari bilan tanhodir.

Quyida pishirish va elektr eritish usullarida olingan shpinellarning kimyoviy tarkibi va xossalari keltiriladi.

Turli sharoitda olingan shpinellar tarkibi va xossalariga oid ma'lumotlar

100-jadval

Tarkib va xossalar	Pishgan shpinel	Eritib olingan shpinel
Kimyoviy tarkibi, %		
SiO ₂	3,1	3,1
Al ₂ O ₃	65,4	65,4
Cr ₂ O ₃	1,1	1,1
Fe ₂ O ₃	2,3	2,3
CaO	1,3	1,3
MgO	26,7	26,7
Kuydirishda qisqarishi, %	0,3	-
Siqilishga mustahkamlik, kg/sm²	500	500 dan yuqori

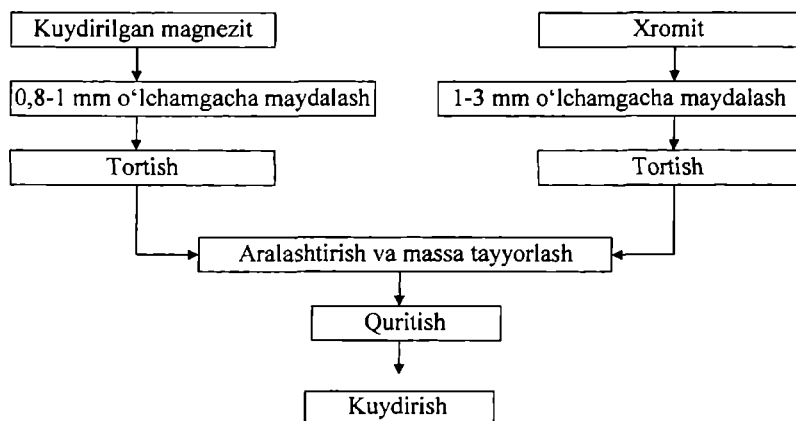
Tuyuluvchan zichlik, g/sm ³	2,65-2,95	3,05-3,10
G'ovaklik, %	17-25	10,7-12,2
2 kg/sm ² yuk ostida deformatsiyalanishi, °C	1600-1650°C	1800°S dan yuqori
Termobarqarorligi, issiqlik almashinuv soni	30-40	

128-§. Xrommagnezitli olovbardosh buyumlar

Xrommagnezitli olovbardosh buyumlar deb xromit va kuydirilgan magnezitdan tayyorlanadigan olovbardosh moddalarga aytiladi.

Tabiiy xromit $(\text{Fe}, \text{Mg}) \cdot (\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$ tarkibli mineralga, shuningdek, shu mineralni 80% dan ortig'ini tashkil etuvchi tabiatda keng tarqalgan tog' jinsiga tegishli. Toza xromit minerali FeCr_2O_4 formulaga ega (32.14% FeO va 37,8% Cr_2O_3), u tabiatda kam uchraydi. Tabiiy xromit tarkibida izomorf aralashmalar MgO , Al_2O_3 va ayrim hollarda Fe_2O_3 ham bo'ladi. Xromit jinsida xromit minerali (xromshpinel)dan tashqari magnezial gidrosilikatlar – serpentin $(\text{Mg}_6(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10})$ va xlorit $(\text{Mg}, \text{Fe})_4\text{Al}_2(\text{OH})_8\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{10}$ lar ham bor.

Xrommagnezitli olovbardoshlar ishlab chiqarish texnologik tizimi

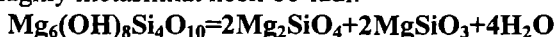


Xrommagnezitli olovbardoshlar ishlab chiqarishda shixta tarkibiga 30÷70%gacha kuydirilgan magnezit qo'shiladi. Xrommagnezitli

olovbardoshlar olishda bir qator murakkab fizik-kimyoviy jarayonlar ro'y beradi.

Kuydirilgan magnezit MgO va serpentin $Mg_6(OH)_8Si_4O_{10}$ tarkibli massani ko'rib chiqiladi:

$600-700^{\circ}C$ -ga qizdirilganda serpentin tarkibidagi suv yo'qoladi forsterit va magniy metasilikat hosil bo'ladi:

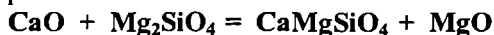


Bu reaksiya moddalar hajmini 24 % ga qisqarishi orqali o'tadi.

Hosil bo'lgan $MgSiO_3$ kuydirilgan magnezit (periklaz) bilan birikadi, buni natijasida serpentindan olovbardosh faza-forsterit (erish temperaturasi $1890^{\circ}C$) hosil bo'ladi:

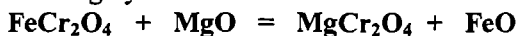


CaO aralashmalari forsterit bilan birikib, olovbardoshmas montichellit va periklazni beradi:

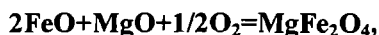


Montichellit buyumda qoladi. Uni miqdori qancha ko'p bo'lsa, buyumning yuqori temperaturada mustahkamligi shuncha kamayadi. Shuning uchun kalsiy oksidi miqdori xromitda ham, kuydirilgan magnezitda ham chegaralangan bo'lishi kerak..

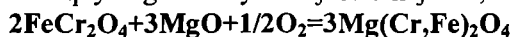
$650-1200^{\circ}C$ da magniy oksidi xromit bilan birikadi:



Kislorod ishtirokida FeO periklaz MgO bilan qattiq eritma hosil qiladi:



bunda hajm 24,3% ga ortadi. Bunday ortish buyumda darzlar hosil bo'lishiga olib keladi. Shuning uchun xromitni magniy oksidi bilan ta'sir reaksiyasi qaytarilish muhitida borgani maqsadlidir yoki xromitni magniy oksidi bilan quyidagi reaksiya natijasida hajmi 6,6% ga oshadi:



Xromitlarni MgO bilan reaksiyaga kirishi $650^{\circ}C$ da boshlanadi, $1000^{\circ}C$ da 30%, $1300^{\circ}C$ da 90% va $1600^{\circ}C$ da 98% ni tashkil etadi. Reaksiya tezligi kuydirilgan magnezit maydalanish darajasiga bog'liqdir (0,1mm).

Oddiy xrommagnezitli olovbardosh buyumlar tarkibida 42 % dan kam bo'lmagan MgO va 15 % Cr_2O_3 bo'lishi zarur. Ularning siqilishga mustahkamligi 250 kg/sm^3 dan yuqori, tuyuluvchan g'ovakligi 24 % dan kam, 2 kg/sm^2 li yuk ostida deformatsiya harorati $1450^{\circ}C$ ga teng.

Marten pechlarining ravoqi (gumbazi) uchun mo'ljallangan xrommagnezitli g'ishtlar tarkibida 60 % dan ortiq MgO va 8-18 %

Cr_2O_3 bor. Ular siqilishga mustahkamligi 250kg/sm^2 va undan ham ortiq, g'ovakligi 23 % dan kam, termobarqarorligi 25 issiqlik almashinuvidan kam bo'lmashligi zarur.

Periklaz shpinelidli buyumlarda Cr_2O_3 miqdori 12–18 % ga ortishi mumkin. Siqilishdagi mustahkamlik 400 kg/sm^2 , tuyuluvchan g'ovaklik 16 % gacha, yuk ostidagi deformatsiyalanish harorati 1580°C va termobarqarorlik 25 marta issiq sovuqqa bardosh bo'lishi kerak.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Shpinelidlarga qaysi birikmalar kiradi?
2. $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ sistemasining diagramma holati.
3. Normal va invertirlangan shpinelidalarga qaysi birikmalar kiradi?
4. Alyumomagnezitli olovbardosh buyumlarning formulasini yozib bering.
5. Pishish va elektr eritish usullari haqida fikr bildiring.
6. Xrommagnezitli olovbardoshlar tarkibini keltiring.
7. Xrommagnezitli olovbardoshlar ishlab chiqarish texnologik tizimi.
8. Shpinelidli olovbardoshlarning pishish harorati qanday?
9. Shpinelidli olovbardoshlarning ishlatilish sohalari.
10. Xrommagnezitli olovbardoshlarning tarkibga ko'ra ishlatilishi.

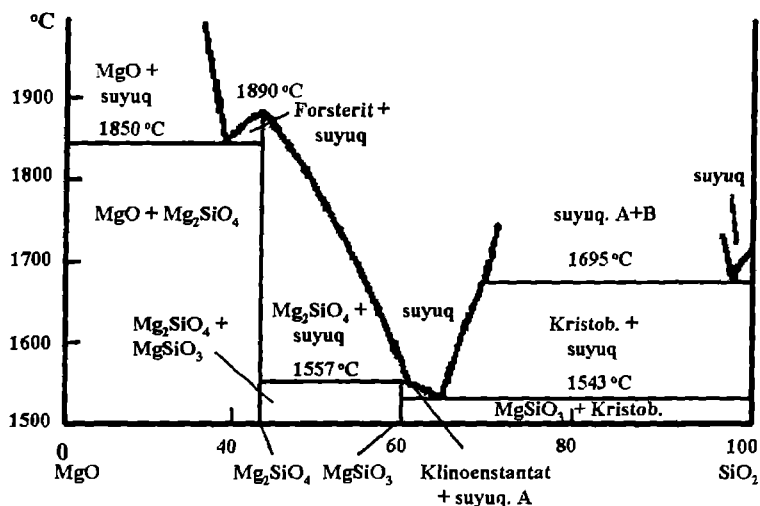
Tayanch so'z va iboralar

Shpinelid, tetraedrik koordinatsiya, oktaedrik pozitsiya, alyumomagnezitli olovbardosh buyum, xrommagnezitli olovbardosh buyum, kuydirilgan magnezit, periklaz, serpentin, montichellit, xromit.

29-bob. FORSTERITLI OLOVBARDOSH BUYUMLAR

129-§. Ta'rif, bazaviy sistemasi, ilk parametrlari

Forsteritli olovbardosh buyumlarni ishlab chiqarish MgO-SiO_2 sistemasiga tayanadi (81-rasm). Sistema olivinli, forsteritli, magnezitli, xrommagnezitli, talkli va protoenstatitli keramika va magnezialli olovbardosh buyumlar olishda asos bo'lib xizmat qiladi.



81-rasm. Boun va Andersen ma'lumotlari bo'yicha MgO-SiO_2 sistemasining diagramma holati.

MgO-SiO_2 sistemasida ikkita birikma bor: forsterit Mg_2SiO_4 va MgSiO_3 (uch modifikatsiyali-enstatit, protoenstatit va klnoenstatit). Forsterit (magniy ortosilikat) 2MgOSiO_2 rombik sistemaga mansub bo'lib, kristallarning ko'rinishi (gabitusi) prizmalar holatida. (001) va (010) yuzalari bo'yicha yaqqol ajratishlik mavjud. Zichlik $3,216 \text{ g/sm}^3$. Optik konstantalari $N_g=1,668$; $N_p=1,636$, $2V^\circ=85^\circ 6'$. Optik belgisi (+) va optik orientirovkasi $Z=a$. Forsterit 1890°C da kongruent eriydi.

Ularda topilgan magniyli tabiiy eritma quyidagi xarakteristikalariga ega:

Mineral nomi	– forsterit;
Birinchi avtor familiyasi va topilgan yili	– Levi, 1824;
Kimyoviy formulasi	– Mg_2SiO_4 ;
Izomorf qo'shilmalar	– Fe va Mn;
Singoniya, fazaviy guruh va elementlar yacheykadagi formula birligi soni	– Rombik, Pb nm, 4;
Elementar yacheyka parametrlari, Å:	
a_0	4,78
b_0	10,28
c_0	6,00
Zichlik, g/sm ³	3,22
Nur sindirish ko'rsatkichlari	
Ng	1,670
Np	1,635
Qattiqligi (10-balli shkala bo'yicha)	7
Optik o'qlar burchagi	+82
Makrorangi	oq
Erish harorati, °C	1895
Rentgenografik parametrlari, Å	5.10 – 3.88 – 2.77 – 2.51 – 2.46
Gabitusi	prizma, dunitlar, sanoatga moil

Forsteritli olovbardoshlar deb, tarkibini forsterit (85%), periklaz va magnezioferrit (15% gacha) tashkil etuvchi olovbardosh material va boshqalarga aytiladi.

130-§. Xomashyosi va modullari

Forsteritli olovbardoshlar olishda xomashyo sifatida olivinitlar [$(Mg,Fe)_2SiO_4$ +aralashmalar], serpentinitlar $3(Mg,Fe)O \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ +aralashmalar], dunitlar (45-60% olivinit va 40–55% serpentinitdan tashkil topgan), talk $3(Mg,Fe)O \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ + aralashmalar].

Aralashmalarga NiO, CaO, MnO, Al_2O_3 , Cr_2O_3 va boshqalar kiradi. Bulardan CaO va Al_2O_3 zararli. CaO tarkibda borligi olovbardosh bo'lmagan montichellit $CaO \cdot MgO \cdot SiO_2$ (1492°C da inkongruent eriydi), Al_2O_3 esa yengil eruvchan kordierit $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$ ($Mg_2Al_4Si_5O_{18}$) hosil bo'lishiga olib keladi (Mn_2 , Al_2 , Si_5 , AlO_{18} 1200°C da eriydi). Shuning uchun Al_2O_3 forsteritli olovbardosh

buyumlar 0,5 – 1% dan ortiq kirishi mumkin emas. Montichellit hosil qiluvchi CaO miqdori ham cheklangan bo'lib, u 2 – 3% ni tashkil etishi mumkin.

Xomashyo sifati magnezial – silikat MgO/SiO_2 va magnezial-temir $MgO/(FeO+Fe_2O_3)$ modullar bilan xarakterlanadi (101-jadval). Modullar qiymati qanchalik katta bo'lsa, xomashyo sifati shunchalik yuqori bo'ladi.

Magnezial xomashyo moduli

101-jadval

Jinslar	Formulasi	Modullar	
		MgO/SiO_2	$MgO/(FeO+Fe_2O_3)$
Forsterit	$2MgO \cdot SiO_2$	1,34	-
Olivin	$2(Mg, Fe)O \cdot SiO_2$	1,24	3,5
Dunit	$2(Mg, Fe)O \cdot SiO_2 + 3(Mg, Fe)O \cdot SiO_2 \cdot 2HO$	1,20	4,3
Serpentinit	$3(Mg, Fe)O \cdot 2SiO_2 \cdot 2HO$	1,00	4,4
Talk	$3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot HO$	0,50	10,6

Forsteritli buyumlar ishlab chiqarishda qo'llanadigan ba'zi bir magnezial-silikat jinslarning nomi, olovbardoshligi va kimyoviy tarkiblari 102-jadvalda keltirilgan.

Tipik magnezial-silikat jinslarining tarkibi va xossalari

102-jadval

Jins va kon nomlari	Tuyuluv-chan zichlik, g/cm^3	Olov-bar-doshlik, $^{\circ}C$	Kimyoviy tarkibi, %			Kuydirish-da qisqarili-shi, %
			RO_2	R_2O_3	RO	
Xabozersk oliviniti (Kolsk yarim oroli)	3,4	1770	38,3 SiO_2	0,2 Al_2O_3 0,4 Cr_2O_3 6,1 Fe_2O_3	7,1 FeO 1 CaO 46,8 MgO	0,1
Nijneta-gilsk duniti (Ural)	2,8	1810	34,5 SiO_2	0,3 Al_2O_3	4,3 FeO	13

				0,6 Cr ₂ O ₃ 4,2 Fe ₂ O ₃	1 CaO 46,8 MgO	
Bedensk serpentiniti (Shimoliy Kavkaz)	2,7	1550	40,5 SiO ₂	1,2 Al ₂ O ₃ 0,4 Cr ₂ O ₃ 4,5 Fe ₂ O ₃	2,1 FeO 0,1 CaO 38,7 MgO	12,5
Shabrovsk talk- magneziti (Ural)	3,0	1530	30,5 SiO ₂	1,4 Al ₂ O ₃ 8,2 Fe ₂ O ₃	0,9 CaO 32,6 MgO	26,4
Veselyansk talk- magneziti (Ukraina)	3,0	1520	30,7 SiO ₂	0,6 Al ₂ O ₃ 6,0 Fe ₂ O ₃	4,5 FeO 1,3 CaO 31,5 MgO	25,4

131-§. Forsteritli buyumlar ishlab chiqarish

Forsteritli buyum shixtalarining tarkibi turlicha bo'lishi mumkin. Ularning ba'zi birlariga oid ma'lumotlar 103-jadvalda beriladi.

Forsteritli shixtalarining mineralogik va kimyoviy tarkiblari

103-jadval

№	Olovbardosh shixtalarining mineralogik tarkibi, %	Kimyoviy tarkibi, %					Kuydi- rishda yo'qo- tishlar, %
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	
1	85 olivinit + 15 pishgan magnezit	33,2	1,4	13,6	1,4	50,2	0,5
2	75 kuydirilmagan dunit + 25 pishgan magnezit	28	-			58,5	
3	70 briketlangan serpen- tinit +	33	2,1	6,3	1,5	57	0,6

	30 kuydirilgan magnezit						
4	70 briketlangan serpentin + 30 pishgan magnezit	31,9	1,8	6,7	1,1	59,3	0,1
5	80 talk-magnezit + 20 pishgan magnezit	31,9	2,1	11,1	1,4	53,2	0,3
6	100 elektr eritilgan dunit	41,3	1,5	5,5	0,2	51,5	
7	100 talk magnezit	31,6	1,6	4,1	0,3	36,4	26
8	100 kuydirilgan dunit	28,2	2,7	9,4	0,9	56,3	-
9	100 xrom forsterit	25				50 Cr ₂ O 3 10,5	

Forsteritli buyumlar ishlab chiqarish uchun massa donadorlik tarkibi quyidagicha bo'lishi mumkin:

Fraksiya o'lchami, mm	0,5-2,0	0,09-0,5	<0,09
Tarkibi, %	50	10-15	35-40

Mayda donador kukunlar yomon presslanadi, yirik donadorlilar pishish jarayonini qiyinlashtiradi.

Forsteritli massani namligi 3÷4% (quruq massaga 0,5÷1% miqdorda SSB qo'shanda).

Presslash bosimi 800÷1000 kg/sm², tuyuluvchan zichligi 2,55÷2,60 g/sm³

Forsteritli massalar magnezitli massaga nisbatan qiyin presslanadi, chunki ularning siqilish koeffitsiyenti periklazga qaraganda yuqori.

Forsteritli buyumlar mexanik revolver, friksion va gidravlik presslarda presslanadi.

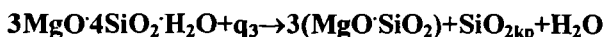
Buyumlarni quritish alohida rejimni talab etmaydi, tunnel quritgichlarda 0,5% namlik qolguncha 20÷24 soat davomida quritiladi.

Quritilgan buyumlar yuqori siqilishga mustahkamlikka ega bo'lib (100 kg/sm² dan yuqori), tunnel pechlarda kuydiriladi.

Kuydirish jarayonida olivin, serpentin va talkni parchalanishi ro'y beradi. Parchalanish tizimi taxminan quyidagicha:

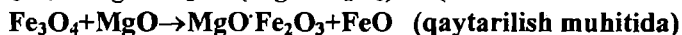
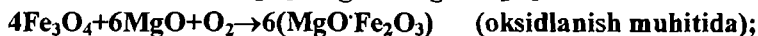
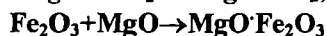
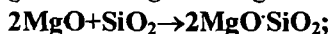
$(\text{Mg}_{n_1}, \text{Fe}_{m_1})_2\text{SiO}_4 + q_1 \rightarrow (\text{Mg}_{n_2}, \text{Fe}_{m_2})_2\text{SiO}_4 + (\text{Mg}_{n_3}, \text{Fe}_{m_3})\text{SiO}_3$
 bu yerda

$$n_1 + m_1 = n_2 + m_2 = n_3 + m_3 = 1 \text{ va } n_1 < n_2, m_1 > m_2$$



q – isitishda jinsga beriluvchi issiqlik.

Forsteritli massalarda magniy oksidini ortiqqligi quyidagi kimyoviy reaksiyalarga olib keladi:



Qaytarilish muhiti forsterit buyumlarda magnezioferritni parchalanib, olivin hosil bo'lishiga olib keladi. Shuning uchun forsterit buyumlarini oksidlanish muhitida kuydirish kerak.

Olivinitning termik parchalanishi 1000–1150°Cda boshlanadi va 1450–1500°Cda tugallanadi, bunda Fe_2O_3 1150–1200°Cdan yuqori temperaturada Fe_3O_4 ga aylanadi.

Serpentinitni ajralishi 600–700°C da boshlanadi, 1300°C da klinoenstatit va forsterit kristallanishni boshlaydi.

1450–1150°C da klinoenstatit mayda donalari va forsterit donachalari kuzatiladi.

Yuqorida ko'rsatilgan forsterit va magnezioferritni hosil bo'lishi qattiq fazali reaksiyada boradi.

Forsteritli olovbardoshlar marten pechlari yuqori qismidagi havo regeneratorlarining 5–15 qatorida nasadkali buyum sifatida ishlatiladi.

132-§. Forsteritli olovbardosh buyumlarni xossalari

Tartib raqamlari 1–9 bo'lgan forsteritli olovbardosh buyumlarning xossalari 104-jadvalda berilgan. 100 MPa da presslangan yarim fabrikatning o'rtacha zichligi 2,55–2,6 kg/sm³ ga teng. Quritish oxiridagi namlik 0,5 % atrofida bo'ladi. Tunnel pechlarida 1550–1650°C haroratda kuydirilgan buyumlarning siqilishdagi mustah-

kamligi 25–300 MPa ni, g'ovakligi 22–25 % ni, 0,2 li yuk ta'sirida deformatsiyalanish 1550°C ni, olovbardoshligi 1750°C ni tashkil etadi.

Sifati yuqori bo'lgan olovbardosh buyumlarda MgO miqdori 54 % dan ortiq, SiO₂ miqdori esa 32 % dan kam bo'lmog'i zarur.

Magniy oksidi yoki xrom oksidlarining marten pechi massasi tarkibiga kiritilishi barcha ko'rsatkichlarni, shu jumladan, issiqlikka barqarorligini oshiradi.

Forsteritli olovbardosh buyumlarning xossalari

104-jadval

Olovbardosh buyumlarining tartib raqamlari	Siqilishdagi mustahkamlik chegarasi, kg/sm ²	Tuyuluvchan - zichlik, g/sm ³	G'ovaklik, %	2 kg/sm ² yuk ta'sirida deformatsiyalanish harorati, °C	Termobarqarorlik, issiqlik smenalar soni
1	450	2,85	16-18	1670	36
2	290	2,45	26,5	1590	7
3	1070	2,97	11,5	1590	3
4	550	2,46	26	1590	3
5	600	2,58	23,7	1650	5
6	470	3,03	4,5	1800	-
7	240	2,87	1,5	1350	5
8	430	2,65	22-26	1600	1
9	370	-	21-25	1590	7

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. MgO-SiO₂ sistemasining diagramma holatini chizib bering.
2. Tabiiy forsterit mineralining xossalarini keltiring.
3. Magnezial-silikat jinslarining tarkibi va xossalari.
4. Forsteritli olovbardoshlar ishlab chiqarishda asosiy xomashyo.
5. Forsteritli olovbardosh buyum xomashyo sifatini belgilovchi modullar.
6. Xomashyolardan CaO va Al₂O₃ li aralashmalar roli.
7. Forsteritli shixtalarining mineralogik va kimyoviy xossalari.
8. Forsteritli buyumlarni kuydirish jarayoni.

9. Forsteritli olovbardosh buyumlarning xossalari.

10. Forsteritli olovbardoshlarning ishlatilishi.

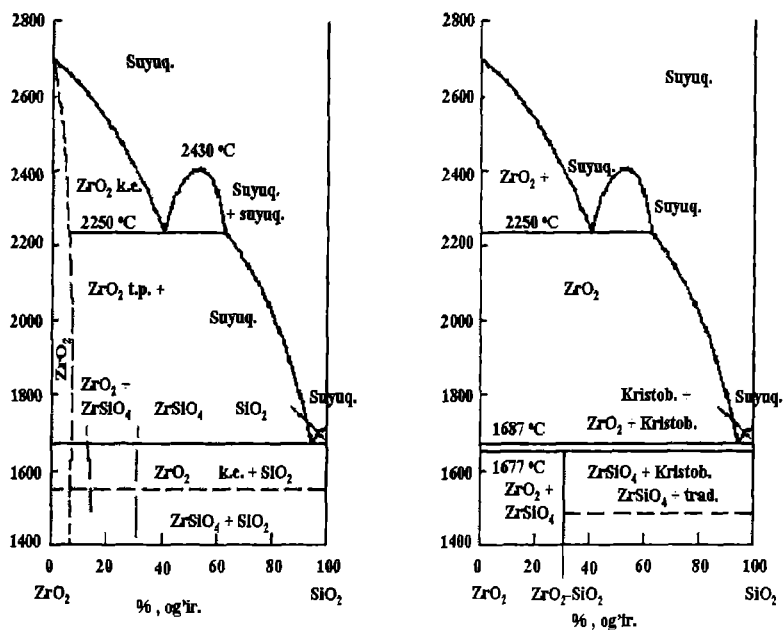
Tayanch soʻz va iboralar

Forsterit, forsteritli olovbardosh buyum, olivinit, dunit, serpentinit, talk, pishgan magnezit, kuydirilgan magnezit, briket, xrom-forsterit, marten pechi.

30-bob. SIRKONIYLI OLOVBARDOSH BUYUMLAR

133-§. ZrO_2-SiO_2 sistemasi holati

ZrO_2-SiO_2 sistemasi sirkoniyli olovbardosh buyumlar ishlab chiqarishda asos bo'lib xizmat qiladi.



86-rasm. ZrO_2-SiO_2 sistemasi diagrammasi holati Toropov-Galaxov (chap tomonda) va Muan (o'ng tomonda) tadqiqotlari asosida ko'rinishi.

ZrO_2-SiO_2 sistemasining sirkoniyli asosida 2 ta kimyoviy birikma – baddeleit ZrO_2 va sirkon ZrO_2-SiO_2 mavjud. Ularga oid parametrlar 105-jadvalda berilgan.

ZrO₂-SiO₂ sistemasi kristall fazalariga oid ma'lumotlar

105-jadval

Modda	Kristall sistema	Gabitus	Ulanishi	Ng	Np	2V°	Optik orientirov-kasi
ZrO ₂ baddeleit	Monoklin	Jadvallar	(001) bo'yicha	2,02	2,13	-	Optik o'q yuzasi (010)
ZrO ₂ SiO ₂ siron	Tetragonal	Prizmalar, piramidal, qo'shaloq kristallar	Prizma bo'yicha	1,968-2,015	1,923-1,960	+0	Sariq rangli

Tabiiy baddeleit ZrO₂ monoklin singoniyali bo'lib, R₂/s fazaviy guruhga ega. Elementar yacheykasi 4 ZrO₂ bor. Uning parametrlari: a=5,17; b=5,34; c=5,34Å, α=99,2° Zichligi 5,7 g/sm³, qattiqligi 6,5 Ng=2,20 va Np=2,13; erish nuqtasi 3000°C atrofida.

Tabiiy siron ZrSiO₄ (67,03 % ZrO₂ va 32,97 % SiO₂) singoniyasi tetragonal bo'lib, uning simmetriya ko'rinishi ditetragonal – dipiramida. Fazaviy guruhi D_{4h}¹⁹, parametrlari: a=6,58 va s=5,93; z=4; zichligi 4,6 g/sm³; Ng=2,02 Np=1,96. Rangsiz, lekin ko'pincha sariq, yaltirashi olmosdek, qattiqligi 7-8, 1687°C atrofida ZrO₂ va SiO₂ (kristoballit)ga parchalanadi.

134-§. Sironli olovbardosh buyumlarning turlari va xomashyosi

Bunday olovbardoshlar qatoriga kiradi:

1. Baddeleitli olovbardoshlar. Ularga ZrO₂ miqdori 90 % dan ortiq bo'ladi.
2. Baddeleitli – korundli olovbardoshlar. Tarkibidagi ZrO₂ miqdori 20 % dan ortiq va 90 % dan kam.
3. Sironli olovbardoshlar. Ularda ZrO₂ miqdori 50 % dan va SiO₂ miqdori 25 % dan katta.

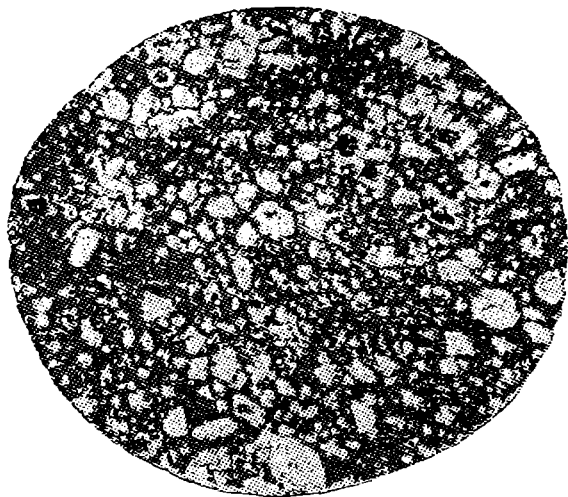
Sironli olovbardosh buyumlarni olish uchun ishlatiladigan xomashyo nomi va tarkibi 106-jadvalda keltirilgan.

Sirkoniyli xomashyolarning kimyoviy tarkiblari

106-jadval

Xomashyo turi	RO ₂	R ₂ O ₃	RO	R ₂ O	Kuydirishda yoʻqotishlar, %
Baddeleit	0,7 SiO ₂ 96,1 ZrO ₂ +HfO ₂	0,2 Al ₂ O ₃ 0,4 Fe ₂ O ₃	0,2 CaO		1
Sirkonfavas	2 SiO ₂ 0,6 TiO ₂ 92,9 ZrO ₂ +HfO ₂	0,7 Al ₂ O ₃ 3,5 Fe ₂ O ₃			0,5
Sirkon tabiiy	32,63 SiO ₂ 1,22 TiO ₂ 63,53 ZrO ₂ +HfO ₂	0,37 Al ₂ O ₃ 0,88 Fe ₂ O ₃	0,61 CaO	0,48 Na ₂ O	0.35
Evdialit*	50,09 SiO ₂ 0,39 TiO ₂ 12,82 ZrO ₂ +HfO ₂	2,12 Al ₂ O ₃ 2,58 Fe ₂ O ₃	8,96 CaO 2,31 MgO	16,17 Na ₂ O	0,74

*- Na₇Ca₃FeZrSi₁₂O₃₂ x (OH)₂Cl (11-16 % ZrO₂)



**83-rasm. Sirkon asosida olingan olovbardosh buyum
mikrostrukturasi (x80).**

135-§. Sirkoniyli olovbardosh buyumlar ishlab chiqarish

Baddeleitli buyumlar ishlab chiqarish uchun stabillashtirilgan sirkoniy dioksidi olinishi zarur. Uning tarkibida mol % da hisoblanganda 12CaO , yoki $10\text{Y}_2\text{O}_3$, yoki 15MgO bo'ladi. ZrO_2 ni stabillashtirish uchun sirkoniy dioksidini ilk kukuni stabillashtiruvchi qo'shilmaga qo'shiladi. So'ngra presslash yo'li bilan aralashma kukun briket holatiga keltiriladi va 1750°C da kuydiriladi. Kuydirilgan mahsulot maydalanadi. Elaklar yordamida elanib fraksiyalarga ajratiladi va kelgusida buyumlar olishda to'ldirgich sifatida ishlatiladi.

Odatda zarrachalarning zich upakovkasini olish uchun ikki fraksiya tanlanadi. Dispers bog'lovchi sifatida nafis maydalangan stabillashgan sirkoniy dioksidi 15–25 % olinadi. Buyumlar 100 MPa da presslanadi va so'ngra 1750°C li haroratda pishiriladi.

Sirkonli buyumlar ishlab chiqarishda sirkonli kukunlar cho'kma beruvchi mashina va flotatsiya jarayonlarini o'taydi, so'ngra temirli birikmalarni kamaytirish uchun kislotali ishlov oladi. Sirkonli

konsentratda $ZrO_2 + HfO_2$ miqdori 60 % dan kam bo'lmashligi va temir oksidlari 0,15 % dan oshmasligi kerak.

Sirkon konsentrat, xuddi sirkoniy dioksidi kabi glinozyom yoki mullit qo'shilgan holatda eritilgan yoki pishirilgan buyumlar olishda ishlatiladi. Buning uchun sirkonli komponent 1–2 mm o'lchamdagi donachalar olish uchun maydalanadi. Bog'lovchi sifatida nafis tuyulgan sirkon yoki 5–10 % olovbardosh tuproq qo'shiladi. Shixta tarkibiga odatda oz miqdorda organik tabiatli kley ham qo'shiladi. Presslash $800\text{--}1200\text{ kg/sm}^2$ li sharoitda, kuydirish esa $1550\text{--}1600^\circ\text{C}$ da olib boriladi. Natijada 83-rasmda ko'rsatilganidek mikrostrukturaga ega bo'lgan tayyor buyum hosil bo'ladi.

136-§. Sirkonli olovbardosh buyumlarning xossalari va ishlatilishi

Elektroeritilgan sirkoniy dioksidining g'ovakligi 20–30 %, siqilishga mustahkamligi 50–100 MPa ni tashkil etadi. Lekin butunlayin stabilashtirilgan sirkoniy dioksidi past termoturg'unlikka ega. Bu salbiy parametрни yaxshilash uchun shixta tarkibiga 25–30 % miqdorda monoklin modifikatsiyali elektroeritilgan ZrO_2 qo'shilgan bo'ladi. Natijada mikrodarzlilar ko'p bo'lgan buyumlar hosil bo'ladi.

Sirkonli olovbardosh buyumlarning g'ovakligi 12–16 %, siqilishga chidamliligi 100 MPa, deformatsiyaga uchrash temperaturasi $1520\text{--}1570^\circ\text{C}$, termoturg'unligi 20 marta issiqlik almashuviga dosh bera olishi kerak.

Sirkoniy dioksididan po'lat eritishda quyuluvchi qoliplar, shisha pishirishda pech futerovkasi g'ishtlari, metall eritishda tigellar, texnik keramikada mas'ul detallar yasaladi.

Sirkonli olovbardoshlar eritilgan xlorid, qaynoq shlak va ko'mir kuli eritmasi sharoitlarida ishlovchi g'isht va boshqalarni yasashda ishlatiladi. Sirkon asosida po'latni uzluksiz ishlash qurilmalarining vstavka –dozatorlari, stanok va vtulkalar yasaladi.

Sirkon baddeleit eritilgan «bakor» nomli yuksak ekspluatatsion xarakteristikalariga ega bo'lgan olovbardosh g'isht va buyumlarni yasashda ham qo'llaniladi. «Bakor» li buyum-bloklar metallurgiya va shisha sanoati pechlarida eng mas'ul uchastkalar – eritmalar (cho'yan, po'lat, shisha va boshqalar) bilan kontaktda bo'ladigan tag va devorlarni yasashga sarf bo'ladi.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. $ZrO_2 - SiO_2$ sistemasi diagramma holati haqida gapirib bering.
2. Baddeleit kristall fazasiga oid ma'lumotlarni sanab bering.
3. Sirkon qanday kimyoviy birikma?
4. Baddeleit olovbardoshlar deb qanday moddalarga aytiladi?
5. Baddeleit-korundli olovbardoshlar tarkibiga nimalar kiradi?
6. Sirkon olovbardoshlarning kimyoviy tarkibi qanday?
7. Evdialit minerali qanday elementlardan tashkil topgan?
8. Baddeleitli olovbardosh buyumlar qanday ishlab chiqariladi?
9. Sirkonli buyumlar qanday tayyorlanadi va kuydiriladi?
10. Sirkonli buyumlarning ishlatilishi.

Tayanch so'z va iboralar

Sirkon dioksidi, stabillashtirilgan sirkoniy dioksidi, sirkonli konsentrat, baddeleit, baddeleito – korund, sirkon, evdialit, «bakor».

137-§. Kremnezemning modifikatsiyalari va ularning xossalari

Dinas deb, tarkibida SiO_2 ning miqdori 93% dan kam bo'lmagan olovbardosh materialga aytiladi. Dinasli buyumlarning olovbardosh asosi bo'lib, tridimit va kristobalit formasidagi kremnezem hisoblanadi.

Dinas ishlab chiqarishda asosiy xomashyo sifatida tarkibida 95% dan ortiq kvarsitlar bo'lgan kvars jinslari qo'llaniladi. Kremnezem quyidagi sakkizta modifikatsiyaga ega: α - va β -kvars, α -, β -, tridimit, α - va β -kristobalit, kvarsli shisha.

Yuqori temperaturadagi stabil forma α orqali belgilanadi, sovutishdan hosil bo'luvchi keyingi forma β bilan va hokazo. Kremnezem modifikatsiyalarining xossalari 107-jadvalda keltirilgan.

107-jadval

Modifikatsiya	Kristall forma	Nur sindirish ko'effitsiyenti	Ikkilamchi sinish	Haqiqiy zichlik, g/sm^3
β -kvars	trigonal, trapetseedr, tetraedr	β - 1,5142 γ - 1,5530 570 ⁰ S da β - 1,5352 γ -1,5430	+0,0091 +0,080 570 °S da	2,65
α - kvars	geksagonal-trapetseedr, gemiedr	580 ⁰ S da β - 1,5328 γ -1,5405	+0,0076 580 ⁰ S da	2,533
γ - tridimit	psevdogeksogonal plastinkalar, rombik	$\alpha \rightarrow \beta$ - 1,5328 γ -1,5405	+0,004	2,27- 2,35 sun'iy 2,26- 2,28
β - tridimit	geksogonal plastinkalar	1,475	-	2,242

α - tridimit	geksagonal, trapetseedr, gemiedr		kuchsiz	2,228
β - kristobalit	rombik psevdoto'g'ri	α - 1,484 $\beta \rightarrow \alpha$ 1,487	0,003	2,38- 2,34 sun'iy 2,31- 2,32
α - kristobalit	to'g'ri	n=1,466	izotrop	2,229
kvarsli shisha	amorf	n=1,459	-	2,203

Kremnezyomning tabiatda keng tarqalgan formasi β - kvarsdir. U kvars qumi, kvarsitlar, tog' xrustalining turli ko'rinishlarida, tuproq va kaolinlarda qo'shimcha holda uchraydi.

Oddiy temperaturadagi stabil β - kvars 573°C da α - kvarsga aylanadi, α - kvars yer qobig'ida uchramaydi, chunki uning stabil holati $573\text{--}870^{\circ}\text{C}$ temperatura oralig'ida bo'lib, 870°C da α - kvars mineralizator (volframat natriy Na_2WO_4) ishtirokida α - tridimitga o'tadi.

α - tridimit tabiatda uchramaydi, uning stabil holati $870\text{--}1470^{\circ}\text{C}$ oralig'idadir. Sovutilganda u oraliq forma β - tridimitdan γ - tridimitga o'tadi. 1470°C va undan yuqori temperaturada α - kristobalitga o'tishi boshlanadi. $1670\pm 10^{\circ}\text{C}$ temperaturadan yuqori tez qizdirilganda α -tridimit (kvarsli shisha) ga aylanadi. α -tridimit metastabil holatda 870°C dan past temperaturada bo'lishi mumkin, 150°C temperatura atrofida tezda β - tridimitga o'tadi.

β - tridimit oraliq modifikatsiya bo'lib, 72°C atrofida γ -tridimitga o'tadi. β - tridimitning ushlanib turish holati 72°C dan 150°C gacha.

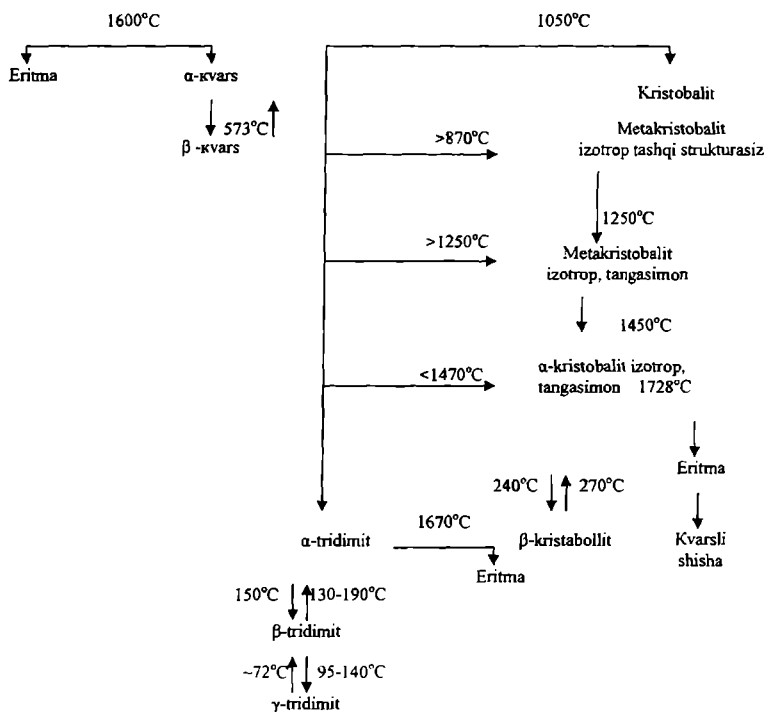
α -kristobalit α -tridimitni 1470°C dan yuqorida kuydirish natijasida α -kristobalit hosil bo'ladi. Bu forma 1728°C gacha stabil saqlanadi. 1728°C da α -kristobalit hajmini o'zgartirmagan holatda kvarsli shishaga o'tadi. Sovutilganda α -kristobolit metastabil holatdan β - kristobalitga o'tadi.

β -kristobolit metastabil forma hisoblanib, oddiy sharoitda muvozanatsiz holatda uzoq vaqt o'zgarmay turadi. Shuning uchun bu forma doim bo'lmasada, tabiatda uchrab turadi.

Kvarsli (krenezemli) shisha. Kremnezemning turli formalari yuqori temperaturagacha kuydirilganda eritmaga aylanadi. Eritmaning yuqori qovushqoqligiga ko'ra α -kristobalitning erish temperaturasi (1728°C),

α -kvarsniki (1600°C) va α -tridimitniki ($1670\pm 10^{\circ}\text{C}$) bo'lishiga qaramay, bu materiallarni olovbardoshligini aniqlashda piroskopning to'liq deformatsiyasi nisbatan kech, ya'ni $1700\text{--}1800^{\circ}\text{C}$ da bo'ladi. Erigan kremnezem sovutilganda kristallar ajralib chiqmaydi, ya'ni shisha holatida soviydi.

Kremnezemning o'tish chegaralarini quyidagi sxema orqali tasvirlash mumkin:



138-§. Xomashyo materiallari

Kvarsitlar. Dinas ishlab chiqarishga asosiy xomashyo bo'lib tarkibida 95% dan kam bo'lmagan SiO_2 tarkibli tsementli va kristalli kvarsitlar qo'llaniladi.

Dinas ishlab chiqarishda kvarsitlarning barcha xossalari: sinishi, mikrostrukturasi, kimyoviy tarkibi, olovbardoshligi, g'ovakligi, mexanik qattiqligi, kuydirishga ta'siri (haqiqiy zichlikning va g'ovaklikning temperatura bilan o'zgarishi) muhim ahamiyatga ega. Sifatli kvarsitlar zich strukturaga ega bo'lib, tashqi ko'rinishi, ya'ni yaltiroqligi, tozaligi bilan ajralib turadi. Kvarsitlarda qo'shimchalar sifatida slyuda, anortit, ishqoriy dala shlatlari, kalsiy, temir kolchedan, turmalin, granat uchraydi. Bunday qo'shimchalarning yirik donali zarralar holida uchrashi dinas ishlab chiqarishda kvarsitlarning sifatini tushirib yuboradi.

Dinas ishlab chiqarishda qo'llaniluvchi kvarsitlarning kimyoviy tarkibi undagi SiO_2 ning yuqori miqdorda bo'lishi bilan xarakterlanadi. Kristall kvarsitlarda SiO_2 ning miqdori 97% dan kam bo'lmasligi kerak. Jadvalda dinas tarkibidagi kremnezem miqdoriga ko'ra kvarsitlarda SiO_2 ning miqdori ko'rsatkichlari keltirilgan.

108-jadval

Dinas tarkibida SiO_2 miqdori kam bo'lmasligi	Kvarsitdagi miqdori	
	SiO_2 kam bo'lmasligi	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$, ko'p bo'lmasligi
95	97-98	1,2-1,3
94	96-96.5	1,5
93	95	1,5-2

Kvarsitlarda R_2O ning miqdori 0,25% dan ortiq bo'lmasligi. CaO 1% dan ortiq bo'lmasligi, qo'llanilishi mas'uliyatli buyumlarda 0,5–0,8% dan ortiq bo'lmasligi, Fe_2O_3 miqdori 1% dan oshmasligi kerak. Po'lat eritish pechlari uchun ishlab chiqariladigan dinasda Al_2O_3 miqdori 1–0,7% dan kam bo'lishi shart. Kvarsitlarning muhim xossalardan biri uning olovbardoshligidir. Dinas ishlab chiqarishda qo'llanuvchi kvarsitlarning olovbardoshligi 1750°C va undan yuqori. Olovbardoshligi pasit bo'lgan (1730°C) kvarsitlar qo'shimcha sifatida ishlatiladi.

Zich strukturaga ega bo'lgan kvarsitlar sifatli xomashyo sanaladi. G'ovakli kvarsitlar maydalash jarayonida uvalanib massani qoliplash xususiyatlariga salbiy ta'sir etadi. Dinas ishlab chiqarishda g'ovakligi bo'yicha kvarsitlarni to'rt guruhga ajratish mumkin.

G'ovakligi bo'yicha kvarsitlarning guruhlanishi

109-jadval

Guruh	Suv yutuvchanligi, % da	Tuyuluvchan g'ovaklik, % da
Juda zich	0,5 gacha	1,2 gacha
Zich	0,5-1,5	1,2-4
G'ovakli	1,5-4	4-10
Juda g'ovakli	> 4	> 10

Birinchi va ikkinchi guruh kvarsitlari mas'uliyatli dinasli buyumlarning shixtasidagi asosiy komponentdirlar. Uchinchi guruh kvarsitlari boshqalar bilan aralashma holida yoki kam mas'uliyatli buyumlarda mustaqil qo'llaniladi. To'rtinchi guruh kvarsitlarni faqat qo'shimcha sifatida ishlatish mumkin.

Qattiqligi bo'yicha kvarsitlar to'rt guruhga bo'linadilar.

110-jadval

Guruh	Juda qattiq	Qattiq	O'rta qattqlikda	Yumshoq
Sharli tegirmonda 15-min standart maydalashda solishtirma yuzaning kattalashishi	6,5 gacha	6,5-9,5	9,5-13	> 13

G'ovakligi va mexanik xossalariga ko'ra kvarsitlarning sinflanishi umumiy texnologik sinflanishiga qo'shimcha bo'lib hisoblanadi. Texnologik sinflanishning asosi bo'lib 1460°C ga maksimal temperaturada 1 soat davomida ushlab turish natijasida haqiqiy zichligining o'zgarishi bilan xarakterlanuvchi kvarsitning qayta tug'ilish tezligi sanaladi.

Qayta tug'ilish tezligiga ko'ra kvarsitlar quyidagi guruhlariga bo'linadi.

111-jadval

Guruh	Kuydirishdan keyingi haqiqiy zichligi, g/sm ³
Tez qayta tug'iluvchilar	2,4
O'rta tezlikda qayta tug'iluvchilar	2,4 dan 2,45 gacha
Sekin qayta tug'iluvchilar	2,4 -2,45
O'ta sekin qayta tug'iluvchilar	> 2,5

Kvarsitning katta tezlikdagi qayta tug'ilishi kuydirish jarayonida dinasning darz ketishiga sabab bo'ladi.

O'rta tezlikdagi, sekin va o'ta sekin qayta tug'iluvchi kvarsitlar birinchi navli dinas olish uchun asosiy xomashyo hisoblanadi.

Ohak. Kvarsit zarralarini bog'lash, kuydirish jarayonida mustahkam buyum olish va kvarsni bir modifikatsiyadan boshqa modifikatsiyaga o'tishini tezlatish uchun ohakli sut ko'rinishidagi ohak ishlatiladi. CaO ga hisob qilinganda qo'shiladigan ohak miqdori 0,2 dan 2,5% gacha. (Buyumning ishlatilishi va olovbardoshligiga qo'yiladigan talabga ko'ra).

Yuqori temperaturada ishlatiladigan dinas massasiga 1,5% maksimum 2% ohak, yuqoridan pastroq temperaturada ishlovchi dinas massasiga 2,5% gacha CaO qo'shish mumkin. Yuqori zichlikka ega bo'lgan yuqori kremnezemli dinas massasiga 0,2–0,3% CaO kiritiladi. Massaga qo'shiladigan ohak to'liq so'ndirilishi kerak. Ohak to'liq so'nishi uchun qaynoq suv qo'llanilsa, yaxshi natijaga erishiladi.

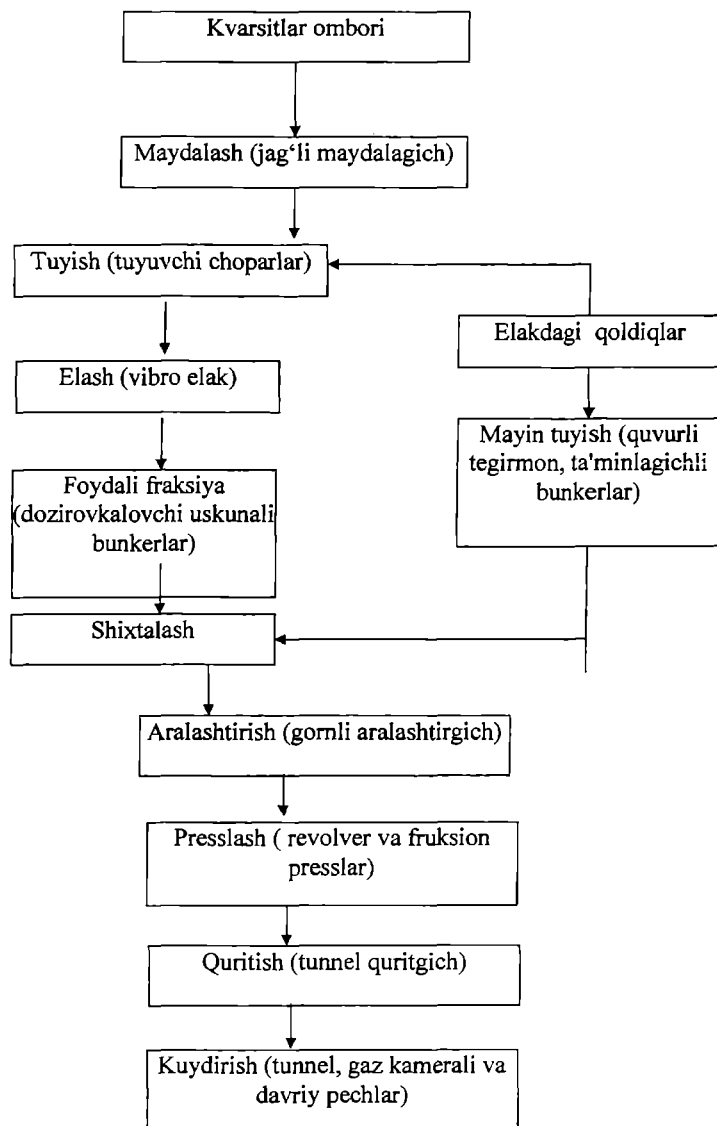
Dinas ishlab chiqarishda ishlatiluvchi so'ndirilmagan ohakning asosiy ko'rsatkichi tarkibidagi aktiv CaO miqdoridir. Kimyoviy tarkibiga ko'ra so'ndirilmagan ohak quyidagi talablarga javob berishi kerak: aktiv $\text{CaO} + \text{MgO}$ ning miqdori 90% dan kam bo'lmasligi; $\text{CaSO}_3 + \text{MgSO}_3$ -5 % dan ortiq bo'lmasligi va $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$ 5% dan ortiq bo'lmasligi kerak.

Mineralizatorlar. Kvars zonalarini monolit massaga bog'lash, hamda kvarsni yuqori temperaturali modifikatsiyalarga –kristobolit va tridimitga qayta tug'ilishini tezlatish maqsadida dinas shixtasiga turli qo'shimchalar –mineralizatorlar qo'shiladi. Mineralizator ishtirokisiz «quruq qayta tug'ilish» hosil bo'lib, bu dinasni ham kattalashishi va ajiralishiga hamda bo'linishiga olib keladi.

139-§. Ishlab chiqarish texnologik jarayoni

Massa tayyorlash. Dinasli kvarsitlar dastlab yerdan, yumshoq ohakdan, tuproqdan va boshqalardan tozalash uchun maydalash –saratash fabrikalarida yuviladilar. Jag'li maydalagichda maydalab, so'ng choparlarda ezib (tag plitasida 5–8 mm oraliqdagi teshiklarga ega bo'lgan), kovshli elevatorga uzatiladi.

Dinas ishlab chiqarish texnologik tizimi



Maydalangan kvarsit kovshli elevator yordamida vibroelakka uzatiladi. Elaklar tagida dozirovkalovchi uskunali bunkerlar joylashgan. Elangan kvarsitlar bunkerlarda yig'iladi, elakdan o'tmagan bo'laklar choparlarga va qisman quvurli tegirmonga qaytariladi. Bunkerlardan 750–1000 kg porsiyalar choparli aralashtirgichlarga tushadi va shu bilan birga ohakli sut ham qo'shiladi. Choparlar diametri 1600 mm, eni 400 mm bo'lgan ho'l usulda mayin maydalovchi choparli aralashtirg'ichning ishlab chiqarish quvvati 5–7 t/s Xomashyoning mexanik qattig'ligini oshirish maqsadida ohakli sut bilan birga sulfat – spirtli barda qo'shiladi. Sulfat – spirtli barda qaynoq suv yoki par yordamida eritiladi.

Dinas massasining donadorligi tarkibini to'g'ri tanlanishi dinasning sifatiga muhim ta'sir etadi. Yupqa fraksiyalarning (< 0.088 mm) haddan ortiq bo'lishi massani presslash jarayonida xomashyoni va kuydirish jarayonida dinasda darzlar hosil bo'lishiga olib keladi. Yirik donalarning ortiqchiligi silliq yuzali, tekis qirrali va o'tkir burchakli dinas olishiga xalaqit beradi, kuydirish jarayonida yirik donalar atrofida darzlar hosil bo'ladi. Bu esa dinasning haqiqiy zichligini oshirib, kuydirishda dinasni o'sishiga olib keladi.

Quyidagi jadvalda sanoatda keng qo'llaniladigan dinasli massaning ratsional donadorlik tarkibi keltirilgan.

Dinasli massaning donadorlik tarkibi, % da

112-jadval

Dinas	Dona o'lchami, mm					
	>3	3 – 2	2 – 0.5	< 0.5	0.5-0.088	< 0.088
Po'lat eritish uchun	3 gacha	15 ± 3	35 ± 5	50 ± 3	20 ± 5	30 ± 2
Koksli shishali va	3 gacha	13 ± 1	35 ± 5	52 ± 3	20 ± 5	32 ± 3
Yuqori zich yuqori kremnezemli	2 gacha	17 ± 2	35 ± 3	48 ± 2	18 ± 2	30 ± 2

Qoliplash. Dinasni 16 ta forma – uyali aylanma stolga ega bo'lgan mexanik presslarda 150 kg /sm^2 bosim ostida qoliplanadi. Yirik buyumlarni presslashda 8 ta formali stoldan foydalaniladi. Bunday presslarda marten pechlari uchun dinasli g'isht va fasonli buyumlar (g'isht uzunligi 380 va 460 mm) presslanadi.

Pressning ishlab chiqarish quvvati stolning 1 min da aylanishlar soniga bog'liq, 16 ta formali pressning quvvati soatiga - 2200 ta .

Quritish. Yarim mahsulotlar uzunligi 30 m gacha bo'lgan tunnel quritgichlarda quritiladi. Yaxshi qurigan dinas tarkibida 1–1,5 %dan ortiq bo'lmagan suv bo'lib, po'lat bolg'achada urganda qo'ng'iroq ovozi chiqadi. Normal dinas buyumi 6 – 9 soatda quriydi, og'irligi 8 dan 12 kg gacha bo'lgan fasonli buyum 10 – 25 soat , katta og'irlikka ega bo'lgan buyumlar 35 – 40 soat davomida quritiladi. Quritish jarayonini tezlatish uchun quritgichga kiritiladigan havo 120 – 150°C gacha qizdiriladi .

Kuydirish. Dinasni kuydirish texnologik jarayonining eng muhim va mas'uliyatli bosqichi hisoblanadi. Tayyor dinasning sifati xom-ashyoning xossalriga, uning qayta tug'ilishga moyilligiga, maydalash darajasiga, preslash rejimiga, qo'shimchalarning miqdori va tarkibiga, hamda kuydirishning temperatura rejimiga (temperaturani ko'tarish tezligi, maksimal temperaturada ushlash davomiyligi, sovutish tezligi) ga bog'liq.

Dinas kuydirishda quyidagi muhim jarayonlar ro'y beradi:

1) SiO_2 va CaO ning o'zaro ta'sirlashuvi, metakalsiy silikat hosil bo'lishi va metasilikat temir oksidi bilan qattiq eritma berishi. Yuqori temperaturada SiO_2 ga boy eritma hosil bo'lib, bu eritmadan tridimit kristallanadi , sovutish natijasida eritma shishasimon moddaga o'tadi;

2) kvarsni tridimit va kristobalitga polimorf aylanishi;

3) kvarsni polimorf aylanishi natijasida xom dinasni qaytmas kengayishi;

4) dinasning mexanik mustahkamligini o'zgarishi.

Pechga kirayotgan dinasli yarim mahsulot tarkibida ohak – $\text{Ca}(\text{OH})_2$ va qisman CaCO_3 hamda dinas massasini aralashtirish jarayonida hosil bo'lgan kalsiy gidrosilikatni birmuncha miqdori bo'ladi. Quritish jarayonida saqlanib qolgan namlik 100–150°C intervalda qizdirilganda chiqib ketadi. 450°C temperatura atrofida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning parchalanishi , 550° da undagi suvning to'liq chiqib ketishi ro'y beradi. Shu temperaturada yarim mahsulot kvarsit donalari va uni o'rab turgan yupqa dispers CaO dan iborat bo'ladi. Kvarsit donalari CaO orasidagi bog'lar uzilib, mahsulotning mexanik qattiqligi birmuncha kamayadi va mo'rtlashadi, bu holat 573°C da ro'y beradi: β – kvars, α –kvarsga tez aylanadi (hajmi kattalashadi) .

600–700°C temperatura intervalida qattiq holdagi CaO va SiO_2 o'rtasidagi reaksiya tezlashadi, bunda kvarsit donalari yuzasida β -

$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ va qisman $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ hosil bo'ladi. $815\text{--}835^\circ\text{C}$ temperatura intervalida ohak ikki kalsiyli silikat qobiqlari orqali kremnezem bilan $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ va $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ni hosil qiladi. Kuydirilayotgan materialning mustahkamligi oshadi

$1000^\circ\text{--}1040^\circ\text{C}$ temperatura intervalida dinasning xossalarida o'zgarish ro'y beradi. Tashqi ko'rinishdan bu pushti rangni sariq rangga o'zgarishi bilan ifodalanadi. Bu o'zgarish kalsiyli silikatlarining kremnezem bilan o'zaro ta'sirini intensivlashishi va psevdovollastonit ($\alpha\text{--CaO}\cdot\text{SiO}_2$) ni $\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ bilan qattiq eritma holida hosil bo'lishi namoyon bo'ladi.

1200°C da metakristobalit va tridimit hosil bo'ladi, g'ishtning hajmi kattalashadi.

Temperaturani $1300\text{--}1350^\circ\text{C}$ ga ko'tarilishi dinasning haqiqiy zichligini kamayishiga olib keladi, chunki tridimit va kristobalitning miqdori oshadi.

$1350\text{--}1430^\circ\text{C}$ temperatura intervalida kvarsni qayta tug'ilishi keskin o'sadi. Dinasni kuydirish temperaturasi 1430°C dan oshmasligi kerak, chunki bundan yuqori temperaturada kvarsni kristobalitga o'sishi intensivlashib, brak ko'payadi.

Dinasning fizik kimyoviy xossalari

113-jadval

Xossalar	Marten pechi taxi uchun			Elektr po'lat quyish pechlari uchun	Marten pechi yuqori qismi yuqori kremne-zemli yuqori zich	Koks pechi taxlari uchun	Shisha quyish pechlari uchun
	maxsus	sinf					
		I	II				
Kimyoviy tarkib, % da	94,5	94,5	93	96	97	94	93
SiO ₂ , kam bo'lmisligi	1,5	1,5		1,5			3,5
Al ₂ O ₃ , ko'p bo'lmisligi	2,8			2			
CaO, ko'p bo'lmisligi							
Olovbardosh-ligi, °C	1710	1710	1690	1720			1710
kam bo'lmisligi							
2 kg/sm ² og'irlik							

ostida deformatsiya boshlanish temperaturasi, °C, kam bo'lasligi	1660	1650	1620	1660		1650	
Haqiqiy zichlik g/sm^3 , kam bo'lasligi	2,36	2,38	2,4	2,34	2,38	2,37	2,38 va 2,39
G'ovaklik (tuyuluvchan) % da ko'p bo'lasligi	23	23	25	22	14	16 va 23	22
Ezishga mustahkamlik chegarasi, kg/sm^2 kam bo'lasligi	225	200	175	250	500	500 va 300	150

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Qanday olovbardoshlar dinasli olovbardoshlar deyiladi?
2. Dinas ishlab chiqarishda asosiy xomashyo materiallar.
3. Kremnezemning modifikatsiyalarini keltiring.
4. Kvarsitlarning kimyoviy tarkibini keltiring.
5. Dinas ishlab chiqarishda qo'llaniladigan kvarsitlarning olovbardoshligi qancha bo'lishi kerak?
6. Qattqlik bo'yicha kvarsitlar necha guruhga bo'linadi?
7. Dinas ishlab chiqarishda massaga ohak nima uchun qo'shiladi?
8. Dinas ishlab chiqarish texnologik tizimini keltiring.
9. Dinas buyumlar qaysi uskunada shakllanadi?
10. Dinas buyumlarni quritish jarayonini ta'riflang.
11. Dinasni kuydirishdagi fizik-kimyoviy jarayonlar.
12. Dinasning fizik-kimyoviy xossalari keltiring.

Tayanch so'z va iboralar

Dinas, kvarsit, kvars jinslari, kvars, tridimit, kristabollit, kvars shisha, kremnezem, olovbardoshlik, g'ovaklik, qattqlik, ohakli sut, so'ndirilgan ohak, mineralizatorlar, qayta tug'ilish, donadorlik tarkibi, qoliplash, presslash rejimi, quritish, kuydirish.

1. Химическая технология керамики / Под ред. И.А.Гузмана. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. –496
2. Химическая технология керамики и огнеупоров / Под общ. ред П.П. Будникова и Д.Н. Полубояринова. – М.: Стройиздат, 1972. – 552с.
3. Августиник А.И. Керамика. Л.: Стройиздат, 1975. – 591 с.
4. Булавин И.А.и др. Технология фарфорового и фаянсового производства. М.: Легкая индустрия, 1975. 447 с.
5. Ismatov A.A. Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar texnologiyasi. – Т.: «Fan va texnologiya», 2006, - 584 b.
6. Ismatov A.A. Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar va buyumlar texnologiyasi. Keramika buyumlar texnologiyasi/ – Т.: «Ilm ziyo», 2006. -176 b.
7. Гаумбург Х. (Хрск.). Керамик. – Штуттгарт: Теубнер, 1994. – 650 п.
8. Балкевич В.Л. Техническая керамика. –М.: Стройиздат, 1984.-256 с.
9. Будников П.П., Булавин И.А., Выдрик Г.А. Новая керамика. –М.: Стройиздат, 1969. -310 с.
10. Золотарский А.З. и др. Производство керамического кирпича. М.: «Высшая школа», 1989. 264 с.
11. Керамические инструментальные материалы / Под ред. Г.Г.Гнесина, – Киев: Техника, 1991. – 388 с.
12. Кайнарский И.С. Процессы технологии огнеупоров. –М.: Металлургия, 1969.-350 с.
13. Кайнарский И.С., Дегтярова Э.В., Орлова И.Г. Корундовые огнеупоры и керамика. –М.: Металлургия, 1981.-168 с.
14. Стрелов К.К. Структура и свойства огнеупоров. –М.: Металлургия, 1982. -208 с.
15. Стрелов К.К. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. –М.: Металлургия, 1985. -480 с.

MUNDARIJA

SO‘Z BOSHI.....	3
BIRINCHI QISM. KERAMIKA MAHSULOTLARI ISHLAB	
CHIQUARISH TEXNOLOGIYASI ASOSLARI	
1-bob. KERAMIKA MATERIALLARINING TARKIBI, TASNIF-	
LANISHI VA XOSSALARI	
1-§. Keramika materiallari kimyoviy tarkibi, mikrotuzilishi va	
g‘ovakligi.....	5
2-§. Keramika buyumlarining tasniflanishi.....	11
3-§. Keramika buyumlarining xossalari.....	13
Mavzu bo‘yicha nazorat savollari.....	23
Tayanch so‘z va iboralar.....	24
2-bob. KERAMIKA TEXNOLOGIYASIDA XOMASHYOGA	
ISHLOV BERISH VA MASSA TAYYORLASH	
4-§. Komponentlarni tayyorlash bosqichlari.....	25
5-§. Komponentlarni maydalash.....	25
6-§. Komponentlarni aralashtirish.....	27
7-§. Keramik massaning donadorlik tarkibi.....	29
8-§. Mayda donali massalar tayyorlash.....	32
9-§. Qoliplash.....	33
Mavzu bo‘yicha nazorat savollari.....	33
Tayanch so‘z va iboralar.....	34
3-bob. KERAMIKA BUYUMLARINI SHAKLLASH USULLARI	
I0-§. Shakllanadigan mahsulotlarga qo‘yiladigan	
talablar.....	35
11-§. Qovushqoq usulda shakllash.....	36
12-§. Yarim quruq usulda shakllash.....	37
13-§. Quyma usulda shakllash.....	43
Mavzu bo‘yicha nazorat savollari.....	49

Tayanch soʻz va iboralar.....	50
4-bob. KERAMIKA MATERIALLARINI QURITISH VA PISHIRISH JARAYONLARI	
14-§. Quritish jarayoni asoslari.....	51
15-§. Pishish haqida umumiy tushunchalar.....	53
16-§. Buyumlarni kuydirish rejimini aniqlovchi faktorlar.....	58
Mavzu boʻyicha nazorat savollari.....	63
Tayanch soʻz va iboralar.....	63
IKKINCHI QISM. QURILISH KERAMIKASI ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI	
5-bob. QURILISH KERAMIKASI TASNIFI VA XOMASHYOSI	
17-§. Qurilish keramikasi materiallarining tasniflanishi.....	64
18-§. Qurilish keramikasi materiallari ishlab chiqarishda qoʻllaniladigan xomashyolar.....	65
19-§. Tuproqlarning tuzilishi.....	66
20-§. Tuproqlarning kimyoviy tarkibi.....	68
21-§. Tuproqning minerologik va granulometrik tarkiblari.....	69
22-§. Keramika buyumlarining effektiv turlarini ishlab chiqarish uchun qoʻshimcha materiallar.....	73
23-§. Qoʻshimchalarni tayyorlash texnologiyasi.....	78
24-§. Tuproqlardan sanoat miqyosida foydalanish.....	80
Mavzu boʻyicha nazorat savollari.....	81
Tayanch soʻz va iboralar.....	82
6-bob. GʻISHT VA TOSHLAR ISHLAB CHIQRISH JARAYONI	
25-§. Qovushqoq va yarim quruq usullarda gʻisht va toshlar ishlab chiqarish.....	83
26-§. Qovushqoq usulda gʻisht ishlab chiqarish.....	88
27-§. Yarim quruq usulda gʻisht va toshlar ishlab chiqarish.....	95

Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	97
Tayanch so'z va iboralar.....	98
7-bob. KOSHINLAR ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI	99
28-§. Koshin tarkiblari.....	
29-§. Quruq usulda massa tayyorlash.....	99
30-§. Qovushqoq usulda massa tayyorlash.....	100
31-§. Shliker usulida kukun tayyorlash.....	101
32-§. Tashqi sirt koshinlari ishlab chiqarish.....	106
33-§. Pol koshinlari ishlab chiqarish.....	107
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	111
Tayanch so'z va iboralar.....	112
8-bob. CHEREPTSА ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI	113
34-§. Cherepitsа ta'rifі va turlari.....	
35-§. Cherepitsа xomashyosi.....	114
36-§. Ishlab chiqarish texnologiyasi.....	114
37-§. Cherepitsalarni xossalari.....	116
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	118
Tayanch so'z va iboralar.....	118
9-bob. KANALIZATSIYA QUVURLARI ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI	119
38-§. Xomashyosi va tarkibi.....	
39-§. Massa tayyorlash.....	121
40-§. Shakllash usullari.....	123
41-§. Quvurlarni quritish.....	126
42-§. Quvurlarni kuydirish.....	128
43-§. Davlat standarti talablari.....	130
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	131
Tayanch so'z va iboralar.....	131

10-bob. DRENAJ QUVURLARI ISHLAB CHIQUARISH

TEXNOLOGIYASI

44-§. Ta'rif, o'lehamlari va xossalari.....	132
45-§. Xomashyosi.....	132
46-§. Ishlab chiqarish texnologiyasi.....	133
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	137
Tayanch so'z va iboralar.....	137

11-bob. SANITAR - QURILISH BUYUMLARI ISHLAB CHIQUARISH

47-§. Ta'rif, turi va xomashyosi.....	138
48-§. Sanitar-keramika buyumlarining xossalari.....	139
49-§. Ishlab chiqarish texnologiyasi.....	140
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	146
Tayanch so'z va iboralar.....	146

12-bob. G'OVAK KERAMIKA ISHLAB CHIQUARISH

50-§. Ta'rif, klassifikatsiyasi va xomashyosi.....	147
51-§. G'ovak keramik buyumlarning olinishi.....	150
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	151
Tayanch so'z va iboralar.....	151

13-bob. ISSIQLIK HIMOYALOVCHI MATERIALLAR ISHLAB

CHIQUARISH TEXNOLOGIYASI

52-§. Issiqlik himoyalovchi materiallar.....	152
53-§. Keramzit ishlab chiqarish.....	152
54-§. Asosiy xomashyo materiallar.....	154
55-§. Keramzit ishlab chiqarish usullari.....	155
56-§. Keramzit xossalari.....	159
57-§. Agloporit ta'rif va xomashyosi.....	159
58-§. Agloporit ishlab chiqarish.....	160
59-§. Agloporitning xossalari.....	162
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	162

Tayanch soʻz va iboralar.....	162
14-bob. KIMYOVIY BARDOSH KERAMIKA	
60-§. Kimyoviy bardosh keramika taʼrifi, turlari va xossalari.....	163
61-§. Xomashyo materiallar.....	167
62-§. Kislatabardosh buyumlar ishlab chiqarish.....	167
Mavzu boʻyicha nazorat savollari.....	171
Tayanch soʻz va iboralar.....	171
UCHINCHI QISM. TEXNIK KERAMIKA BUYUMLARI ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI	
15-bob. TEXNIK KERAMIKA TEXNOLOGIYASI	
63-§. Texnik keramika taʼrifi va turlari.....	172
64-§. Texnik keramika materiallarini tayyorlash usullari.....	175
65-§. Materiallarni maydalash.....	176
66-§. Texnik keramika ishlab chiqarishda texnologik bogʻlovchilar.....	176
67-§. Texnik keramika buyumlarini shakllash, quritish va kuydirish.....	178
Mavzu boʻyicha nazorat savollari.....	185
Tayanch soʻz va iboralar.....	186
16-bob. OKSIDLI KERAMIKA	
68-§. Berilliy oksidi asosida buyumlar ishlab chiqarish.....	187
69-§. Kalsiy oksidi asosida buyumlar ishlab chiqarish.....	192
70-§. Alyuminiy oksidi asosida buyumlar ishlab chiqarish.....	196
Mavzu boʻyicha nazorat savollari.....	202
Tayanch soʻz va iboralar.....	202
17-bob. SILIKAT VA ALYUMOSILIKAT ASOSIDAGI KERAMIKA	
71-§ Taʼrifi va turlari.....	203
72 -§. Asosiy xomashyolar.....	203
73-§. Mahsulot ishlab chiqarish.....	205
74-§. Mahsulotlarning xususiyatlari.....	207

75-§. Forsteritli keramika.....	209
76-§. Kordieritli keramika.....	211
77-§. Klinostatitli (steatitli) keramika.....	214
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	219
Tayanch so'z va iboralar.....	219
18-bob.ELEKTROTEXNIK BUYUMLAR ISHLAB CHIQUARISH	
78 -§. Ta'rif va xomashyosi.....	220
79 -§. Shakllash.....	223
80-§. Izolatorlarni quritish va kuydirish.....	225
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	227
Tayanch so'z va iboralar.....	228
19-bob. KISLORODSIZ QIYIN SUYUQLANADIGAN BIRIKMALAR ASOSIDAGI KERAMIKA	
81-§. Kislorodsiz qiyin suyuqlanadigan birikmalarning sinflanishi va xossalari.....	229
82 -§. Karbidlar asosida mahsulot ishlab chiqarish.....	231
83-§. Nitridlar asosida mahsulot ishlab chiqarish.....	236
84-§. Boridlar asosida mahsulot ishlab chiqarish.....	239
85-§. Silitsidlar asosida mahsulot ishlab chiqarish.....	241
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	242
Tayanch so'z va iboralar.....	242
TO'RTINCHI QISM. XO'JALIK - KERAMIKA BUYUMLARINING ISHLAB CHIQUARISH TEXNOLOGIYASI	
20-bob. XO'JALIK – MAISHIY KERAMIKA BUYUMLARI HAQIDAGI UMUMIY MA'LUMOTLAR	
86-§. Nafis keramika ta'rif va turlari	243
87-§. Nafis keramika buyumlarini ishlab chiqarish uchun xomashyo materiallarining turlari.....	251

88-§. Tuproqli materiallar, ularning xossalari.....	251
89-§. Suyuqlanib ketadigan materiallar.....	256
90-§. Yovg'onlashtiruvchi materiallar.....	257
91-§. O'zbekistondagi nafis keramika buyumlari ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan xomashyo konlari.....	258
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	258
Tayanch so'z va iboralar.....	259
21-bob. CHINNI BUYUMLARI ISHLAB CHIQRISH	
TEKNOLOGIYASI	
92-§. Chinni buyumlarining turlari va xossalari.....	260
93-§. Ishlab chiqarishning texnologik tizimi.....	267
94-§. Chinni massalari turi.....	269
95-§. Plastik usulda shakllanuvchi massani tayyorlash.....	270
96-§. Shlikerli massani tayyorlash.....	276
97-§. Kukunsimon massani tayyorlash.....	277
98-§. Buyumlarni shakllash.....	278
99-§. Xo'jalik va badiiy buyumlarni quritish.....	281
100-§. Chinnini quritish usullari.....	282
101-§. Chinni mahsulotlarini kuydirish.....	284
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	291
Tayanch so'z va iboralar.....	291
22-bob.CHINNI MAHSULOTLARINI SIRLASH VA BO'YASH	
102-§. Sir ta'rifi va turlari.....	292
103-§. Sirlar tarkibi.....	293
104-§. Sir tayyorlash texnologik tizimi.....	294
105-§. Bo'yash uchun kerakli bo'yoqlar.....	296
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	298
Tayanch so'z va iboralar.....	298

23-bob. XO'JALIK FAYANSI ISHLAB CHIQRISH

106-§. Fayans ta'rifi, turlari va tarkibi.....	299
107-§. Ishlab chiqarish texnologik tizimi.....	300
108-§. Fayans buyumlarning xossalari va ishlatilishi.....	303
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	304
Tayanch so'z va iboralar.....	304

BESHINCHI QISM. OLOVBARDOSH MATERIAL VA BUYUMLAR ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI.

24-bob.OLOVBARDOSH MATERIALLAR YARATILISHI, TA'RIFI VA TASNIFI

109-§. Olovbardosh materiallarning yaratilishi.....	305
110-§. Rivojlanish istiqbollari.....	307
111-§. Ta'rifi.....	312
112-§.Tasniflanishi.....	315
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	321
Tayanch so'z va iboralar.....	322

25-bob. OLOVBARDOSH MATERIALLAR TARKIBI VA XOSSALARI

113-§. Olovbardosh materiallarning tipik tarkibi.....	323
114-§.Olovbardosh materiallarning asosiy xossalari.....	325
115-§. Yuqori temperaturada hajm doimiyligi.....	328
116-§. Termik bardoshlik.....	330
117-§. Termik eskirish.....	330
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	331
Tayanch so'z va iboralar.....	331

26-bob. ALYUMOSILIKATLI OLOVBARDOSH MATERIALLAR VA BUYUMLAR

118-§. Turlari va tarkibi.....	332
119-§. Yuqori glinozyomli olovbardoshlar.....	333

120-§. Yuqori glinozyomli olovbardoshlar ishlab chiqarish texnologik jarayoni.....	335
121-§. Shamotli olovbardosh buyumlar.....	337
122-§. Shamotli olovbardosh buyumlarni ishlab chiqarish texnologik jarayoni.....	339
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	346
Tayanch so'z va iboralar.....	346
27-bob. MAGNEZITLI OLOVBARDOSHLAR	
123-§. Ta'rifi va bo'linishi.....	347
124-§. Magnezitli olovbardoshlar ishlab chiqarish uchun xomashyo.....	347
125-§. Magnezitli mahsulotlar ishlab chiqarish.....	351
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	352
Tayanch so'z va iboralar.....	353
28-bob. SHPINELIDLI OLOVBARDOSHLAR	
126-§. Ta'rifi, tuzilishi va turlari.....	354
127-§. Alyumomagnezitli olovbardosh buyumlar olinishi.....	355
128-§. Xrommagnezitli olovbardosh buyumlar.....	357
29-bob. FORSTERITLI OLOVBARDOSH BUYUMLAR	
129-§. Ta'rifi, bazaviy sistemasi, ilk parametrlari.....	360
130-§. Xomashyosi va modullari.....	361
131-§. Forsteritli buyumlar ishlab chiqarish.....	363
132-§. Forsteritli olovbardosh buyumlarni xossalari.....	365
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	366
Tayanch so'z va iboralar.....	367
30-bob. SIRKONIYLI OLOVBARDOSH BUYUMLAR	
133-§. ZrO_2-SiO_2 sistemasi holati.....	368
134-§. Sirkonli olovbardosh buyumlarning turlari va xom ashyosi.....	369
135-§. Sirkoniyli olovbardosh buyumlar ishlab chiqarish.....	371
136-§. Sirkonli olovbardosh buyumlarning xossalari va ishlatilishi.....	372

Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	373
Tayanch so'z va iboralar.....	373
31-bob.DINASLI OLOVBARDOSH MAHSULOTLAR.	
137-§. Kremnezemning modifikatsiyalari va ularning xossalari.....	374
138-§. Xomashyo materiallari.....	376
139-§. Ishlab chiqarish texnologik jarayoni.....	379
Mavzu bo'yicha nazorat savollari.....	384
Tayanch so'z va iboralar.....	384
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.....	385

YUSUPOVA MUQADDAM NE'MATOVNA,

ISMATOV ABDULLA AHMEDOVICH

KERAMIKA VA OLOVBARDOSH MATERIALLAR TEXNOLOGIYASI

Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2011

Muharrir:	M.Hayitova
Tex. muharrir:	A.Moydinov
Musavvir:	H.G'ulomov
Musahhih:	F.Ismoilova
Kompyuter sahifalovchi:	N.Hasanova

Nasr.lits. AL№149, 14.08.09. Bosishga ruxsat etildi: 25.09.2011.

Bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$. «Timez Uz» garniturası.

Ofset bosma usulida bosildi. Shartli bosma tabog'i 25,0.

Nashriyot bosma tabog'i 24,75.

Tiraji 500. Buyurtma №166.

**«Fan va texnologiyalar Markazining
bosmaxonasi»da chop etildi.**

100066, Toshkent sh., Olmazor ko'chasi, 171-uy.