UDK *620.178.151.6.*

BOSIM BILAN ISHLANGAN METALL OXION INVERSIO OX.2653 PLMI MARKALI INVERTORLI METALLOGRAFIK MIKROSKOPDA MIKROSTRUKTURA TAHLILINI BAJARISHNI TADQIQ ETISH.

Arabbayeva Firyuza Uchqunovna

Andijon davlat texnika instituti "Materialshunoslik" kafedrasi katta o'qituvchisi.

Tel. (+99891) 482-23-40

Annotatsiya. Maqolada bosim bilan ishlangan metall Oxion Inversio Ox.2653 PLMI markali invertorli metallografik mikroskopda mikrostruktura tahlilini bajarishni tadqiq etishni asosiy omillari ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: Bosim, metal, plastik deformatsiya, mexanik xossalari, quyma po'lat, rangli qotishmalar, artilleriya vositasi, traktor, kombayn, samolyotlar, monokristall, polikristall, donlar, don chegaralari, prokat, cho'zish, bolg'alash, hajmiy shtamplash, listli shtamplash.

Abstract. The article considers the main factors of the study of microstructure analysis of pressure-treated metal using an inverter metallographic microscope Oxion Inversio Ox.2653 PLMI.

Keywords: Pressure, metal, plastic deformation, mechanical properties, cast steel, non-ferrous alloys, artillery, tractor, combine, aircraft, single crystal, polycrystal, grains, grain boundaries, rolling, stretching, hammering, volumetric stamping, sheet stamping.

Аннотация. В статье рассматриваются основные факторы исследования микроструктуры металла, подвергнутого обработке под давлением, с использованием инверторного металлографического микроскопа Oxion Inversio Ox.2653 PLMI.

Ключевые слова: Давление, металл, пластическая деформация, механические свойства, литая сталь, цветные сплавы, артиллерия, трактор, комбайн, самолет, монокристалл, поликристалл, зерна, границы зерен, прокатка, растяжение, ковка, объемная штамповка, листовая штамповка.

Kirish.

Ma'lumki metallni shakllantirish (MP) - bu kuchli asbob yordamida metallni deformatsiya qilish orqali blankalar yoki qismlarni ishlab chiqarishning texnologik jarayoni bo'lib, mashinasozlik ishlab chiqarishda judayam muhim. Qayta ishlanayotgan metallning alohida qismlarining nisbiy siljishi tufayli, uning uzluksizligini yoki umumiy hajmini buzmasdan, faqat blankaning shakli o'zgaradi. MMP metall yuzalar uchun pardozlash operatsiyasi sifatida ham ishlatilishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Plastik deformatsiya jarayonida metallning tuzilishi o‘zgaradi va uning mexanik xossalari ortadi, shuning uchun turli tuzilmalarning eng og‘ir yuklangan detallarini bosim bilan ishlov berish orqali olinadi.

Ishlab chiqarishda barcha quyma po‘latning qariyb 90% va rangli qotishmalarning qariyb yarimi bosim bilan ishlanmoqda. Artilleriya vositasi, traktor, kombayn, samolyotlarning vaznidan 60% dan 80% gacha shtamplangan va bolg‘alangan detallari tashkil etadi.

Fizik mohiyati jihatdan metallarni bosim bilan ishlov berish ishlash plastik deformatsiya jarayoni hisoblanadi. Monokristallning plastik deformatsiyasi siljish (sirpanish) yo‘li bilan, yo‘nalish ikkiga ajralish yo‘li bilan yuz beradi.

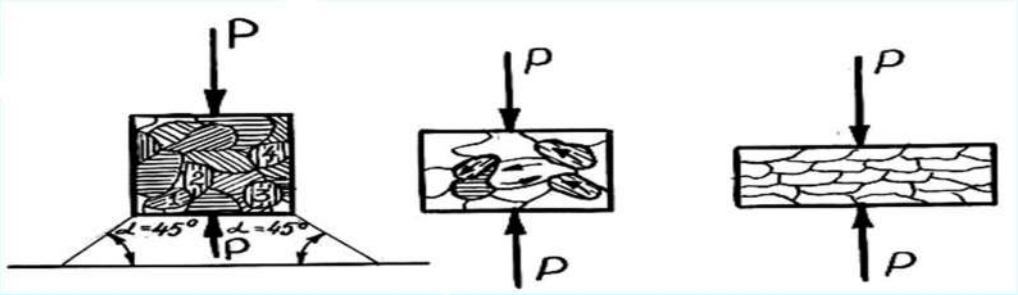
Polikristallarni plastik deformatsiyalash mexanizmi ancha murakkab. Bu holat polikristallarda donning shakli va hajmi jihatidan bir-biridan farq qilishi, bir xil bo‘lmagan fizik-mexanik xossalarga ega bo‘lishi va deformatsiyalanuvchi yuklanishga nisbatan tekislik va siljish yo‘nalishlarining turli yo‘nalishlari bilan izohlanadi.

Polikristalli jismlarning ikki turi farqlanadi:

• donlar bo‘yicha – kristallar ichidagi;

•don chegaralari bo‘yicha- kristallar aro.

Birinchisi, alohida monokristallda kabi siljish yoli ikkiga bo‘linish bilan, ikkinchisi esa donlarni bir biriga nisbatan burish va ko‘chirish yo‘li bilan o‘tadi. Deformatsiyaning ikkala turi ham polikristall jismlarda bir vaqtning o‘zida oqib chiqadi (10.1-rasm).



a *b* *v*

1-rasm - Polikristallarda plastik deformatsiyaning rivojlanish sxemasi

Polikristallidagidonalarsiljishtekisliklariningturliyo‘nalishlarigaegabo‘lganligisabablitashqikuchlarta’siridaplastikdeformatsiyabarchadonalardabirvaqtningo‘zidaboshlanmaydi. Birinchidan, eng qulay yo‘naltirilgan donalar deformatsiyalanadi, ya’ni kesish tekisliklari kuch yo‘nalishiga nisbatan 450 burchak ostida joylashgan donalar (1-rasm, a, 1, 2, 3, 4). Shu bilan birga, siljish tekisliklari kamayib boruvchi burchakka aylanadilar va siljish jarayoni bir xil tekisliklar bo‘ylab davom etishi uchun kattaroq yuk kerak bo‘ladi. Qolgan donalar qo‘llaniladigan yuk o‘qqa 450 burchak ostida kesish tekisliklari tomonidan kuchlar

ISSN 3030-3907

momentlarining paydo bo‘lishi natijasida aylanadi. Aylanishdan keyin ular deformatsiyalanadi (1-rasm, b).

Plastik deformatsiya natijasida donalarning shakli o‘zgaradi. Donalar deformatsiya yo‘nalishi bo‘yicha cho‘zilgan va kristall panjaralarning bir xil yo‘nalishidagi tuzilishga ega bo‘lgan tolali tuzilishga ega bo‘ladi (1-rasm, v).

Metallning plastik deformatsiyasi sovuqlayn hamda issiqlayn bosim bilan ishlov berishda ham sodir bo‘ladi.

Tashqi kuch P ortishi bilan don zarralarining izchil siljishi sodir bo‘ladi. Don zarralarining siljishi bilan bir qatorda, donachaning siljigan qismlarining aylanishi sirpanish tekisligi va P kuch yo‘nalishi orasidagi burchakni kamaytirish yo‘nalishida sodir bo‘ladi. Bu aylanishning qo‘shni donlar tomonidan donning erkin siljishiga to‘sqinlik borligi bilan izohlanadi. Siljish tekisliklarning harakati va aylanishi natijasida don asta-sekin P kuch yo‘nalishi bo‘yicha cho‘zilib boradi va metall xossalarning anizotropiyasiga ega bo‘lgan tolali tuzilishga otadi (10-rasm, v).

Sovuqlayin MBIB paytida metall intensiv ravishda puxtalanadi (qattiqlashadi) va uning egiluvchanligini yo‘qotiladi. Agar bosim bilan ishlov berishni davom ettirish zarur bo‘lsa, ishlov beriladigan qism qizdiriladi. Sovuqlayin deformatsiya natijasida olingan mahsulotlar yuqori puxtalik xossalari (qattiqlashishi tufayli), aniq o‘lchamlar va silliq sirt bilan ajralib turadi. Biroq, faqat juda plastik materiallar shu tarzda qayta ishlanishi mumkin. Sovuqlayin BIIB odatda yupqa listlarni prokatlashda va juvalashda hamda shtamplashda ishlatiladi.

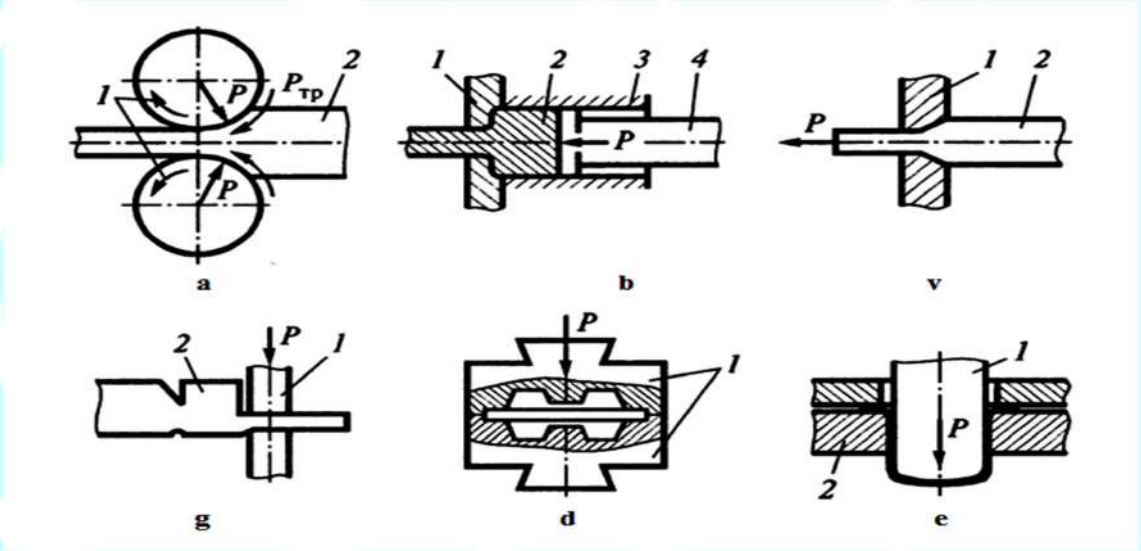
Issiqlayin MBIB qayta kristallanish haroratidan yuqori haroratlarda amalga oshiriladi. Bunday holda, deformatsiyaning puxtalashishi (qattiqlashish) butunlay olib tashlanadi, metall teng oqli tuzilishga ega bo‘ladi va tolali struktura saqlanib qoladi. Metall qanchalik ko‘p qizdirilsa, uning egiluvchanligi shunchalik yuqori bo‘ladi va deformatsiyaga chidamliligi past bo‘ladi (uglerodli po‘lat uchun 10-15 marta). Shu bilan birga, solidus chizig’i yaqinida kuzatiladigan haddan tashqari yonish (don chegaralari bo‘ylab oksidlanish)ga yo‘l qo‘ymaslik kerak.

Metallni bosim bilan ishlov berishning asosiy usullari (2-rasm) quyidagilardan iborat: prokat, cho‘zish, bolg‘alash, hajmiy shtamplash, listli shtamplash, shuningdek, ba’zi bir maxsus jarayonlar, masalan, plastik deformatsiyalar bilan pardozlash va puxtalashtiruvchi ishlov berish.

Faqat plastik metallar va qotishmalar metall bosim bilan ishlov berishga (MBIB) mos keladi, mo‘rt metallar (masalan, marganes, cho‘yan) plastik deformatsiyalanmaydi va shuning uchun ularga MBIB qo‘llanilmaydi. Metalllarning va qotishmalarning plastikligi qizdirilganda ortadi. Shuning uchun ba’zi metallar va qotishmalar (masalan, qo‘rg‘oshin, alyuminiy, bir fazali latun) odatda sovuq holatda, boshqalari (masalan, po‘lat) - ham sovuq, ham issiq holatda

ISSN 3030-3907

bosim bilan ishlov berish ta’siriga uchraydi. Metallarni bosim bilan ishlov berish vaqtida to‘qimalarda mavjud bo‘lgan mikroyoriqlar, teshiklar va gaz cho‘kmalarining ko‘pchiligi payvandlanadi.



2-rasm. Metallni shakllantirishning asosiy turlari sxemalari: a – prokatlash; b - presslash; v - juvalash; g - erkin bolg‘alash; d – hajmli shtamplash; e - listli shtamplash

Natijada, metallarning zichligi oshadi, ularning tuzilishi ham yaxshilanadi va millimetrning yuzdan o‘ndan bir qismigacha bo‘lgan kristalli o‘lchamlari bilan mayda donli holatga o‘tadi, buning natijasida mexanik xususiyatlar sezilarli darajada yaxshilanadi.

Bunday holda, mexanik, magnit va elektr xossalarga ega aniq anizotropiyasiga ega bo‘lgan tolali struktura hosil bo‘ladi.

Mexanik ishlov berilishi davom ettiradigan, bosim bilan ishlov berilgan tayyorlamalar bolgalangan tayyorlamalar deb nomlanadi.

Metallarning plastikligi qizdirilganda ortib borishi sababli, po‘lat quyma va deformatsiyalanishi qiyin, past plastikli metallar va qotishmalar uchun issiqlayin bosim bilan ishlov berish maqsadga muvofiqdir. Lekin issiqlayin bosim bilan ishlov berish oksidlanish jarayonlari kuchliroq sodir bo‘ladi, buning natijasida zarblangan tayyorlamani sirtini sifati va o‘lchov aniqligi sovuqlayin bosim bilan ishlov berish ko‘ra yomonroq bo‘ladi.

TADQIQOT USULLARI. Bosim bilan ishlangan metall Oxion Inversio OX.2653 PLMmi markali invertorli metallografik mikroskopda mikrostruktura tahlilini bajarishni tadqiq etishda Oxion Inversio OX.2653 PLMi markali invertorli metallografik mikroskopni rostligini tekshiriladi. Bosim bilan ishlov berilmagan metall namunalarning Oxion Inversio OX.2653 PLMi markali invertorli metallografik mikroskopda mikrotuzilishlari o‘rganiladi. Bosim bilan ishlov berilgan metall namunalarning Oxion Inversio OX.2653

ISSN 3030-3907

PLMi markali invertorli metallografik mikroskopda mikrotuzilishini o‘rganiladi va olingan natijalar bo‘yicha ishning hisobot shakllantiriladi.

NATIJALAR. **Metallning tuzilishiga bosim bilan ishlov berishning ta’siri.** Har bir metallda, aniq belgilangan maksimal plastik deformatsiya bilan mikroyoriqlar va mikroteshiklar paydo bo‘lib, ular rivojlanishi va o‘sishi uning parchalanishiga olib keladi. Bu deformatsiya metallning plastikligini xarakterlaydi va turli deformatsiya sharoitlarida sinovdan o‘tkazish yo‘li bilan aniqlanadi. Qizdirilganda metallning plastikligi ortadi, deformatsiyaga chidamliligi pasayadi. Bu plastik deformatsiya jarayonida puxtalanish (qattiqlashuv) bilan bir qatorda yumshatilish, ya’ni plastikligini tiklash kuzatilishi bilan izohlanadi.Bu ikki jarayonning tezligi nisbatiga qarab, sovuq, to‘liq bo‘lmagan issiq va issiq deformatsiyalar farqlanadi.

Metallarga BIB turlarining tasnifi ularni maqsadidan kelib chiqib, metallarga BIB jarayonlari maqsadiga ko‘ra ikki turga bo‘linadi:

- uzunligi bo‘ylab doimiy kesmaning tayyorlamalarni olish (chiviqlar, simlar, tasma, listlar va boshqa profillar)- prokat, presslash va cho‘zish;
- tayyor mahsulotga shakli va o‘lchamiga yaqin bo‘lgan tayyorlanma olish- asosiy turlari bolg‘alash va shtamplashdir.

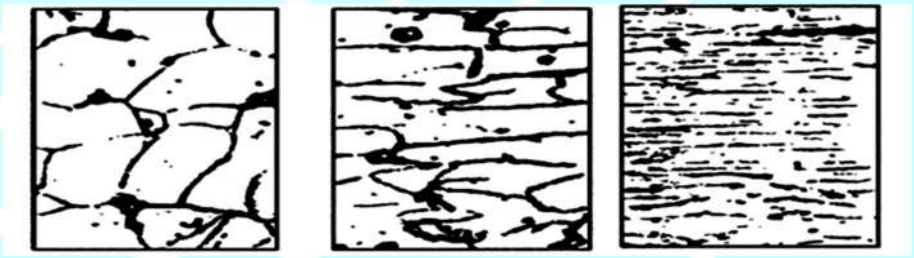
Sovuqlayn bosim bilan ishlov berish. Sovuqlayn deformatsiya metallning to‘la hajmi bo‘yicha puxtalanishi bilan birga sodir etiladi, chunki yumshatilish jarayonlari (qayta kristallanish, tiklanish) sodir bo‘lishga ulgurmay qoladi.

Sovuqlayin BIIB paytida plastik deformatsiya natijasida donalar (va ulardagi bloklar) metallning eng katta oqimi yo‘nalishi bo‘yicha eziladi va cho‘ziladi (10.3-rasm, a-b) va kristall panjara o‘zgaradi (deformatsiyalangan), unda nuqsonlar ortadi - dislokatsiya zichligi va bo‘sh o‘rinlarni konsentratsiyasi oshiradi. Sovuq qattiqlashish deb nomlanuvchi, metallning puxtalanishi sodir bo‘ladi. Puxtalanish har doim sovuqlayn MBIB paytida hosil bo‘ladi.

Puxtalanish metallarning qattiqligi va uzilishga mustahkamligini $\sigma_в$ oshiradi, lekin uzilishgacha nisbiy cho‘zilishni δ (egiluvchanlik) va qayishqoqlikni kamaytiradi va nisbiy o‘tkazuvchanligini γ va korroziyaga chidamliligini biroz pasaytiradi.

Metallni keyingi deformatsiyalar paytida parchalanishiga yo‘l qo‘ymaslik uchun mexanik deformatsiyaning ma’lum bir bosqichida puxtalanish qayta kristallanishli qizdirishi bilan olib tashlanadi. Po‘lat 550^0C va undan yuqori haroratlarda qizdirilganda, deformatsiya natijasida cho‘zilgan donalar teng o‘qli bo‘lib qoladi. Ular (va ulardagi bloklar) kattalashadi, bir vaqtda ichki kuchlanishlar kamayadi va kristall panjara sezilarli darajada tekislanadi. Natijada nisbiy elektr o‘tkazuvchanligi φ hamda qattiqlik va uzilishga mustahkamlik chegarasi bir oz pasayishi bilan plastiklik ortadi (4-rasm).

ISSN 3030-3907



a *b* *v*

Rasm 3 Po‘latning tuzilishi va mexanik xossalari (C = 0,09%) deformatsiya (siqilish) darajasiga qarab φ, %: a - deformatsiyadan oldin; b – *φ = 35 %; v – φ = 90 %.*

Qayta kristallanishli qizdirilish dislokatsiya zichligini kamaytiradi (10^{10}–10^{12} sm^{-2} dan 10^{6}–10^{8} sm^{-2} gacha). Uglerodli po‘latning qayta kristallanishli qizdirish harorati $T_{q.rek}$ ning tarkibiga bog’liq va $T_{q.rek} \sim 650$–700^0 Cdir.

Mis uchun $T_{q.kris}$ning eng yaxshi harorati taxminan 500-700^0C (sezilarli qizdirish boshlanishining harorati ~ 200^0C), alyuminiy uchun $T_{q.kris}$ning = 330-370^0C (sezilarli qizdirishning boshlanishi -150^0C)).

Umuman olganda, metallar uchun $T_{er} = 0{,}4T_{q.kris.}$ Qizdirish harorati va vaqti, deformatsiya darajasi φ, metallning tabiati va boshqalarga qarab, don olchami yoki oshishi mumkin. Don o‘lchamining kamayishi bilan mexanik xususiyatlar sezilarli darajada yaxshilanadi, lekin *p* ortadi. Elektrotexnik po‘latlarini va texnik temirning donlari o‘lchamlari ortishida, magnit xossalari yaxshilanadi.

To‘liq bo‘lmagan issiq deformatsiya bilan o‘zgargan kristall strukturaning qisman tiklanishi va metalldagi qoldiq kuchlanishlarning kamayishi sodir bo‘ladi.

Ular $T_{q.kris} = (0{,}25...0{,}3)\ T_{er}$ temperaturasida kuzatiladi, bu erda T_{er} metallning erish harorati. To‘liq bo‘lmagan issiq plastik deformatsiya bilan metall sovuq deformatsiyaga qaraganda kamroq darajada puxtalanadi hamda chiziqli va tolali tuzilishga ega bo‘ladi.

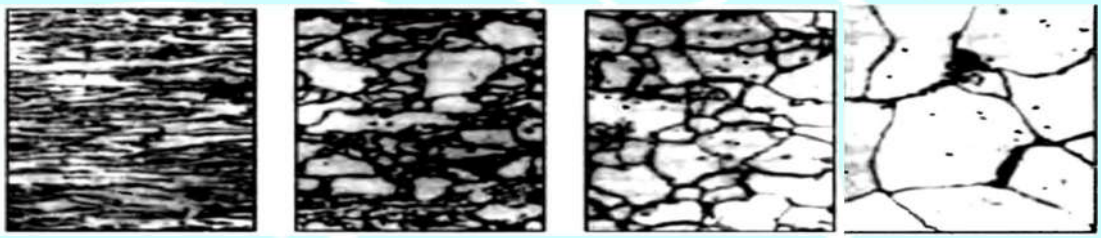
Issiqlayin bosim bilan ishlov berish.Issiq deformatsiyasi- o‘zgarmagan kristall tuzilishga ega bo‘lgan yangi teng o‘qli donalarning hosil bo‘lishi va o‘sishida hamda metallning butun hajmida qayta kristallanish sodir bo‘lishida deformatsiya va qayta kristallanish tezligi o‘rtasidagi ma’lum nisbat bilan tavsiflanadi.

Qayta kristallanish chiziq tuzilishini va deformatsiyalangan metallning puxtalanishini butunlay yo‘q qiladi. Sof metallar uchun $T_{q.krisr.} > 0{,}47\ T_{er}$ haroratda sodir bo‘ladi.

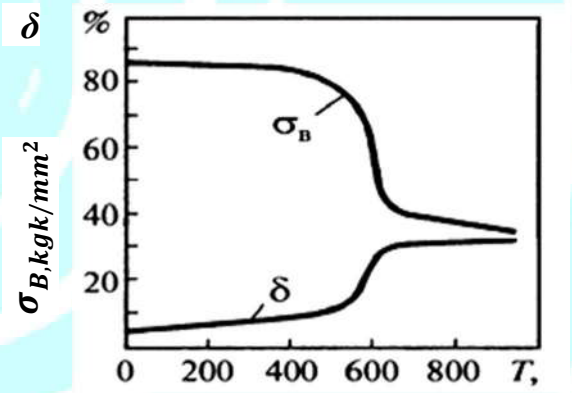
Issiqlayn bosim bilan ishlov berish odatda (0,7-0,75) T_{er} ga teng bo‘lgan T $>\mathbf{T_{q.qris}}$ haroratda amalga oshiriladi. Bu haroratda qayta kristallanish deformatsiya bilan bir vaqtda sodir bo‘ladi, shuning uchun puxtalanishi sodir etilmaydi. Issiqlayn bosim bilan ishlov berish vaqtida donlar va ular orasida joylashgan metall

ISSN 3030-3907

bo‘lmagan qo‘shimchalar (sovuqlayin bosim bilan ishlov berish davridagi kabi) cho‘ziladi va metall tola tuzilishga o‘tadi (4-rasm).



a b v g



d

4- rasm, Siqilishi = 90% va tarkibida 0,09% uglerodli po‘latni **sovuqlayin bosim bilan ishlov berilishini po‘latning tuzilishi va mexanik xossalarini qizdirish haroratiga bog‘likligiga ko‘ra: a - 550^0C, b - 600^0C, v - 650^0C, g - 800^0C (qizdirish vaqti 1 soat); d – uzilishga mustaxhamlikc hegarasini $\sigma_B$va uzilishdan oldingi nisbiy cho‘zilish $\delta_n$ning qizdirish haroratiga bog‘liqligi**

XULOSA.

Bosim bilan ishlangan metall Oxion Inversio OX.2653 PLMi markali invertorli metallografik mikroskopda mikrostruktura tahlilini bajarish metallarda sodir etilgan o‘zgarishlar organiladi hamda bosim bilan ishlov berilmagan metall namunalarning va bosim bilan ishlov berilgan metall namunalarning Oxion Inversio OX.2653 PLMi markali invertorli metallografik mikroskopda o‘rganish bo‘yicha konikma hosil boladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. “O‘zbekiston Respublikasi Oliy Ta’lim Tizimini 2030-yilgacha Rivojlantirish Konsepsiyasini Tasdiqlash Tto‘g‘risida” O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 08.10.2019 yildagi PF-5847-son Farmoni.

2. F.U.Arabbayeva. “Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlari uchun O‘quv qo‘llanma. Omadbek print Number one. Andijon-2024.

3. Arabbayeva Firyuza Uchkunovna. Konstruksion materiallarning thbrv-187.5dx tipidagi qattiqlikni o‘lchash asbobida qattiqligini brinell usulida tadqiq etish. Development of science. Ilmiy jurnal. Aprel 2025/4 Volume 3.

ISSN 3030-3907

4. Arabbayeva Firyuza Uchkunovna. Oxion Inversio OX.2653 PLMi markali invertorli metallografik mikroskopda cho‘yanlarni mikrostrukturalarining tahlilini tadqiq etish. Development of science. Ilmiy jurnal. Avgust. 2025/8 Volume 1.

ISSN 3030-3907