

12-modul. Keramik materiallar.

Reja:

1. Keramik materiallarni komponentlarini tanlash. Loylar. O'zgacha xossali keramika.
2. Keramik materiallarning olinish texnologiyasi va ishlatilish soxalari.

Noorganik polimerlar asosidagi matritsalaridan tuzilgan kompozitsion materiallar perspektiv material hisoblanadi.

Noorganik polimer bog'lovchilarning tipik vakillari: silikatlar, keramika, nitridlar, boridlar, karbidlar. Bularni olish oson. Maxsus xossasi: atom bog'lanishining puxtaligi polimer zanjirini tashkil qiladi.

Eng ko'p tarqalgani-keramik kompozitsion materiallar. Bular metallarning va kislorodsiz birikmalarning oksidlari (karbidlar, boridlar, nitridlar, silitsidlar) asosida yaratiladi.

KMM larning yaratilishi yangi texnikani yaratishga imkon beradi: yuqori haroratda ishlaydigan, yeyilmaydigan, puxta va h.k.

Keramik kompozitsion materiallar asosiy turlari

Bularda matritsa keramikadan yasalgan: metall emas mineral xom-ashyoni (loylar) qizdirib bosim ostida presslab ("spekanie") olingan.

1. Xomashyo turiga bo'linadi:

a) **Oksidli** (texnikaviy) keramika; metall oksidlari asosida: Al_2O_3 ; ZrO_2 ; CaO ; MgO ; BeO ; UO_2 .

b) **Oksidsiz**, asosiy kislorodsiz birikmalar: karbid MeC ; borid MeB_n ; nitrid MeN ; silitsid $MeSi_n$.

2. Struktura belgilariga qarab KKM lar 5 gruxga bo'linadi:

a) Dispersli;

b) Polikrsitallik yullanmagan (tartibsiz) tolalar ipsimon kristallar va simlar bilan sinchlangan;

v) Yo'llangan (tartibli) tolalar bilan (shu bilan birga evtektika bilan) sinchlangan;

g) Qavatma-qavat-qatlama;

d) Dona-qavatli.

Dispers KKM larda matritsa va to'ldirgich hajm bo'yicha bir tekisda tarqalgan. Sinchlanganlarda tola erkin ixtiyoriy yoki yo'llangan joylashishi mumkin. Sinch sifatida metall va ular qotishmalarining simlari ishlatiladi. Sinch sim yoki har xil tuqilgan setka formasida bo'lishi mumkin. Simlar uglerodli, zanglamaydigan va martensit po'latlaridan yasaladi. Yuqori puxtalikdagi KKM lar titan, berilliy, vol'fram, molibden simlari bilan sinchlanadi. KKMLarni to'ldirgich sifatida bor, kremniy karbidi, borlik (B/Si), uglerod, shisha tolalari ishlatiladi.

Issiqqa bardosh va issiqdan saqlaydigan materiallarni k.m.ni ishlab chiqarish

texnologiyasi tez o'syapti. Bularning tolalari keramikadan. Keramik tolalar uchun xom ashyo sifatida Al_2O_3 ; Al_2O_3 Cr_2O_3 ; SiO_2 tolalari ishlatiladi. Hozirda Al_2O_3 ; SiC ; AlN ; TiO_2 asosidagi ipsimon kristallar to'ldirgich sifatida ko'proq qo'llanilmokda.

Qatlama KKM larning komponentlari qavat-qavat joylashgan. **Metall falgasi** to'ldiruvchi sifatida ishlatiladi.

Keramik kompozitsion materiallarni komponentlarini tanlash

Dastlabki xom-ashyoni 3 gruppaga bo'lish mumkin:

1. Barcha-keng harorat doirasida bir-biri bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadiganlar;
2. Yuqori haroratda reaksiyaga kirishuvchilar;
3. Kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi.

KKM larning puxtaligi har bir komponentning xossalariga va ularning kimyoviy birlashishiga bog'liq. Masalan, matritsasi keramikali, to'ldirgichisi metaldan bo'lgan KKM ning puxtaligi 3-4 marta ortadi, agar 3-4% hajmida keramika va metall orasidagi kimyoviy bog'liqlikni oshiradigan modda qo'shilsa. Bu modda karbidlar bo'lishi mumkin.

Komponentlarning qizdirib, kolipda bosim ostida ishlash ("spekanie") harorati iloji boricha bir-biriga yaqin bo'lishi lozim. "Spekanie"ni aktivlashtirish uchun qo'shimcha kiritiladi, qaysiki suyuq faza hosil kilib, uni tezlatadi. Masalan, Ti ; TiO_2 ; Zr /

KKM lar uchun yana bir xususiyat: komponentlar bir-birlarini yaxshi xullashi kerak. KKM komponentlarini tanlashda ularning teplofizik xossalarini ham hisobga olish kerak. Agar sinchlovchi materialning issiqdan kengayish koeffitsienti matritsa materialini issiqdan kengayish koeffitsientidan kichik bo'lgan; sinch chuzilib ichki kuchlanish hosil bo'lib, ichida darz ketishi mumkin. Agar sinch koeffitsienti katta bo'lsa, matritsa koeffitsientiga nisbatan, u holda kisish kuchlanishi hosil bo'ladi va KKM ning puxtaligi ortadi. KKM larning perspektiv yo'nalishlaridan biri evtektik metall-oksid tizimi hisoblanadi. Matritsa keramika. Bu yerda sinch evtektika yunaltirilib kristallizatsiya qilingan. Evtektik KKM lar yuqori haroratda dispers KKM larga nisbatan ancha turg'un.

Dispers va qatlama KKM lar izotrop va buzilish mexanizmi keramika materiali buzilishiga uxshaydi. Sinchlangan KKM lar puxtaligi yuqori va buzilish mexanizmi boshqacha. Tolalar kuchlarni bo'linishini ta'minlaydi, matritsadagi darzlarni yo'nalishini aniqlaydi.

Keramik-kompozitsion materiallarni xossalari va ishlatilishi

Dispers KKM larning tipik vakili bu – **keramika-metall materialidir-kermetlar**. Ikki xil bo'ladi:

1. **Infrokermet;**
2. **Ultrakermet.**

Matritsalar, qaysilardaki keramik faza metallar xossalarini yaxshilasa, infrokermetlar deyiladi; ya'ni dispersli puxtalangan. Agar keramika xossalarini yaxshilash uchun metall qo'shilsa, ultrakeramet deyiladi.

Kermetlar komponentlariga kuyilgan xal qiluvchi talablar:

1. Kimyoviy turg'unlik;
2. Bir-biri bilan termik chikisha olishlik (“termicheskaya sovместимость”);
3. Adgeziyali birikma hosil qilish.

Kermet komponentlari bir-birilari bilan reaksiyaga kirishmasligi va bir-birida erishi kerak emas. Aks holda bir fazli material yoki keramik material hosil bo‘ladi.

Kermetlar uchun xomashyo sifatida metall oksidlari, karbidlar, nitridlar ishlatiladi.

Kermetlar 2 guruhga bo‘linadi:

1. Tarkibiga qarab:

- a) Oksidli;
- b) Nitridli;
- v) Karbidli;
- g) Boridli.

2. Vazifasiga qarab:

- a) Eyilishga chidamli;
- b) Issiqbardosh;
- v) Karroziyabardosh;
- g) Yadro reaktorlari uchun.

Kermetlarning eng ko‘p tarqalgani Al_2O_3 asosidagi va qiyin eriydigan metallar(Mo; Nb; To) asosidagi kermetlardir. Kompozit Al_2O_3 -Ni(Co; Fe) qo‘llaniladi.

Karbidli kermetlar ichida eng ko‘p tarqalgani volʼfram karbidi va kobolt asosidagilaridir.

Karbidli kermetlar metallik komponenti sifatida kobolt, nikel, bolzam, molibden, niobiy, xrom, volʼfram bilan birgalikda. Karbid-titanli kermetlar, oksidlariga nisbatan ancha puxta, puxtalikni uzoq muddatli nuktai nazardan issiqbardosh po‘latlardan ham yuqori. Xrom va tsirkoniy dibaridi asosidagi kermetlar **birdaniga issiq urishiga** (“teпlovoy udar”) chidamli.

Dispers KKM lar ma’sulyatli detallar yasashda ishlatiladi:

1. Yuqori haroratda ishlaydigan;
2. Kichik asboblari uchun;
3. Eyilmaydigan;
4. Shtamplar;
5. Filʼbera;
6. Podshipniklar;
7. Zararli muhitda ishlaydigan klapanlar.

Oksid asosidagi kerametlar issiq (pechlarda) o‘lchagich-termoparalar sohalari sifatida ishlatiladi.

Karbiddli va nitridli metallo-keramik materiallar tarkibi va xossalari

Marka	Tarkibi, %						Xossalari		
	WC	TiC	Co, yoki Ni	titan nitridi	bogʻl ovchi	CrC	ρ , kg/m ³	σ , MPa	NRa
VK3	97	-	3	-	-	-	1530	1200	89,5
T30K 4	60	30	4	-	-	-	980	1000	92
KTN M	-	26	-	42	32	-	590	1750	87,5
KXN- 40	-	-	40	-	-	60	700	700	90

Kremniy va alyuminiy asosidagi metallokeramik materiallardan ichki yonar dvigitel detallari yasaladi.

Keramik kompozitsion materiallarni olish texnologiyasi asoslari

KKM lar asosan **kukun metallurgiyasi usulida** olinadi. KKM larning sifatini ta'minlovchi ko'rsatkichlarning eng asosiysi-bu komponentlarning bir xil taqsimlanishi-aralashishi-bir tekisda joylashishidir. Bu dispers KKM larda shixtani sharli, vibratsion, planetar tegirmonlarda mexanikaviy aralashtirish bilan olinadi. Boshqa tipdagi KKM larda komponentlar bir tekisda galma-galdan, qavatma-qavat taqsimlanib taxlab olinadi.

Kimyoviy usulda komponentlar kimyoviy reaksiya natijasida keramik yuzaga metall tuzlarining utirishi bilan olinadi. Metall sinchli KKM larda keramika zarrachalari yuzalariga metall plyonkasi **elektroliz va elektroforez** usulida utiradi.

Fizikaviy usulda qizdirilib bosim ostida presslab termik ishlangan ("spechenny") keramik sinchga metall shimiriladi va metall gaz fazasidan keramika zarrachalari ustiga utiradi.

Shixtani quruq holda yoki **plastifikator** qo'shib presslanadi. Plastifikator qo'shilgan **komponentlar aralashmasi shliker** deyiladi. Presslash vibratsiyali, press-formalarda, gidrastatik, elastik qobiqlarda bo'lishi mumkin. Katta o'lchamli detallar uchun shlikerning suvdagi eritmasi gips qoliplarga qo'yiladi.

Metallik sim, metallik ip, setkalar bilan sinchlangan KKM larni yasash qiyinroq. Chunki aralashtirilsa, tolalar uzilib ketadi. Shuning uchun sinch kerakli tartibda joylashtirib bulgach, kanop komponentlar **suspenziya-atala** holatida asta qo'yiladi.

Umuman tolali, simli, setkali KKM larni olishda tarkibiga qarab uzini shaxsiy texnologiyasi tayinlanadi.

KKMlarni **termik ishlash-spekanie** gazlar muhitini o'zgartiradigan, kerakli harorat rejimini beradigan pechlarda olib boriladi; maqsad kerakli kimyoviy reaksiya amalga oshishi kerak. Agar elektr maydoni ta'sir ettirilsa, zichlik ortadi, termik ishlash vaqti qisqaradi.

Uglerod-uglerodli kompozitsion materiallar

Aviatsiya-kosmik texnikasida qoʻllaniladigan perspektiv materiallardan biri-bu uglerod-uglerodli (S-S) kompozitlardir. Bularda matritsa sifatida uglerod ishlatiladi. Bu qotgan termoreaktiv smolalarni (feneloformaldegidli, furanovli) yuqori haroratda qizdirib olingan **koks** toʻldirgich sifatida **uglerod tolalari** ishlatiladi.

Bu tizimli materiallar kompozitsiyasiga toʻldiruvchi material sifatida uglerodli paxta, uglerodli matolar, uzilgan-kesilgan tolalar, buralgan iplar kiradi. Ikki tizimlisiga qoʻshimcha-tuldirdigich sifatida matolar-toʻqimalar: koʻp tizimli materiallar tolalarni maʼlum tartibda taxlash bilan olinadi.

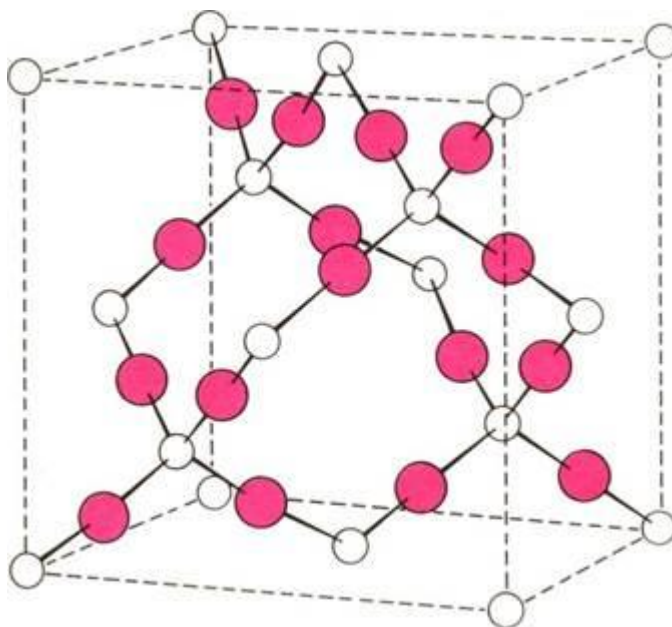
Operatsiyalarning ketma-ketligi:

1. Uglerodli (yoki grafitli) tolalarni yoki matoni fenolli smola bilan toʻyintirish.
2. Bogʻlovchini berilgan harorat va bosimda qotirish.
3. Kerakli oʻlchamlargacha mexanik ishlash.
4. Karbonizatsiyalash maqsadida kerakli atmosferada qizdirish.

Agar modifikatsiya qilinsa; karbid va nitrid hosil qiluvchilar bilan (Si, Ta, N), kompozitning asosli muhitda turgʻunligi oshadi.

Uglerod-uglerod materiallarining mexanik xossalari yuqori: $\sigma_v=100-700$ Mpa, qisishidagi mustahkamlik $=800-1200$ Mpa; zarbiy qovushqoqligi $50-100$ kDj/m²; vakuum va neytral muhitda issiqqa turgun 2500° S gacha.

Uchish apparatlari burun qismi konusi, yuqori haroratli kanoplar, raketa dvigatellari **soplari** va x.k larda ishlatiladi.



KERAMIK MATERIALLAR VA ULARNING TURLARI

Gilli massalar yoki ularning aralashmasiga mineral qu'shilmalar qu'shib, qoliplash va kuydirish yuli bilan olinadigan buyumlar va materiallar keramik materiallar deb ataladi.

Qurilishda keramik materiallar va buyumlardan devorlar qurish va bino tomlarini yopish, pol, devor va fasadlarni qoplash, pechg va tutun trubalarini terish, kanalizatsiya va drenaj qurish hamda boshqa maqsadlar uchun foydalaniladi. Keramik buyumlar yasaladigan material keramika texnologiyasida keramik sopolak deb ataladi.

Konstruktsiyasi jixatidan muljallangan buyicha keramik materiallar va buyumlar kuyidagi guruxlarga bulinadi:

- devorbop (gisht, keramik toshlar, gishtdan qilingan bloklar va panellar);
- tomlar uchun (ichi ko'ak toshlar, keramik toshlardan qilingan balkalar, tombop qoplama panellar, cherepitsa);
- binolar fasadini qoplash uchun (keramik gisht va toshlar, fasad plitkalar);
- binolar ichiga qoplash uchun (sirlangan plitkalar va fason detallar, pol uchun plitkalar);
- kanalizatsiya va drenaj trubalari;
- sanitariya-texnika buyumlari (rakovina, unitaz, yuvish bakchalari va boshqalar);
- kislota bardoshli buyumlar (gisht, plitkalar, trubalar);
- yul materiallari (gishtlar, toshlar);
- issiqlik utkazmaydigan (govakli ichi bush gishtlar va toshlar);
- engil betonlar uchun tuldargichlar (keramzit, agloporit);
- olovga bardoshli buyumlar (gisht va fason buyumlar).

Keramik materiallar va buyumlar ishlab chikarish uchun gil asosiy xom ashyolar. Gil tog jinlarining mayda dispersiyali fraktsiyasi bulib, suv bilan plastik qorishma xosil qilish, qurigandan keyin unga berilgan shaklni saqlab qolish va pishirilgandan keyin tosh qattikligiga ega bulish xususiyatiga ega.

KERAMIK MATERIALLAR VA BUYIMLAR ISHLAB CHIQISH

Keramik materiallar va buyumlar turli ulcham, shakl va xossalarga ega uladi, lekin ularni ishlab chikarish texnologiyasi taxminan bir xil buladi va xom+ashyo materiallarini qazib olish, xom+ashyo massasini tayyorlash, xom ashyoni qoliplash, quritish, pishirish, pishirilgan buyumlarni navlarga ajratish xamda omborda saqlashni uz ichiga oladi.

Gil qazib olish. Keramik materiallar va buyumlarni ishlab chikarish uchun gil, odatda, bevosita zavod yaqinida joylashgan kargerlardan ekskavatorlar va boshqa mashina xamda mexanizmlar yordamida qazib olinadi. Zavodga gil kuzovik agdariladigan vagonchalarda, avtosamosvallarda, tasmali transporterlarda, telejkali traktorlarda tashiladi.

Xom ashyo massasini tayyorlash. Kargerdan qazib olingan va zavodga tashib keltirilgan gil tabiiy xolatdan kupincha buyumlar qoliplash uchun yaroqsiz buladi va tabiiy tuzilishini buzish, undan zararli aralashmalarni chikariy tashlash. Yirik

aralashmalarni maydalash, gilga qushimchalar aralashtirish, shuningdek, qulay koliplanadigan massa xosil qilish uchun uni namlash kerak.

Xom ashyo aralashmasi yarim quruq, plastik yoki xul (shliker) usullarida tayyorlanadi. Bu usullardan qaysi birini tanlash xom ashyo materiallarining xossalari, keramik massasining tarkibiga va buyumlarni qoliplash usuliga, shuningdek, ularning ulchamlari va vazifasiga bog'liq.

Yarim quruq usulda xom+ashyo materiallari quritiladi, bulaklanadi, maydalanadi va sinchiklab aralashtiriladi. Gil, odatda, quritish barabanlarida quritiladi, quruqlayin tuyish mashinasida, diz entegratorlar yoki sharli tegirmonlarda parchalanadi va maydalanadi, quraqli aralashtirgichlarda aralashtiriladi. Presslanadigan uqinning namligi 9-11%. Presslanadigan kukun kerakli namlikka ega bulguncha suv yoki bug' bilan namlanadi.

Yarim quruq presslab tayyorlangan qurilish gishti, pol plitkalari, qoplama plitka va boshqalar tayyorlashda xom+ashyo aralashma tayyorlashning yarim quruq usulidan foydalaniladi.

Plastik usulda xom ashyo materiallari tabiiy namlikda aralashtiriladi yoki namligi 18-23% bulgach gil qorishmasi bulgunga qadar suv qushiladi. Xom ashyo materiallarni maydalash va qayta ishlash uchun turli tipdagi tegirmon toshdan, aralashtirish uchun esa gilqorgichlardan foydalaniladi.

Plastik usulda plastik koliplanadigan keramik gishtni, keramik toshlarni, cherepitsalar, truba va boshqalarni ishlab chiqarish uchun xom ashyo aralashmasi tayyorlanadi.

Shliker usulida xom+ashyo materiallar oldindan maydalab kukun qilinadi, sungra esa kup miqdorda suv quyib yaxshilab aralashtiriladi, bunda bir jinsli suspenziya (shliker) xosil bulishi kerak. Bu usul chin ni va fayans buyumlar, qoplama plitka va boshkalarni ishlab chikarishda qullaniladi.

Buyumlarni qoliplash. Keramik buyumlar xar xil usullarda: plastik, yarim quruq va quyib qoliplanadi. Qoliplash usulini tanlash buyumlar, turiga, shuningdek, xom ashyoning tarkibi va fizik-mexanik xossalari bog'liq.

Plastik usulda qoliplash-buyumlarni plastik gil massalardan presslarda tayyorlash_qurilishbop keramik buyumlar ishlab chiqarishda eng kup tarqalgan usuldir.

Namligi 18-23% qilib tayyorlangan gil massasi tasmali pressning qabul qilish bunkeriga yunaltiriladi. Massa shnek yordamida qushimcha aralashtiriladi, zichlanadi va almashinuvchi mundshtuk bilan jixozlangan pressning chikish teshigi orqali brus kurinishida siqib chiqariladi. Mundshtukni almashtirib, shakli va ulchamlari turlicha bulgan brus olish mumkin. Pressdan tuxtovsiz chikayotgan brusni tayyorlanayotgan buyumlarning ulchamlariga muvofik avtomatik kesish qurilmasi uni aloxida kismlarga qirqib ajratadi.

Qoplama plitkalar, pol plitkalari va boshqa yupqa keramik buyumlar yarim quruq usulda qoliplanadi. Bunday usulda plastikligi past, kam gilli xom ashyodan gisht va boshqa buyumlar tayyorlash mumkin. Yarim quruq usulda koliplashning plastik usulga

nisbatan afzalligi-namligi kam (8-12%) gil massasi ishlatiladi, bu xom ashyoning qurish muddatini ancha kichiklattiriladi.

Yarim quruq usulda xar bir buyum aloxida yuqori unumli presslarda qoliplanadi, bunda presslanadigan massasini qoliplarda 15 Mpa gacha bosim ostida ikki tomonlama presslanishi taxmirlanadi. Yarim quruq usulda presslanadigan buyumlar aniq shaklga, ulchamlarga, mustaxkam burchak va qir ralarga ega buladi.

Quyish usuli sanitariya-texnika fayans buyumlari va qoplama plitkalarini tayyorlash uchun qullaniladi. Bu usulda namligi 45% dan ortiq, oldindan gil massasi (shliker) maxsus qoliplarga quyiladi yoki plitkalarini qoliplashda foydalaniladi.

Buyumlarni quritish. Qoliplangan buyumlarning namligini kamaytirish uchun ularni quritish zarur. Masalan xom gisht 8-10% namlikkacha quritiladi. Quritish xisobiga buyumning mustaxkamligi oshadi, pishirish jarayonida darzlar ketishi va shakli uzgarishining oldi olinadi. Buyumlarni tabiiy va suniy usulda quritish mumkin.

Quritish ayvonlarida tabiiy usulda quritish yokilgi sarflashni talab qilmaydi, lekin uzoq vakt (10-15 kun) davom etadi. Bundan tashqari, tabiiy usulda quritish uchun keng joy talab qilinadi.

Xozirgi vaqtda yirik zavodlarda, odatda xom ashyo vaqti-vaqti bilan ishlaydigan kamerali quritgichlarda va uzluksiz ishlaydigan tunnelli quritgichlarda sunxniy usulda quritiladi. Ushbu usulda xom ashyoni quritish muddati 1-3 sutka, yupka buyumlar uchun esa bir necha soat davom etadi.

Buyumlarni pishirish. keramik buyumlar ishlab chikarish texnologiyasi jarayonining xal etuvchi bosqichidir. Pishirish jarayonini shartli ravishda uch davrga bulish mumkin: xom ashyoni kizdirish, pishirish va sovitish. Xom ashyoni kizdirishda temperatura asta-sekin 100-120° S gacha qutariladi, buyicha undan erkin suv chiqarib yuboriladi. Shundan keyin temperatura 750° S gacha kutariladi, gilli mineraldagi va xom ashyo aralashmasining boshka birikmalaridagi organik aralashmalar yonib bitadi va ximiyoviy bog'langan suv chiqib ketadi.

800-900 S da pishirish jarayonida oson eriydigan birikmalar eriydi va erimagan zarrachalari urab oladi, bunda buyumning chizikli ulchamlari kichrayadi va zichlanadi. Temperaturani oshirish davom ettirilsa, gil massasi qovushadi. Maksimal pishirish temperaturasi gilning xossalriga va buyum turiga bogliq. Pishirish natijasida keramik buyumlar toshsimon xolatga, yukori mustaxkamlikka, suvga va sovuqqa chidamlilikka va boshqa xossalarga ega buladi.

Keramik buyumlar xalqasimon, tunnel, tirqishli, rolikli va boshqa pechklarda pishiriladi.

Xalqasimon pech gellipsga uxshash tutash pishirish kanalidan iborat bulib, shartli ravishda kameralarga bu'lingan. Xalqasimon pechg kameralarining bu'lingan. Xalqasimon pechg kameralarining miqdori uning unumdorligiga qarab 16 dan 36 gacha uzgarib turadi. Shartli kameralar kuyidagi tartibda joylashtiriladi: yuklash, qizdirish, pishirish, sovitish va pechdan chikvrib olish. Xalkasimon pechda yonish uchori boshka zonalar kabi pishirish

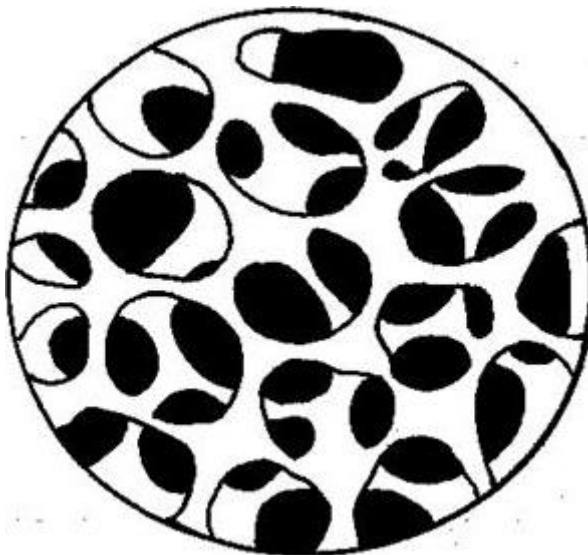
kanali buylab uzluksiz siljiydi, pishirilayotgan maxsulot esa uz joyida buladi. Xalqasimon pechlarda asosan gisht va cherepitsa pishiriladi. Pishirish temperaturasi 900-1100°S. Xalkasimon pechda pishirish muddati 3-4 sutkagacha davom etadi.

Tunnelg pechg uzunligi 100 m gacha bulgan, boshi va oxiri ochik kanaldan iborat bulib, unda pishiriladigan buyumlar joylangan vagonchalar relglarda xarakatlanadi. Tunnelg pechda xalkasimon pechdagi kabi zonalar buladi. Lekin bunda zonalar buylab buyumlar siljiydi, zonalar esa joyida qoladi.

Qurtilgan gisht yoki boshqa buyumlar tagi olovga bardoshli gishtdan qilingan vagonlarga yuklanadi. Vagoncha pechga kiritiladi, bunda u oldinda turgan pishirilgan va sovutilgan gisht yuklangan vagonchani itaribchikaradi. Tunnelg pechlar gazda yoki mayda qumirda qizdiriladi. Bu pechlarda maxsulotni yuklash va tushirish jarayonlarini mexanizatsiyalashtirish, shuningdek pishirish jarayoni va uni rostlashni avtomatlashtirish oson buladi. Pishirish jarayoni 18-38 soat davom etadi. Tunnelg pechlar xalkasimon pechlarga nisbatan ancha unumdor va tejimli buladi, bundan tashkari, ularda brak gishtlar ancha kam buladi.

Keramik materiallar, jumladan, sirlangan qoplama fayans plitkalar ikki marotaba pishiriladi. Birinchi marta pishirishda maxsus konsellarda joylashtiriladigan plitkalar tunnelg pechlarda 1240-1250° S temperaturada pishiriladi. Sungra sovutilgandan keyin navlarga ajratiladi, sir qatlami yuritiladi, konselga joylashtiriladi va ikkinchi marta boshqa tunnelg pechda 1140° S temperaturada pishiriladi.

Sir xosil kilish uchun oson suyuqlanadigan gil, kvarts kum, dala shpati, qurgoshin, rux oksidlari va boshqalar ishlatiladi. Rangli sir tarkibida buyaydigan oksidlar yoki metallar tuzi buladi. Sirning mayda tuyilgan xom ashyo aralashmasi suvli suspenziya kurinishidagi plitkaning ung yuzasiga yupqa qatlamlab suriladi. Pishirishda sirning tashkil etuvchi kislmlari suyuqlanadi va plitka yuzasida shishasimon yupqa qatlam xosil qiladi. Bu qatlam goyat manzaraligi bilan bir qatorda plitkadarning suv utkazmasligini xam taxminlaydi. Kanalizatsiya trubalari, qoplama gishtlar va fasad qoplanadigan plitkalar xam sirlanadi, Bu buyumlar quritilgandan keyin sirlanadi va bir marta pishiriladi.



Keramika (yun. keramos — tuproq) — tuproq (gil, kaolin) yoki anorganik moddalarni yuqori t-ralarda pishirish yo‘li bilan olinadigan nemetall materiallar va buyumlar. Barcha sohalarda: uyro‘zg‘orda (idish-tovoqlar), qurilishda (g‘isht, cherepitsa, quvurlar, koshinlar, devorlarni bezash buyumlari), texnikada (radiotexnika, elektrotexnika, kosmonavtika), t. y.da, suv va havo transportida, haykaltaroshlik va amaliy san’atda K. keng tarqalgan. Tuzilishiga ko‘ra, dag‘al (notekis tarqalgan yirik zarralardan tashkil topgan, g‘ovakligi 5 — 30%) va nafis (tekis tarqalgan mayda zarralardan tashkil topgan, g‘ovakligi 5% gacha) turlarga bo‘linadi. D ag‘al K.gako‘pchilik qurilish materiallari, mas, g‘isht va koshin, nozik K.ga sopol, chinni, fayans, pyezo va segnetokeramika, ferritlar, kermetlar, ba’zi olovbardosh materiallar, yarim chinni va mayolika kiradi. Kimyoviy tarkibiga ko‘ra, K. oksid, karbid, nitrid, silitsid, optik va b. turlarga bo‘linadi.

Oksid K. elektr qarshiligi yuqoriligi (10" — 1013 Om-sm), qisilishga mustahkamligi (5 GPa gacha) va yuqori t-rada oksidlovchi muhitda barqarorligi bilan tavsiflanadi; ba’zilari, mas, ittriy-bariyli K. yuqori t-ralarda o‘ta o‘tkazuvchanlik xossalarini namoyon qiladi (q. [Ittriy](#)). Chinni, fayans, kulollik buyumlari, kaolin paxta, izolyasiya materiallari, raketa, kosmik apparatlar, yadro reaktorlarining qismlari, radiotexnika detallari, xotira qurilmalarining qismlari va b. tayyorlashda keng qo‘llanadi. Karbid K.ga karborund (SiC) asosida olingan karborund K., shuningdek, titan, (Ti), niobiy (Nb), volfram (W) karbidlari asosida olingan materiallar kiradi. Karbid K.ning elektr va issiqlik o‘tkazuvchanligi yuqori, kislorodsiz muhitga chidamli (karborund K. oksidlovchi muhitda 1500° gacha barkaror). Konstruksion materiallar, elektr pech qizdirgichlari, olovbardosh materiallar va b. tayyorlashda qo‘llaniladi. Nitrid K.ga bor nitrid (BN), alyuminiy nitrid (AlN), kremniy nitrid (Si₃N₄), (U, Pu) N asosida, shuningdek, tarkibida kremniy (Si), alyuminiy (Al), kislorod (O), azot (N) yoki ittriy (Y), sirkoniy (Zr), O va N bo‘lgan birikmalarni qizdirish yo‘li bilan olingan materiallar kiradi. Bunday K. kukun holdagi modda yoki birikmalarni azot atmosferasida 100 MPa bosim ostida yuqori t-ralarda (1700—1900°) qizdirib, issiq holatda presslab olinadi. Nitrid K. dielektrik xossalarining barqarorligi, mexanik mustahkamligi, issiqbardoshligi, turli muhitlarda kimyoviy mustahkamligi va b. xossalari bilan tavsiflanadi. Metall i. ch. sanoati uchun asbob-uskunalar, ba’zi yarimo‘tkazgich materiallarni eritish uchun tigellar, izolyatorlar va b. i. ch.da qo‘llaniladi. Si₃N₄ ga kobalt (So), nikel (Ni), xrom (Sg), temir (G‘e) lar qo‘shib tayyorlanadigan K. issiqbardosh qotishmalar o‘rniga ishlatiladi. Silitsid K.ning eng ko‘p tarqalgan turi molibden disilitsid (MoSi₂) asosida olingan K.dir.U elektr qarshiligining pastligi (170—200 mkOmsm), oksidlovchi muhitlarga (1650° gacha), metall eritmalari va tuzlar ta’siriga chidamliligi bilan tavsiflanadi. Oksidlovchi muhitlarda ishlatiladigan elektr qizdirgichlar tayyorlashda qo‘llaniladi. Ba’zi metallarning ftoridlari, sulfidlari, fosfidlari va arsenidlaridan tayyorlangan optik K. infraqizil texnikada ishlatiladi.

Keramik buyumlar tayyorlash uchun avval tuproq, kaolin, kum, dala shpati, metallurgiya va ba’zi sanoat chiqindilari sharli tegirmonda kukun holiga keltiriladi, suv qo‘shib aralashtiriladi; olingan oquvchan qolatdagi qorishma aralashtirgichli

hovuzchalarga quyiladi; qoliplash usuliga qarab uni filtr-presslar yoki maxsus purkash qurilmalarida ma'lum miqdorgacha suvsizlantiriladi. So'ngra namligi 6 — 12% bo'lgan kukun holdagi qorishmalardan presslar yordamida, 15—25% li qorishmalardan yoyish, bosish yoki kulollik charxit shakl berish yo'li bilan buyumlar tayyorlanadi. Tarkibida 25—45% suvi bo'lgan qorishmalar esa gips, g'ovak plastmassa va metall qoliplarga quyish yo'li bilan qoliplanadi. Qoliplangan buyumlar quritilib maxsus pechlarda 900° dan (qurilish K.si uchun) 2000° gacha (olovbardosh K. uchun) qizdirib pishiriladi. K.ning ba'zi turlariga pishirilgandan so'ng qo'shimcha mexanik ishlov va pardozi beriladi. Sopol, chinni, fayans va nafis K.ning boshqa turlaridan ishlangan buyumlarga suv va gaz o'tkazmaydigan shishasimon qatlam hosil qiladigan sir qoplanib, 1000 — 1400° da qayta pishiriladi. Issiqlikni saqlovchi g'ovak materiallar tayyorlashda loyga yuqori t-rada yonib ketadigan yonuvchan qo'shimchalar (ko'mir, qipiq, organik moddalar) qo'shiladi, ko'shimchalar yonib ketgach, o'rnida qolgan kovaklar g'ovaklikni hosil qiladi.

Fayans olish va sirkorlik sirlari qadimda misrliklarga mil. av 15-a. dayoq ma'lum bo'lgan Ular milodning 3—4-a. larida Xitoyda yana kashf qilindi, 9—10-a. larda Yaqin Sharq mamlakatlarida, o'rta asrlarda O'rta Osiyoda, 16-a. da Fransiyada, 18-a. da Germaniya, Angliyada, 19—20-a. larda Rossiyada rivojlangan. K. taraqqiyotining jahon tarixida Xitoy chinnisi va fayansi muhim o'rin tutgan. U Yevropa va Osiyoning ko'pgina mamlakatlarida K. rivojiga sezilarli ta'sir ko'rsatgan. O'rta Osiyoda, Eron, Ozarbayjon, Turkiya, arab mamlakatlarida binolarni bezashda, qabariq terrakotani qo'llashda, idish-tovoqlar yasashda K.ning ahamiyati beqiyos bo'lgan. 10—15a. me'morligida Xiva, Samarqand, Buxoro, Qo'qon, Toshkentda qurilgan binolarning polixrom mozaika koshinkorlik qoplamlari me'morlik san'atining eng yuqori yutuqlari hisoblanadi (q. K. mahsulotlarini pishirish texnikasi va texnologiyasi ko'p asrlar mobaynida oddiy gulxandan xumdongacha, oddiy o'choqdan mexanizatsiyalashtirilgan pechlargacha bo'lgan taraqqiyot yo'lini bosib o'tdi. Hozir turli mamlakatlarda, shu jumladan, O'zbekistonda K. ustaxonalari, xumdonlar, zavodlar faoliyat ko'rsatmoqda. Toshkent, Samarkand, Quvasoy chinni zavodlari, Angren va Rishtondagi keramika zavodi, O'zbekistonning barcha viloyatlarida xumdonlar bor.