

**PICHOQCHILIK TEXNOLOGIYASI: O'ZBEKISTON
HUNARMANDCHILIGIDA 3D TEMIRCHILIK IMKONIYATLARI.**

Zukhriddinov Shukhratbek Salohidin o'g'li

"Blue Blade" Kompaniyasi, Hunarmand

Annotatsiya

Ushbu maqola O'zbekistondagi pichoqchilik an'analari bilan 3D temirchilik (raqamli modellashtirish, 3D skanerlash, 3D chop etish va gibrid ishlab chiqarish) yechimlarini uyg'unlashtirish imkoniyatlarini tahlil qiladi. Maqolada hunar markazlari (Chust-Andijon, Buxoro, Samarqand) kontekstida 3D texnologiyalarning uch qatlamdagi foydasi ko'rsatiladi: (1) ishlab chiqarish samaradorligi – aniq jiglar va qoliplar, takrorlanuvchi sifat; (2) meros va dizayn – muzey namunalarini 3D skan qilish, ergonomik dastaklarni qo'l o'lchamiga moslashtirish; (3) bozor va eksport – spetsifikatsiya, foto/3D *"proof-of-work"*, paketlash va GI (geografik ko'rsatkich)ga mos izchillik. Metal qo'shimcha ishlab chiqarish (AM)ning pichoqqa bevosita qo'llanishdagi cheklovlari (mikrostruktur, porozlik, issiqlik ishlovi) ham tanqidiy ko'rib chiqiladi va gibrid oqim – zarblangan tig' + 3D chop etilgan asbob-uskunalar/komponentlar – tavsiya etiladi. Yakunda 12-18 oylik pilot dastur, jihoz ro'yxati va o'lchab bo'ladigan ko'rsatkichlar (*"nizo ulushi"*, *"o'z vaqtida yetkazish"*, *"kWh/pichoq"*) taklif etiladi.

Kalit so'zlar

pichoqchilik; 3D modellashtirish; 3D skanerlash; qo'shimcha ishlab chiqarish (AM); DMLS/SLM; investitsion quyma; ergonomika; GI; gibrid ishlab chiqarish

Kirish

Pichoq O'zbek madaniyatida nafaqat maishiy buyum, balki ustoz qo'li, maktab uslubi va hududiy xotiraning timsolidir. Shu bilan birga, bugun ustaxona bozori tezkor: onlayn buyurtma, eksport talablari, qaytarish siyosatlarini. 3D temirchilikdeganda biz uch narsani nazarda tutamiz:

1. Raqamli dizayn (CAD) va parametrik shablonlar;
2. 3D skanerlash va raqamli meros;
3. 3D chop etish (polimer/metal) hamda unda tayyorlangan jig, qolip, qolip-yo'naltirgichlar.

Maqsaddan sira og'ishmaymiz: pichoqning ruhi – zarb, issiqlik ishlovi va ustaning ko'zi – saqlanadi; 3D texnologiya esa aniqlik, takrorlanuvchanlik va ishonchni oshirishga xizmat qiladi.

1. Raqamli dizayn (CAD): parametrik pichoq shablonlari

Parametrik CAD model pichoq profilini (umumiy uzunlik, spine qalinligi, distal taper), bevel burchagini va qirraga yaqin qalinlikni (edge-behind-thickness) aniq boshqarishga imkon beradi. Dastak uchun esa S/M/L o'lchamli kesimlar va *palm swell* qiymatlari oldindan belgilab qo'yiladi. Natija:

- ustoz uchun seriya sifati barqaror;
- shogird uchun o'rganish trayektoriyasi ravshan;
- xaridor uchun o'lcham jadvali va kutishlar aniq.

Amaliy tavsiya: CAD fayllarini "GI mos" qatlam bilan ajrating: maktab bo'yicha ruxsat etilgan geometriya diapazonlari, finish talablari va muhr joyi (WIPO, 2021).

2. 3D skanerlash: raqamli meros va ergonomika

2.1. Muzey-ustaxona ko'prigi. Strukturali yorug'lik yoki fotogrammetriya yordamida tarixiy pichoqlar 3D skan qilinadi; yuqori aniqlikdagi "o'rganma maketlar" (study maquettes) ustaxonada bosmadan chiqarilib, bezak va proporsiyalarni o'rganishga xizmat qiladi (Salvi et al., 2010).

2.2. Qo'lga mos dizayn. Ustaning yoki xaridorning kafti 3D skan qilinib, dastak kesimi shaxsiy ergonomikaga moslashtiriladi. Bu ayniqsa oshxona va ishlatish vaqti uzun bo'lgan modellar uchun charchoqni kamaytiradi.

2.3. GI uchun dalillash. 3D skan katalogida maktab uslubi (profil, bevel boshlanish nuqtasi, naqsh joylashuvi) raqam sifatida saqlanadi – bu kelib chiqish hikoyasini mustahkamlaydi.

3. 3D chop etish: polimer va metalning o'rni

3.1. Polimer bosma (FDM/SLA):

•Jig va yo'naltirgichlar: bevel burchagini ushlab, simmetriyani tekshirish, belgilash shablonlari;

•Qoliplar: dastakni qat'iy kesimda shakllantirish, teri g'ilof uchun "formalar";

•Qadoq qoliplari: eksport uchun bir xil ko'rinish (breeding);

•Silliqlash tayanchi: "rework xaritasi" bo'yicha minimal material olish uchun moslama.

3.2. Investitsion quyma uchun 3D shablon: SLA bosma (yoki yo'qotiluvchi mum) yordamida gardish/bolster va bezak detallarini investitsion quyma bilan metallga olib o'tish – pichoqning ishchi qismi zarb, bezak elementlari esa aniq va takrorlanuvchi bo'ladi.

3.3. Metal AM (DMLS/SLM, binder-jet) – ehtiyot bilan: To'liq bosma tig' amaliy emas: mikrostruktur, porozlik va issiqlik ishlovining nozik

talablari tufayli klassik zarb sifatini berish qiyin (Frazier, 2014; DebRoy et al., 2018).

Ammo gibril yechim samarali:

- Bosma gardish/bolster,
- Murakkab yadro yoki qolip,
- Maxsus asbob kallaklari (masalan, shtamp arxitekturas).

Bosma detallarga issiq izostatik presslash (HIP) va keyingi bo'shashtirish talab etilishi mumkin (Gibson et al., 2021).

4. Gibril ishlab chiqarish oqimi: "zarb + 3D yordamchi"

1.CAD shablon tayyorlanadi → 2) Profil belgilanadi va zarb bilan "yakuniyga yaqin" shaklga keltiriladi → 3) Normalizatsiya-quench-temper (ASM International, 2013; Bryson, 2015) → 4) 3D bosma jig yordamida bevel silliqanadi → 5) Gardish/bolster investitsion quyma yoki metal AM orqali tayyorlanadi → 6) Finish va nazorat → 7) Foto/3D "proof-of-work" xaridorga jo'natiladi. Bu oqim ustoz-shogirda "ko'z-qo'l-quloq"ni asraydi, lekin sifatni o'lchab bo'ladigan darajaga keltiradi.

5. Sifat va o'lchov: 3Dga mos cheklist

- Geometriya tekshiruvi: 3D skan/fotogrammetriya bilan profil farqi ($\pm$ mm), bevel simmetriyasi.
- Finish sinfi: sirt tirnalish xaritasi (400/800/1200 grit), gigiyena ko'rsatkichlari.
- Qattqlik va mikrostruktur: fayl seti + agar imkon bo'lsa, HRC; metallografik kuzatish (zarur bo'lsa).
- Ergonomika: S/M/L dastaklar bo'yicha foydalanuvchi reytingi.
- GI moslik: maktab diapazonlari, muhr joylashuvi va bezakning me'yoriy nisbati (WIPO, 2021).

6. Ekologiya va iqtisod: "yashil ustaxona"ga yo'l

3D jiglar xomashyo chiqindisini kamaytiradi; investitsion quyma mayda bezakni aniq beradi, qayta ishlashni qisqartiradi. Biroq metal AM energiya intensiv – uni faqat qayta-qayta ishlatiladigan qolip/asboblar yoki murakkab geometriyalar uchun qo'llang (Gibson et al., 2021). Ko'rsatkichlar: kWh/pichoq, chiqindi/pichoq, qaytarish ulushi, o'z vaqtida yetkazish, birlik marjasi.

7. Ustoz-shogird: 3D bilan tez va toza o'rganish

- Modul-1: CAD asoslari (2 kun) – pichoq profili va dastak shablonlari.
- Modul-2: 3D skan va fotoprotokol (1 kun) – muzey nusxalaridan o'rganish.

- Modul-3: 3D bosma jig va qoliplar (2 kun) – bevel va dastakda bir xil sifat.
- Modul-4: GI va etik – muhr huquqlari, skan tarqatish qoidalari.

Baholash rubrikasi: o'lcham tolerantlari, finish sinfi, ergonomika balli, xavfsizlik.

8. Autentiklik va etika

3D texnologiya hakam emas, yordamchi. Maktab tilini (profil, bezak ritmi) standart jadvallarga emas, mos diapazonlarga joylang – ijodiy nafas saqlansin. Muzey skanlarini nashr etishda ruxsat va litsenziya aniq bo'lsin; ustoz muhrlari "opt-in" prinsipi bilan raqamlashtirilsin.

9. 12-18 oylik pilot dastur (O'zbekiston bo'yicha taklif)

Jihozlar (minimal to'plam):

- 1 ta strukturali yorug'lik skaneri yoki fotogrammetriya to'plami,
- 1 ta SLA va 1 ta FDM printer,
- 1 ta kichik CNC/frezer (ixtiyoriy),
- Ishchi stansiya (CAD/mesh), yorug'lik qutisi, o'lchash asboblari.

Bosqichlar:

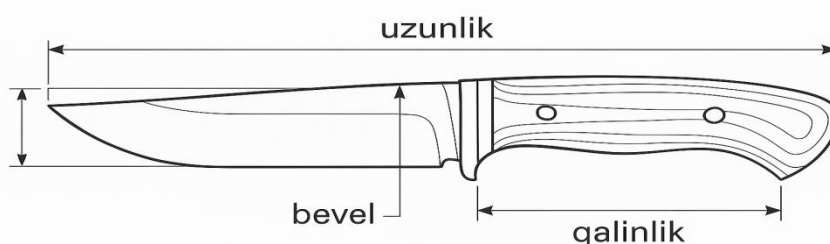
- 0-3 oy: kadrlar tayyorlash, foto/3D protokol, GI diapazonlari.
- 4-9 oy: 20-30 model uchun gibrid oqim sinovi; "proof-of-work" tizimi.
- 10-18 oy: muzey-ustaxona kolleksiyasi (3D study), eksport paketlari,

kooperativ jo'natma.

Natija ko'rsatkichlari: nizo ulushi ↓ 25%+, o'z vaqtida yetkazish ↑, birlik marjasi ↑, kWh/pichoq ↓, takroriy xarid ↑.

Xulosa

3D temirchilik pichoqchilikning ruhini almashtirmaydi; u ustaning nazarini aniqlik va takrorlanuvchanlik bilan quvvatlaydi. Zarblangan tig' – markazda; 3D esa jig, qolip, bezak va hujjatlashtirishda "ko'rinmas yordamchi". Raqamli meros (skanlar), ergonomik moslashuv, GIga mos izchillik va "yashil ustaxona" ko'rsatkichlari bilan O'zbekiston pichoqchilik maktablari 2030-yilgacha zamonaviy va ishonchli ekotizimga aylanishi mumkin.



Rasmlar

1.3D CAD: parametrik pichoq profili va dastak kesimi skrinshoti.



2.Jig galereyasi: bevel yoʻnaltirgich, dastak qolipi, gʻilof formasi (3D bosmadan).



3.Yashil panel: kWh/pichoq va chiqindi/pichoq grafigi (pilot natijalari uchun joy).

ADABIYOTLAR

- ASM International. (2013). *ASM handbook, volume 4A: Steel heat treating fundamentals and processes*. ASM International.
- Bryson, W. E. (2015). *Heat treatment, selection, and application of tool steels* (2nd ed.). Hanser.
- DebRoy, T., Wei, H. L., Zuback, J. S., Mukherjee, T., Elmer, J. W., Milewski, J. O., ... & Zhang, W. (2018). Additive manufacturing of metallic components – Process, structure and properties. *Progress in Materials Science*, 92, 112–224.
- Frazier, W. E. (2014). Metal additive manufacturing: A review. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 23(6), 1917–1928.
- Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2021). *Additive manufacturing technologies* (3rd ed.). Springer.
- Salvi, J., Fernandez, S., Pribanic, T., & Llado, X. (2010). A state of the art in structured light patterns for surface profilometry. *Pattern Recognition*, 43(8), 2666–2680.
- Verhoeven, J. D. (2007). *Steel metallurgy for the non-metallurgist*. ASM International.
- Verhoeven, J. D. (2010). *Metallurgy of steel for bladesmiths & others who heat treat and forge steel*. Self-published.
- WIPO. (2021). *Geographical indications – An introduction* (2nd ed.). World Intellectual Property Organization.