

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI  
ISLOM KARIMOV NOMLI TOSHKENT DAVLAT  
TEXNIKA UNIVERSITETI**

**NANOTEXNOLOGIYA ASOSIDA OLINGAN  
MATERIALLAR**

**kurs ishi uchun**

**USLUBIY KO‘RSATMA**

**70720601 – «Materialshunoslik va materiallar texnologiyasi  
(mashinasozlik) magistratura ta‘lim yo‘nalishi»**

**TOSHKENT-2022**

Tuzuvchilar: Nurmurodov S.D., Allanazarov A.A., Pardayeva G.T., Cho‘lliyev Z.F. Nanotexnologiya asosida olingan materiallar. Kurs ishi. Uslubiy ko‘rsatma. -Toshkent,: ToshDTU, 2022. 20 b.

Uslubiy ko‘rsatma oliy ta‘lim muassasasining 70720601 – Materialshunoslik va materiallar texnologiyasi yo‘nalishida ta‘lim oluvchi magistrantlar uchun “Nanotexnologiya asosida olingan materiallar” fan dasturi asosida tuzib chiqilgan. Uslubiy ko‘rsatmada kurs ishini bajarish uchun mo‘ljallangan barcha nazariy bilimlar, kurs ishining bajarilish tartibi va topshiriq variantlari keltirilgan.

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universitetining ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga asosan chop etildi (27.12.2021y. 4-sonli bayonnoma)*

**Taqrizchilar:** Tuxtasheva M.L.- (TXTI) f.f.d., PhD.

Berdiyev D.M.- (TDTU) t.f.d., dot.

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2022

## Kirish

Ushbu uslubiy ko'rsatma hozirgi zamon talablari asosida yangi o'quv rejaga mos ravishda yaratilgan. Uslubiy ko'rsatmada kurs ishlari bajarish tartibi, usullari keltirilgan. Bajarilishi zarur bo'lgan ishning dolzarbligini ilmiy asoslash maqsadida foydalanilgan adabiyotlar tahlili keltirilgan. Kurs ishini bajarishda qo'llanilgan jihoz, asbob, uskuna va o'lchov asboblarining tavsiflari, chizmalari va ulardan foydalanish tartib qoidalari berilgan. Kurs ishini bajarish tartibi namunaviy misol keltirishlar bilan tushuntirilgan. Uslubiy ko'rsatma barcha texnika oliy o'quv yurtlari 700000 – Muhandislik, ishlov berish va qurilish sohalari, 720000 – Ishlab chiqarish va ishlov berish sohasi, 70720601 – Materialshunoslik va materiallar texnologiyasi yo'nalishi talabalari foydalanishlari mumkin.

Ushbu uslubiy ko'rsatma qiyin eriydigan metallarning kukunlaridan foydalanib, mashinasozlik uchun konstruksion materiallar yaratish asoslarining hozirgi holatiga bag'ishlangan.

XXI asrning boshlarida qiyin eriydigan ultradispers materiallar texnologiyasining rivojlanishi sharaflanadi. Ular dunyoning barcha rivojlangan mamlakatlarida inson faoliyatining muhim sohasida (sanoatda, mudofaa, axborot sohasida, radioelektronika, energetika, transport sohasida, biotexnologiyada, tibbiyot va b.) allaqachon ishlatilmoqda. Investitsiyalar o'sishining tahlili, bu mavzudagi nashrlar miqdori fundamental va amaliy ishlanmalarni tatbiq qilishni talab qiladi va yaqin yillarda yangi ilmiy yo'nalish hisoblangan qiyin eriydigan ultradispers materiallar texnologiyasini rivojlantirish imkonini beradi.

Fizik kimyo va metallurgiya sohasidagi materiallarga ishlov berishning plazma texnologiyasi jarayonlari va materiallarga ishlov berish ilmiy maktabining rivojlanishi metallurg–olim akademik Nikolay Nikolayevich Rikalinning fundamental g'oyalariga asoslanadi.

Yu.V. Svetkov, uning shogirdlari va safdoshlarini birlashtirgan hozirgi Rossiya Federatsiyasi hududida, shuningdek bir qancha ittifoqdosh respublikalarda, Pribaltika, O'rta Osiyo va Qozog'istonda plazmaviy tiklash va sintez jarayonlari amalga tatbiq qilinmoqda. Misol sifatida O'zbekistonda volfram va molibdenning yuqoridispers kukunlarining texnologik xossalari va fizik, kimyoviy xossalari tadqiqotlarini keltirish mumkin. Ayniqsa O'zbekiston o'tga chidamli va qiyin eriydigan metallar kombinatida jahonda birinchi marta volfram oksidini plazma vodorod muhitida tiklash texnologiyasi va qurilmasi jihozlanishining amaliy tatbiqini topdi.

Plazmaviy qurilmada olingan yuqoridispers kukunlardan buyumlar tayyorlanganda ishlab chiqarish unumdorligining keskin ortishidan tashqari ishlash xossalari ortishi, tiklash jarayonida va keyingi qayta ishlash jarayonlarida energiya sarfi kamayadi. Optimal konstruktorlik va texnologik jihozlangan plazmaviy jarayonlar atrof-muhitga ta'siri sezilarsiz bo'lishi bilan birga energiya va resurstejamkor hisoblanadi. Xulosa qiladigan bo'lsak, plazmaviy metallurgiya istiqbolli ekanligi ma'lum bo'ladi.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatdiki, hozirgi vaqtda plazmokimyoviy uslubdan foydalanib, ko'pgina qiyin eriydigan metallarning ultradispers kukunlarini olishning imkoniyatlari ko'rsatib berilgan. Ko'pgina davlatlarda o'tkazilgan tadqiqotlarning natijalari yuqori ishlash tasniflariga ega bo'lgan konstruktion, asbobsozlik va boshqa materiallarni ishlab chiqarishda qiyin eriydigan metallarning ultradispers kukunlaridan foydalanishning real imkoniyatlari mavjudligidan darak bermoqda.

Qiyin eriydigan metallarning ultradispers kukunlarini olish va ularni ishlatish dunyoda XXI yuz yillikda ilmiy-texnik rivojlanishni belgilab beradigan yo'nalish deb qaralmoqda. Disperslik moddaning xossalari belgilaydigan muhim parametrlardan biri hisoblanadi. Disperslik natijasida yuzalar rivoji qo'shimcha energiyani vujudga keltiradi. Uni qattiq jismlar ishtirokidagi jarayonlarda, xususan ularni kompaktlashda qo'llash foydali.

Sanoat ishlab chiqarishining rivojlanish darajasi mashinasozlik samaradorligi va sifati bilan belgilanadi. Mashinasozlik rivojlanishining istiqbollari to'g'ridan-to'g'ri uskunaning energiya quvvati va ishonchliligini oshirishga bog'liq. Shu munosabat bilan, yuqori talablar, birinchi navbatda, metall bo'lmagan materiallarning ulushi barqaror o'sish tendentsiyasiga ega bo'lgan iste'mol tarkibida qurilish muhandislik materiallariga nisbatan qo'llaniladi.

Uslubiy ko'rsatmalar 70720601-Materialshunoslik va materiallar texnologiyasi mutaxassisligi bo'yicha texnika oliy o'quv yurtlari magistrantlari uchun" Nanotexnologiya asosida olingan materiallar" fanining dasturi asosida tuzilgan. Kurs ishini bajarish uchun zarur bo'lgan nazariy ma'lumotlarni, shuningdek, topshiriqning tavsifi, tartibi va variantlarini taqdim etadi.

## 1. PUV–300 vodorod plazmaviy tiklash qurilmasi

PUV–300 vodorod plazmaviy tiklash qurilmasi, volframning UDKlari va mashinasozlikda ishlatiladigan: VK6, VK8, VK15 (ГОСТ 3882–74) qattiq qotishmalari, R6M5 (ГОСТ 19265–73) tezkesar po‘lat, Mo-TiC molibden qotishmasi 40XHMJI hamda 40XHMΦJI (ГОСТ 977–75) markali konstrukcion po‘latlar va boshqalar olingan.

Quyma bimetall kompozitsiyalarda o‘tish qatlami fazaviy tarkibi DRON-2 qurilmasida Fek $\alpha$  nurlanishda, 0,1-0,2 mm qadam bilan qalinlikni kamaytirish orqali aniqlandi.

Suratga olish tartibi  $U=35$  kW;  $I=20$  mA; rentgen trubkasidan diafragmaning uzoqlashish tartibi 1:10:0,25 mm; Soller teshigining xatoligi 2,5 grad. ni tashkil qildi; diagramma lentasining tezligi - 720 mm/s; hisoblagich harakatining tezligi - 2 grad/min.

O‘tish qismi ko‘ndalang kesimida elementlarning taqsimlanishi "Link" sistemali Si(Li) qattiq detektorda rentgenli energodispersion mikroanalizator bilan S–80 elektron mikroskopida aniqlandi. Po‘lat R5M5 – po‘lat 40XHMΦJI kompozitida : W, Mo, Cr, V, Cu, Ni, Fe elementlarning taqsimlanishi o‘rganildi. Qattiq qotishma VK8 – po‘lat 40XHMJI, pishirilgan molibden qotishma Mo–TiC – po‘lat 40XNML tizimidagi kompozitlarda: W, Co, Cu, Ni, Fe Mo, Cu, Ni, Ti, Fe elementlarining taqsimlanishi o‘rganildi. O‘tish qismi mikrostrukturasi MIM–8 metallografik mikroskop va REM–200 elektron mikroskopida o‘rganildi. Mikroshliflar hammaga ma’lum bo‘lgan usullar yordamida tayyorlandi.

O‘tish qismi ko‘ndalang kesimi xossalari o‘zgarishi mikroqattqlikning taqsimlanishi bo‘yicha baholandi (mikrotverdomer PMT–3, R=100g yuklamada, h=0,1 mm qadam bilan).

O‘tish qismi ko‘ndalang kesimi xossalari o‘zgarishi mikroqattqlikning taqsimlanishi bo‘yicha baholandi (mikrotverdomer PMT–3, R=100g yuklamada, h=0,1 mm qadam bilan).

Qo‘shimchalar tarkibini aniqlashda neytron-aktivatsion tahlil, mass-spektrometriya, spektral tahlil usullari qo‘llanildi.

Birikmani mustahkamlikka sinash – «siljish mustahkamligi» UMM–5 sinov mashinasida bajarildi, sinovlar model va bevosita quyma namunalarda qo‘yilmani asbob asosiga nisbatan siljitish yo‘li o‘rganildi.

Qo'yilmaning quyma tanada kuchlanganlik holati model va quyma namunalarda o'rganildi. Qoldiq kuchlanish tenzometrik usul bilan aniqlandi. PDV-10/100 tenzodatchiklar ikkita o'zaro – perpendikulyar radial yo'nalishlarda qo'yilmaga yopishtirildi. Datchiklarning ko'rsatkichlari VDS-1 qurilmasi yordamida kompozitni tashkil etgan tana qismini chiqarishdan oldin va keyin olindi. Ko'rsatkichlardagi farq ichki qoldiq kuchlanishlar kattaligini hisoblash uchun asos bo'lib xizmat qildi.

Kukun va xomakilarning texnologik hamda ishlovchanlik xarakteristikalarini aniqlashda mavjud standart o'lchash asboblardan foydalanildi.

Qo'shimchalar tarkibini aniqlashda neytron-aktivasion tahlil, mass-spektrometriya, spektral tahlil usullari qo'llanildi.

Birikmani mustahkamlikka sinash – «siljish mustahkamligi» UMM-5 sinov mashinasida bajarildi, sinovlar model va bevosita quyma namunalarda qo'yilmani asbob asosiga nisbatan siljitish yo'li o'rganildi.

## **2. Volframning ultradispers kukunlari asosida konstruksion materiallar yaratishning nazariy va texnologik asoslari**

Konstruksion materiallar yaratishning muhim texnologik jihatlariga metallarning plazmokimyoviy tiklash usuli ko'rsatib o'tilgan.

Moddaga plazma nurlanishining tushishi asosan energiya oqimining zichligiga, davomiyligiga, nurlanish to'lqinining uzunligiga va moddaning fizik xossalariga bog'liq. Nurlanishning bir qismi qaytadi, qolgan qismi esa yutiladi. Agar nurlanish zichligi katta bo'lmasa ( $\leq 10^{10}$  Vt/m<sup>2</sup>), nurlanishning yutilgan qismi energiyasi issiqlik diffuziyasi yo'li bilan material bo'ylab tarqaladigan issiqlikka aylanadi.

Nurlanishning ancha yuqori zichligida yuzaning intensiv moslashib qizishi (harorat 1010 K/s gacha ko'tariladi), yuz beradi va qaytish layoqati o'zining teng yarmiga tushib ketadi. Shunday qilib reaktorda taxminan chuqurligi  $(Q\tau)^{1/2}$  bo'lgan erigan vanna hosil bo'ladi. Bunda  $Q$  – issiqlik o'tkazuvchanlik,  $\tau$  – plazma impulsining davomiyligi. Nurlanish oqimi zichligining ko'tarilishi erigan vanna yuzasining qaynash nuqtasiga to'g'ri keladigan haroratgacha ko'tarilishiga olib keladi. Bunday holat yutilgan energiya taxminan zaxira bug'lanish issiqligiga  $L_s$  teng bo'lganda sodir bo'ladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$L_s \approx \frac{1}{P \cdot \tau \cdot \rho \cdot \sqrt{Q \cdot \tau}} \quad (1)$$

bunda:  $P$  – nurlanish quvvati,  $\rho$  – moddaning zichligi,  $Q$  – issiqlik o'tkazuvchanlik,  $\tau$  – plazma impulsining davomiyligi.

Energiya oqimlarining keraklicha yuqori zichliklarida harorat bir necha yuz  $\text{eB}$  ga yetadi, plazmadagi zarralarning kritik zichligi:

$$n_c \cdot \lambda^2 \approx 10^{15} \frac{1}{\mathcal{M}}, \quad (2)$$

ga yetishi mumkin bunda:  $n_c$  – nurlanish zichligi,  $\lambda$  – plazma nuri to'liq uzunligi. Bundan,  $\lambda = 1$  mkm da nurlanish kritik zichlikka yetganda  $n_c \approx 10^{27} \text{ m}^{-3}$  nur modda yuzasiga kiradi va qizdirish qayta nurlanish orqali sodir bo'ladi (1-rasm). Uning sovishi nurlanishni yutish bilan muvozanatlanadi, kritik zichlik harakatini keltirib chiqaradi, plazma o'z o'zini boshqaradigan jarayonga kiradi. Bunday tartibda normal atmosfera bosimida zarralar harakatining tezligi  $10^4$  m/s gacha o'sishi kuzatiladi.

Plazmotronning chiqish qismida (1-rasm) issiq gazlarning tezligi:

$$U_o = \frac{G_{H2}}{S_B} \text{ m/s}, \quad (3)$$

bunda:  $G_{H2}$  – reaktorning chiqish qismidagi issiq gazlarning sarfi ( $\text{m}^3/\text{sek}$ );

$S_B$  – oqimning chegara qatlamidagi issiq gaz chiqayotgan kesim yuzasi ( $\text{m}^2$ ).

Gaz va suyuqlikning muhitda harakatlanish vaqtida xuddi o'sha fizik xossalarga ega bo'lgan holda tez oqishi (струйное) sodir bo'ladi, qaysiki tangensial uzilish yuzalari borligi bilan tavsiflanadi. Tangensial uzilish chegarasini o'z ichiga oluvchi oqim yo'nalishi chegaraviy qalinlikka ega bo'ladi va oqim chegara qatlami deb ataladi. Oqim teshik (soplo) dan chiqqandan keyin uzunligi bo'yicha uch qismga (1-rasm.) bo'linadi: I – plazma oqimida laminar yo'nalish yadrosi borligini xarakterlovchi boshlang'ich qism, II – laminar oqim turbulent oqimga aylanadigan, o'tuvchi qism; III – turbulent oqimning shakllanishi yuz beradigan, asosiy qism.

Tanlangan nazariy model oqim parametrlarini birinchi yaqinlashishdayoq aniqlash imkonini berdi.

Hisoblashlar bo'yicha matematik model tanlandi.

Tanlangan modelning chegara qatlami oqimi qalinligi harakatlar miqdorining saqlanish qonunidan foydalanib topiladi:

$$\rho U_0^2 b_0 = \rho U_x^2 b_H \int_0^1 \frac{U_x^2}{U_0^2} d\left(\frac{Y}{b_0}\right) \quad (4)$$

bunda:  $\rho$  – muhit zichligi;  $U_0$  – soplo chiqish o‘qi qismidagi tezligi;  $b_0$  – boshlang‘ich qism oxiridagi chegara qatlam oqimining yarim qalinligi;  $U_x$  – chegara qatlam oqimining qalinligi bo‘yicha tezligi;  $b_H$  – chegara qatlam oqimining yarim qalinligi;  $Y$  – chegara qatlam oqimi qalinligi.

Formula (4) ni approksimatsiyalash orqali baholashni chegara qatlam ifodasidan topish mumkin:

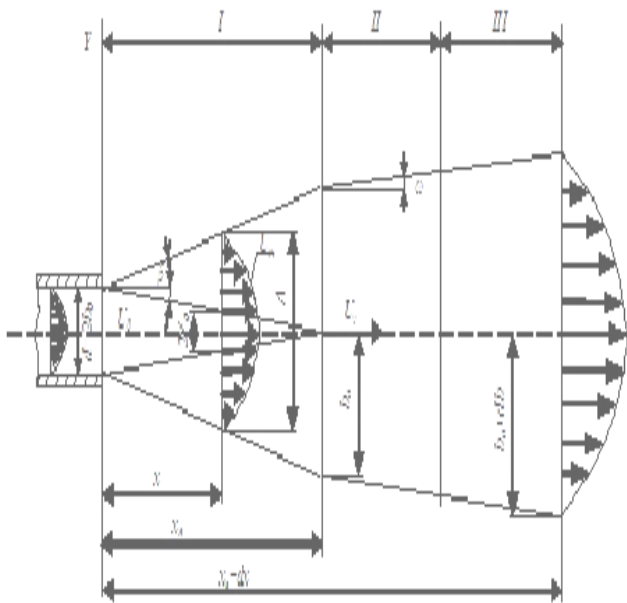
$$\int_0^1 \frac{U_x^2}{U_0^2} \cdot d\left(\frac{Y}{b_H}\right) = \int_0^1 (1 - 6 \cdot \omega^2 + 8 \cdot \omega^3 - 3 \cdot \omega^4) \cdot d\omega \quad (5)$$

bunda:  $\omega$  – chegara qatlam qalinligining yarim qalinligiga munosabati. Boshlang‘ich qismdagi oqim yo‘nalishining o‘rtacha tezligining taxminiy pasayishini soplo yo‘nalishida o‘rtacha tezlik o‘zgarishini ifoda orqali (2-rasm) baholash mumkin:

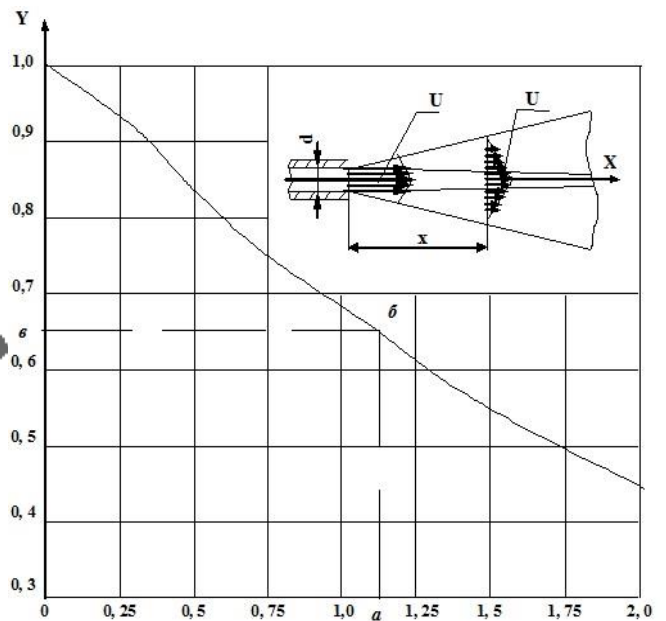
$$\int_0^1 \frac{U_H^2}{U_0^2} \cdot d\left(\frac{y}{b}\right) = \int_0^1 (1 - 6 \cdot \omega^2 + 8 \cdot \omega^3 - 3 \cdot \omega^4) \quad (6)$$

Soploning chiqish kesimidagi o‘rtacha tezlikni aniqlab, soplo kesimi yo‘nalishi yonidagi oqim o‘rtacha tezligining pasayishini aniqlash mumkin (2-rasm). Buning uchun soplo kesimigacha kerakli bo‘lgan masofa  $x$  olinadi va kalibrning qiymati aniqlanadi  $x/d_0$  (2-rasmdagi  $a$  nuqta).  $a$  nuqtadan  $U_x/U_0=f(x/d_0)$  ( $b$  nuqta) egri chizig‘i bilan kesishguncha vertikal chiziq o‘tkaziladi.  $b$  nuqtadan  $U_x/U_0$  qiymatni aniqlovchi ordinata o‘qini kesuvchi ( $v$  nuqta) gorizontal chiziq o‘tkaziladi.





1-rasm. Reaktor soplosida oqimning tarqalish trayektoriyasi: 1–potensial yadro; 2–turbulentli chegara qatlam



2-rasm. Soplo chiqish o'qi kesimidagi oqim tezligining pasayishi

b nuqtadagi qiymat x masofada erkin olingan o'rtacha tezlikning tushish koeffitsienti deb ataladi. Soplo kesimidan x masofadagi oqim tezligining absolyut qiymati bo'ladi.

Shunday qilib, soplo kesimining chiqish qismidagi o'rtacha tezlikni aniqlab, oqimning boshlang'ich qismi atrofida soplodan har qanday masofadagi oqimning o'rtacha tezligini, soplo kesimi yo'nalishi yonidagi oqim o'rtacha tezligi pasayishini aniqlash mumkin (2-rasm).

Keltirilgan hisobni oqim yo'nalishi modeliga qo'llash mumkin.

Nurlanishning yuqori zichligida erigan vanna yuzasida intensiv qizish yuz beradi va bug'lanish jarayoni boshlanadi.

Shuni aytish mumkinki, metallar uchun bug'lanish jarayoni nurlanish oqimining zichligi  $P > 10^{10} - 10^{11} \text{ Vt/m}^2$  dan katta bo'lganda boshlanadi va bug'lanish taxminan 4 ms dan keyin yuz beradi. Bunday holat taxminan energiya yutilishi yashirin issiqlik bug'lanishi  $L_s$  ga teng bo'lganda sodir bo'ladi:

$$L_s \approx \frac{P \cdot \tau}{\rho \cdot \sqrt{Q \cdot \tau}}, \quad (7)$$

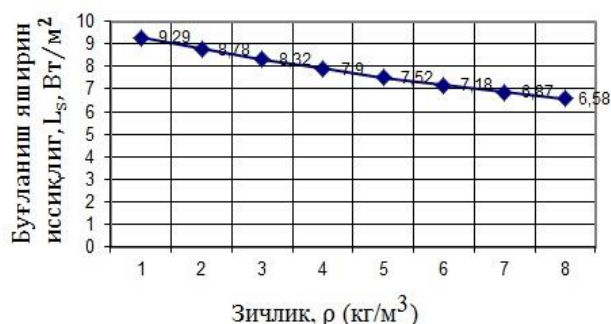
bunda: P – nurlanish quvvati,  $\rho$  – moddaning zichligi, Q – issiqlik o'tkazuvchanlik,  $\tau$  – plazma impulsining davomiyligi.



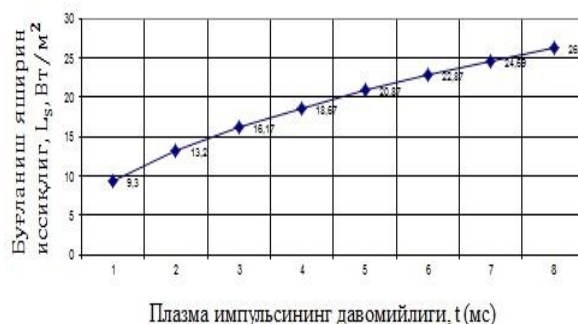
a)



b)



d)



e)

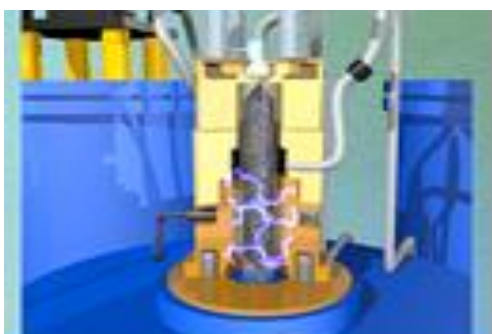
3-rasm. Yashirish nurlanish issiqligi hisobiy qiymatlarining nurlanish quvvatti (a), issiqlik oʻtkazuvchanlik (b), moddaning zichligi (d) va plazma impulsi davomiyligiga (e) bogʻliqligi

Hisoblashlar, nurlanish quvvatining ortishi (3a-rasm) plazmotron reaktorida bugʻlanish yashirin issiqligining ortishiga sezilarli taʼsir koʻrsatadi. Modda issiqlik oʻtkazuvchanligining ortishi (3b-rasm) struktura shakllanishidagi muhim energiya omili hisoblanadi va plazmotron reaktorida yashirin issiqlik bugʻlanishining asta-sekin kamayishiga olib keladi. Modda zichligining ortishi esa (3d-rasm) bugʻlanish yashirin issiqligi asta-sekin pasayishiga olib keladi. Natijada struktura shakllanish jarayonini maqsadli boshqarish imkoni tugʻiladi. Plazma impulsi davomiyligining ortishi (3e-rasm) plazmotron reaktoridagi bugʻlanish yashirin issiqligi sezilarli taʼsir koʻrsatmaydi.

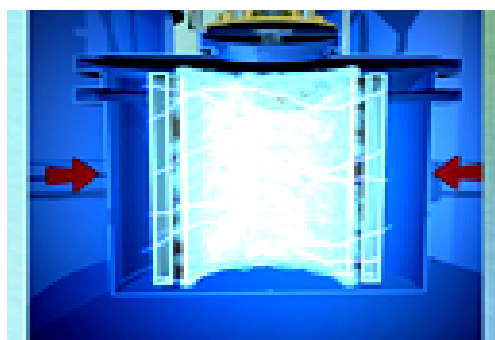
### 3. Vodород muhitida volframning nanokukunlarini olish

Volframning ultradispers kukunlaridan foydalanib, tayyorlangan asboblarni termik ishlash texnologiyasi va plazmokimyoviy reaktorning yangi konstruksiyasi keltirilgan.

Mavjud reaktorda  $d/D$  munosabat 1/10 ga teng bo'lganda plazmokiyoiviy tiklash jarayoni 0,03 sekdan ortiq davom etmaydi, bunda katta miqdordagi plazma oqimi issiqlik energiyasini tez yo'qotadi. Shu sababli ma'lum miqdordagi kukunlar tiklanmay qoladi.



a)



b)

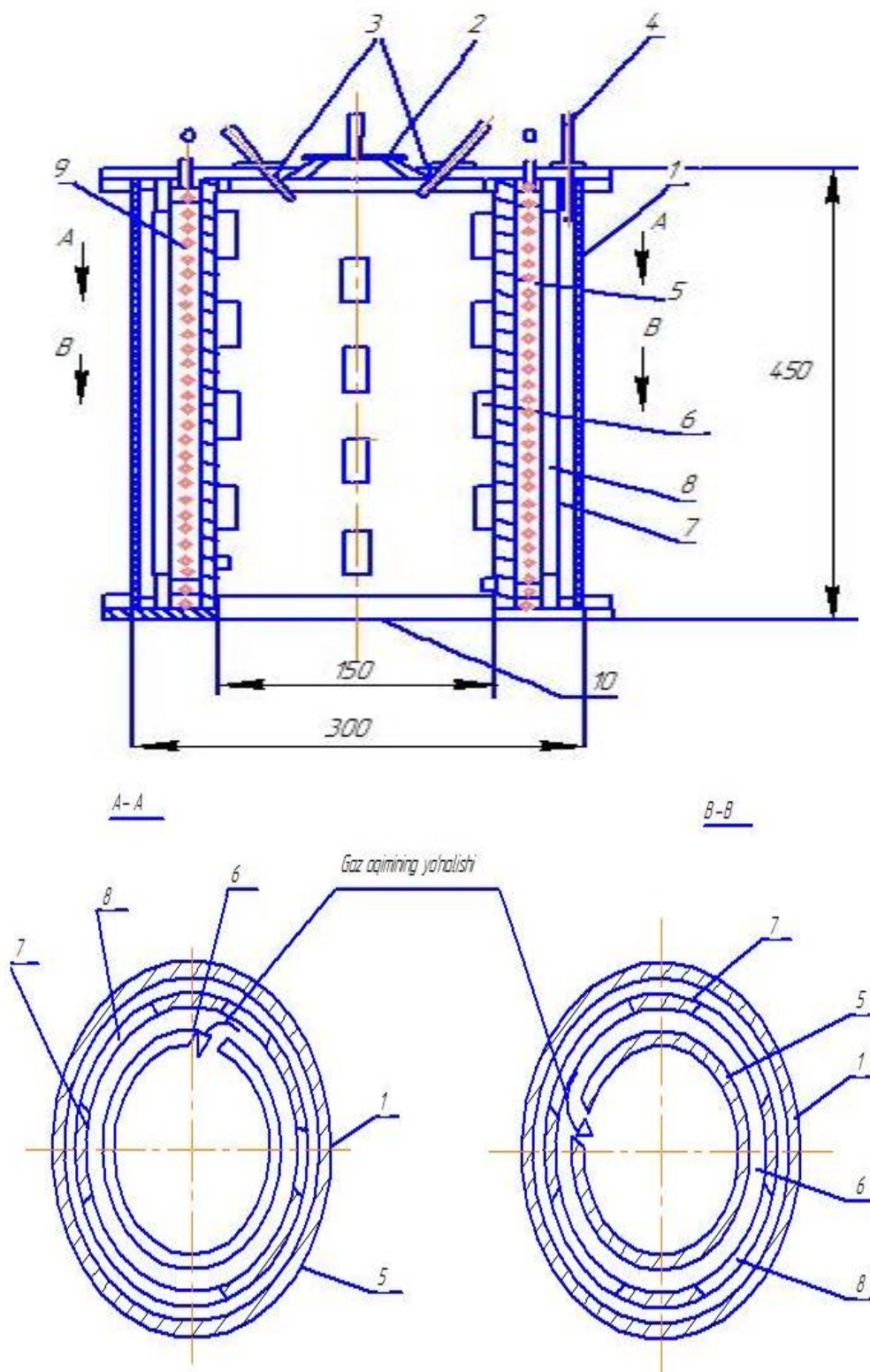
4-rasm. «PUV–300» qurilmasida sodir bo'layotgan jarayonlar:  
a-plazmogeneratoridagi plazma hosil bo'lish jarayoni; b - reaktorda sodir bo'layotgan jarayonlar

Reaksiya qismiga energiya nafaqat plazma oqimi ko'rinishida, balki yuqori haroratgacha qizdirilgan gaz reaksiya qismiga elektrokalorifer yordamida qo'shimcha oqim ko'rinishida devor qismi orqali kiritiladi.

5-rasmda plazmokimyoviy reaktorning ko'ndalang kesimi bo'yicha qirqimi keltirilgan; koaksial silindrlar, yuqoridan ko'rinishi, A-A qirqimi, koaksial silindrlar, V-V qirqimi va 1-korpusdan iborat, 2-plazmogenerator, 4-soploli forsunkalar volfram angidridini gzsimon reagenti bilan plazma oqimi reagenti qorishmasini berish uchun korpusning yuqori qismida, ichki silindr atrofida joylashtirilgan. Gzsimon reagentni korpus(1) ning devor yonidagi bo'shliqqa kiritish uchun (4) soplo mavjud.

Korpusning markaziy o'qi bo'ylab koaksial o'rnatilgan ikkita yarim silindrlar (5) va (7) o'rnatilgan. Markazda o'rnatilgan 5 silindrda, uning butun yuzasi bo'ylab gzsimon reagentni uzatish uchun shaxmat tartibida joylashtirilgan tirqish vazifasini bajaruvchi tangensial teshik(6) lar o'rnatilgan. Uslubiy ko'rsatmada qiyin eriydigan metallarning dispers kukunlarini olish uchun taklif qilingan yangi plazmokimyoviy reaktor, mavjud bo'lganlaridan, plazmokimyoviy reaktor korpusining markaziy o'qi

bo‘ylab, orasida elektrokalfifer joylashtirilgan ikkita yarim silindrlarning koaksial o‘rnatilganligi, bunda markazda o‘rnatilgan silindrning hamma yuzasida shaxmat tartibida joylashtirilgan tangensial teshiklardan tashkil topgan halqasimon soplolar qilinganligi bilan farq qiladi.



5-rasm. Yangi plazmokimyoviy reaktoringkonstruksiyasi: 1-qobiq, 2-plazmogenerator, 3-koaksial silindrlar, 4-soplo, 5,7- silindrlar, 6-teshiklar, 8-tirqish, 9-elektrokalfifer, 10- chiqish teshiklari.

Tadqiqotlarda PUV–300 sanoat qurilmasi filtrlaridan yig‘ishtirib olingan 1-jadvalda ko‘rsatilgan volframning plazmaviy kukunlaridan foydalanildi.

Plazmotronning quvvati 45-55 Vt da ushlab turildi, kaloriferning quvvati - 16-18 KVt, plazmogenerator orqali vodorod sarfi 20 m/s, kalorifer orqali 40 dan 60 m/s gacha tashkil etdi. Volfram oksidi sarfi - 6-10 kg/s. Kalorifer bilan qizdirilayotgan vodorodning harorati 1500-1600°C tashkil qildi. Shunday qilib, umumiy quvvat 75 KVtdan oshmadi, vodorodning umumiy sarfi 80 m/s ni tashkil etdi. Ayni vaqtda vodorod sarfi 75 m/s bo‘lganda, an’anaviy sxemali plazmotronning quvvati 100 KVt tashkil qiladi.

Olingan kukunlarni tadqiq qilish shuni ko‘rsatdiki, donalarning o‘rtacha o‘lchamlari kislorod va namlik bug‘lari og‘irlikning 0,5%ni tashkil qilganda Fisher bo‘yicha 0,07 - 0,09 mkm ni tashkil qildi (1-jadval).

Kukunlarni granulyasiyalash o‘z o‘qi atrofida gorizont va vertikal tekisliklarda aylanadigan qorishtirgichlarda amalga oshirildi. Qizdirish va pishirish jarayonlarini tanlash «O‘zQO‘ChMK»AJ №2 sexidagi ishlab chiqarish jihozlarida (PUV–300, SEP–214, STN–1,6) amalga oshirildi.

Yangi reaktorda volfram kukunlarini olish jarayonida reaktor tagidagi cho‘kish kamerasida deyarli kukun topilmadi, bu volfram oksidining qariyb to‘liq tiklanganligi va volframning ultradispers kukunlari filtrlarga tushganligidan dalolat beradi.

1-jadval

Plazmokimyoviy reaktorda olingan kukunlarning Fisher bo‘yicha donalar o‘lchami kislorodning og‘irlik ulushi

№ t.r.	Tanlash nuqtasi	Fisher bo‘yicha dona o‘lchami, mkm	Kislorod va nam bug‘larning og‘irlik ulushi, %
1	W plazmasi filtdan	0,08	1,5
2	W plazmasi filtdan	0,09	1,5
3	W plazmasiyoqish kamerasidan	0,09	1,5
4	W plazmasi filtdan	0,07	1,4



Volfram oksidini tiklash yo‘li bilan olingan volfram ultradispers kukunlarining elektron-mikroskopik suratlari (6a-rasm) ultradispers zarrachalarning sferasimon shakli volframning katta zarralari uchun xarakterli emasligini ko‘rsatdi.

Shunday holatlar ham sodir bo‘ladiki, agar maxsus choralar ko‘rilmasa, UDKlarga har xil elektr, dispersiya, magnit kuchlari ta‘sirida konglomeratlar hosil bo‘ladi (6b – rasm).



a)

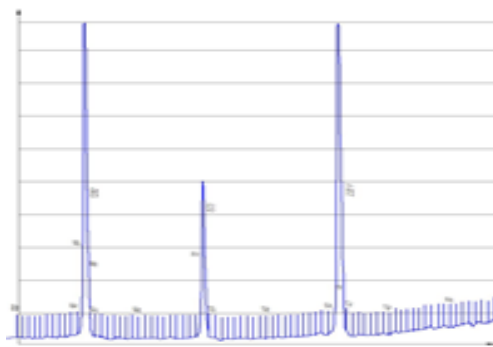
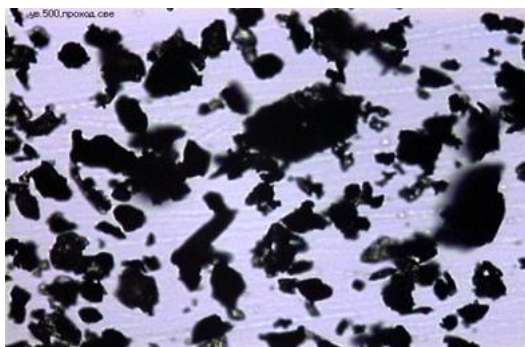


b)

6- rasm. Volfram ultradispers kukunlarining sferasimon shakldagi (a) va konglomeratlar (b) shakllanishining elektron–mikroskopik ko‘rinishi (x100000)

Konglomeratlarning mustahkamligi alohida holatlarda shunchalik yuqoriki, ularni zamonaviy maydalagichlar (disperegatorlar)dan foydalanib ham dastlabki holatiga qaytarib bo‘lmaydi. Bu kutilmagan holatga olib keladi, ya’ni qimmatbaho materialdan qayta foydalanib bo‘lmaydi.

Ultradispers zarrachalarning morfologiyasi (7–rasm), vodorod-plazmaviy tiklash yo‘li bilan olingan volframning ultradispers kukunlari ikki komponentli  $\alpha$ -W va  $\beta$ -W sistemadan tashkil topgan. Berilgan kukun yetarlicha mayda donali bo‘lib, ksenomorfizm yaqqol ko‘zga tashlanadigan shaklsiz strukturaga ega. Difragtogramma tahlili atom tekisliklari orasidagi qiymatlar berilgan kukunning toza volframga tegishli ekanligini ko‘rsatdi (8–rasm).



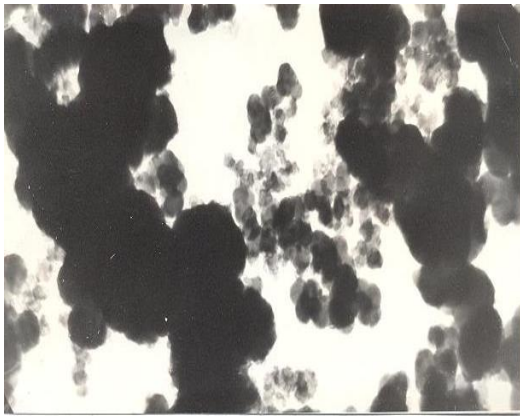
7–rasm. Volfram karbidi ultradispers kukunlari morfologiya va strukturasi (x50000)

8–rasm. Volfram metalli kukuni difraktogrammasi

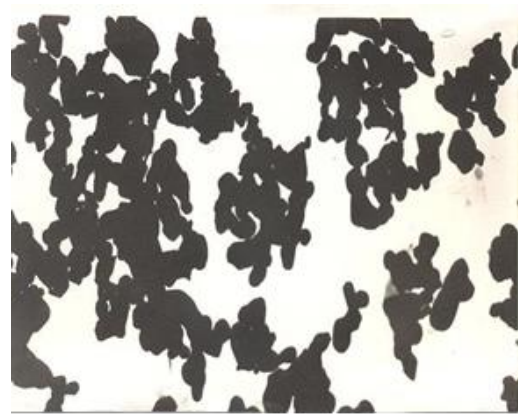
Volfram karbidi kukunining standart va tiklangan ultradispers kukunlari asosidagi elektron–mikroskopik ko‘rinishlari (9–rasm) keltirilgan. Mikrostrukturadan ko‘rinib turibdiki, standart namunalardagi kabi konglomeratlar hosil qilmasdan deyarli bir tekis mayda donali struktura hosil qiladi.

Plazmaning turbulent qismida sodir bo‘ladigan o‘ta to‘yingan lokal fluktasion o‘zgarishlar, haroratning yuqori gradiyenti (103grad/m), reaksiyalarning katta tezlik va jarayonlarning tez borishi ( $10^{-2}$ – $10^{-3}$  s) kristallar o‘shining nomuvozanat sharoitlarini keltirib chiqaradi. Shu sababli kristallarning shakli mavjud bo‘lgan plazmokimyoviy reaktorlarda olinganlaridan farq qiladi.

Volfram kukunidagi kislorod miqdorini kamaytirish (passivasiya) uchun mahsulotni reaktorning o‘zida o‘rnatilgan grafitli yoki metall matoli filtrlarda tutib qolish taklif qilindi. Bu usul ma’lum muddatgacha kukun o‘z-o‘zidan alanganib ketishini xavfsizligini taminladi, ammo yuqori haroratlarda (800–1000<sup>0</sup>C) uning suv bug‘lari bilan ta’sirlashishi ro‘y berdi. Dastlab xomashyoni 5–10 min oraliqda to‘xtatib turish jarayoni sinab ko‘rildi. Bu oraliqda filtdagi mahsulot quruq vodorod oqimida termopassivlanadi. Kukun tarkibidagi kislorod miqdori dastlabki 10–20 kun davomida 2–2,65 % gacha yetadi va boshqa o‘zgarmasdan qoladi.



a)



b)

9 - rasm. Volfram karbidi kukunining standart (a) va tiklangan ultradispers kukunlari (b) asosidagi elektron-mikroskopik ko‘rinishlari (kattalashtirish x50000)

Passivasiyalashning ikkinchi usuli xomashyo bilan birgalikda uglevodorodlarni kiritish bilan ishchi bo‘shliqqa yuborilayotgan gazni benzin orqali purkashusuli taklif etildi. Bu usul yaxshi natija berdi. Natijada WS kukunining yonib ketmasligi ta‘minlandi. Bajarilgan tadqiqotlar natijasida standart qotishmalardan farq qiladigan mayda donali strukturaga ega bo‘lgan qotishma ishlab chiqildi. WS donalari hajmida o‘lchamlari 100 nm gacha bo‘lgan faza 80–85% ni tashkil qiladi, BK10–M– qotishmalarida 65–75%. WS– faza donalarining o‘rtacha o‘lchamlari 110 nm ni, BK10–M– qotishmasida esa 130–150 nmni tashkil qiladi.

Mavjud qotishmalarga nisbatan olingan qotishma mayda donali tuzilishga ega va yuqori ko‘ndalang egilish mustahkamligiga ega. Bunday natijaga WS – fazani maydalash, kobalt va karbid fazalar xossalarini o‘zgartirish natijasida erishildi. Mayda donali strukturaga ega qotishma yuqori fizik hamda mexanik xossalarga ega bo‘ladi va yuqori ishlash xossalarini ta‘minlaydi. Qiyin ishlov beriladigan materiallarning laboratoriya sinovlari BK10M qotishmasiga qaraganda taklif etilayotgan qotishmaning turg‘unligi 1,5–3,0 yuqori ekanligini ko‘rsatdi.

Diffuzion jarayonlarni xisoblash. Diffuzion jarayonlarning nazariy analizi differentsial tenglamalarni echishga asoslanadi:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \cdot \left( \frac{\partial^2 C}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial Y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial Z^2} \right) = D \cdot \nabla^2 C \quad (8)$$

Diffuzion qatlamning qalinligi asosiy qatlam diametral qalinligidan bir necha barobar kichikligi sababli (8) tenglamaning echilishi bir o‘lchamli



masala ko‘rinishiga olib kelinadi. Diffuzion massa ko‘chishi sodir bo‘ladigan yuzani to‘g‘ri to‘rtburchak shaklidagi tekislik ko‘rinishida tasavvur qilinadi. Bunda massa to‘plami yarimcheksiz jismning ichkarisiga qarab yo‘naladi. To‘g‘ri chiziqli variantda jarayonning temperaturasi va diffuziya koeffitsienti vaqt birligi ichida doimiydir. Differentsial tenglamaning echimi diffuziyalanayotgan elementning yarimcheksiz jism ichkarisi bo‘ylab jarayonning vaqtiga  $S(X, t)$  bog‘liq xolda konsentratsiyasining o‘zgarishi qonunini topishga yo‘naltiriladi.

Diffuzion masalalarni echishning asosiy variantlarini ko‘rib chiqamiz.

Diffuziantining boshlang‘ich konsentratsiyasi  $C(X, 0) = 0$  nolga teng bo‘lgan yarim cheksiz namunaga boshqa yarim cheklangan boshlang‘ich konsentratsiyasi  $C_0$  ga teng bo‘lgan namunadan diffuziya jarayoni sodir bo‘lmoqda. Masalaning echimi quyidagicha:

$$C(X, t) = \frac{C_0}{2} \left[ 1 - \operatorname{erf} \left( \frac{X}{2\sqrt{Dt}} \right) \right] \quad (9)$$

Boshlang‘ich konsentratsiyasi nolga teng bo‘lgan namunaga, vaqtga bog‘liq bo‘lmagan, ya‘ni  $C(0, t) = C_0$  bo‘lgan konsentratsiya ushlab turiladigan ( $X = 0$ ) yuza orqali diffuziya jarayoni sodir bo‘ladi. Diffuziyalanayotgan element konsentratsiyaning tarqalish qonunini quyidagi ifoda yordamida ifodalanadi:

$$C(X, t) = C_0 \left[ 1 - \operatorname{erf} \left( \frac{X}{2\sqrt{Dt}} \right) \right] \quad (10)$$

Teskari vazifaning muqobil echimi, ya‘ni legirlovchi elementning berilgan konsentratsiyasida berilgan chuqurlikda ( $\theta$  va  $X$ ) yuza qatlamlariga nisbatan temperatura va jarayonning davomiyligini diffuziya sodir bo‘lish jarayonida aniqlanadi.

## 4.KURS ISHINI BAJARISH BO‘YICHA INDIVIDUAL TOPSHIRIQ VARIANTLARI

### Topshiriq № 1

Variant №	Topshiriq
1	O‘tuvchi (проходной) kesgichlar plastinkalarini volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish xarakteristikalarini
2	Ajratib olinadigan (отрезной) kesgichlar plastinkalarini volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish
3	Pastki kesilgan (подрезной) kesgichlar plastinkalarini volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish
4	Nostandart (самодельный) kesgichlar plastinkalarini volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish
5	Charxlanadigan (расточный) kesgichlar plastinkalarini volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish
6	To‘g‘ri (прямой) kesgichlar plastinkalarini volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish
7	Yuqori aniqlikda ishlov beruvchi (чистовой) kesgichlar plastinkalarini volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish
8	Mexanik qotiriladigan kesgichlar plastinkalarini volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish

### Topshiriq № 2

Variant №	Topshiriq
1	Charxlanmaydigan qattiq qotishmali plastinkalarni volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish
2	Charxlanadigan qattiq qotishmali plastinkalarni volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish
3	O‘ta qattiq materiallarni olishda ishlatiladigan matrisani volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish
4	O‘ta qattiq materiallarni olishda ishlatiladigan tezkesar po‘latdan tayyorlangan matrisani volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish
5	Bandaj jo‘valari halqasini volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish
6	Qattiq qotishmali rolidlarni volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish
7	Press-qolipni volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish
8	Qattiq qotishmali filerni volfram nanokukunlari asosida ishlab chiqish

## **Adabiyotlar ro‘yxati.**

1. Каллистер У, Ретвич Д. Материаловедение от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры) / Пер. С англ. под ред. Малкина А.Я., СПб. Научные основы технологии 2011-896 с.
2. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов. Учебник для вузов. – М.: МИМИС, 1998.-400 с.
3. Нурмуродов С.Д., Норкулов А.А. Теплофизические основы структурообразования в литых биметаллических композитах. Монография. –Ташкент: Фан ва технология, 2010.-160 с.
4. Nurmurodov S.D., Rasulov A.X., Bakhadirov K.G. Materialshunoslik va konstrukcion materiallar texnologiyasi T.: Fan va texnologiya, 2015.- 240b.
5. Nurmurodov S.D., Rasulov A.X., Bakhadirov K.G. Konstrukcion materiallar texnologiyasi T.: Fan va texnologiya-2015, 272 b.
6. Нурмуродов С.Д., Расулов А.Х. Создание конструкционных материалов с использованием ультрадисперсных порошков вольфрама: Монография - Ташкент, ТашГТУ - 2015. 168 с.
7. Salokhiddin D. Nurmurodov, Alisher K. Rasulov, Nodir D. Turahadjaev, Kudratkhon G. Bakhadirov. Procedure-Technique for New Type Plasma Chemical Reactor Thermo-physical Calculations. American Journal of Materials Engineering and Technology Vol. 3, No. 3, 2015, pp. 58-62.

## MUNDARIJA

Kirish.....	3
1. PUV–300 vodorod plazmaviy tiklash qurilmasi.....	5
2. Volframning ultradispers kukunlari asosida konstruksion materiallar yaratishning nazariy va texnologik asoslari.....	6
3. Vodorod muhitida volframning nanokukunlarini olish.....	11
4. Kurs ishini bajarish bo'yicha individual topshiriq variantlari.....	18
Adabiyotlar ro'yxati .....	19

Muharrir: Miryusupova Z.M.