

ISSIQ HOLATDA SHTAMPLASHDA SHTAMPLAR CHIDAMLILIGINI OSHIRISHNING ILMIY-TEXNIK ASOSLARI VA SAMARALI TEXNOLOGIK YECHIMLARI

*Olmalik davlat texnika instituti “Mashinasozlik texnologiyasi” kafedrası
dotsent X.X. Boboyev., PhD katta o’qituvchi R.X Murodqosimov.,
tayanch doktorant Sh.A. Jaxonov*

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.21132992>

Annotatsiya. Ushbu maqolada issiq holatda shtamplash jarayonida shtamplarning chidamliligini oshirishga ta’sir etuvchi asosiy omillar tahlil qilingan. Asbob po’latlarining kimyoviy tarkibi, issiqlik ishlovi, mikrostruktura barqarorligi hamda zamonaviy sirt muhandisligi usullarining shtamp xizmat muddatiga ta’siri ko’rib chiqilgan. Shtamplarning yeyilishga bardoshlilikini oshirish va ishlab chiqarish samaradorligini ta’minlashga qaratilgan texnologik yechimlar yoritilgan.

Kalit so’zlar: issiq shtamplash, shtamp chidamliligi, asbob po’lati, yeyilish, issiqlik ishlovi, sirt muhandisligi, nitridlash, qoplamalar, mikrostruktura, texnologik optimallashtirish.

Аннотация. В данной статье проанализированы основные факторы, влияющие на повышение стойкости штампов при горячей штамповке. Рассмотрено влияние химического состава инструментальных сталей, термической обработки, стабильности микроструктуры и современных методов инженерии поверхности на срок службы штампов. Освещены технологические решения, направленные на повышение износостойкости штампов и эффективности производства.

Ключевые слова: горячая штамповка, стойкость штампов, инструментальная сталь, износ, термическая обработка, инженерия поверхности, азотирование, покрытия, микроструктура.

Abstract. This article analyzes the main factors affecting the improvement of die durability in hot forging and hot stamping processes. The influence of tool steel composition, heat treatment, microstructural stability, and modern surface engineering methods on die service life is considered. Technological solutions aimed at increasing wear resistance and improving production efficiency are discussed.

Keywords: hot stamping, die durability, tool steel, wear, heat treatment, surface engineering, nitriding, coatings, microstructure.

KIRISH

Issiq holatda shtamplash jarayonida qo’llaniladigan shtamplarning chidamliligi mashinasozlik ishlab chiqarishining samaradorligi va iqtisodiy ko’rsatkichlariga bevosita ta’sir ko’rsatadi. Yuqori harorat, katta mexanik yuklanish, termik charchash va ishqalanish ta’sirida shtamlarda yeyilish hamda deformatsiya jarayonlari yuzaga keladi. Shu sababli shtamp materialini to’g’ri tanlash, issiqlik ishlovi, sirtni mustahkamlash va samarali texnologik usullarni qo’llash muhim ilmiy-amaliy

ahamiyatga ega. Tadqiqotlar shtamplash asboblari bilan bog‘liq xarajatlar ishlab chiqarish tannarxining sezilarli qismini tashkil etishini ko‘rsatadi. Demak, shtamp chidamliligini oshirish texnik va iqtisodiy samaradorlikni ta‘minlovchi dolzarb masalalardan biridir.

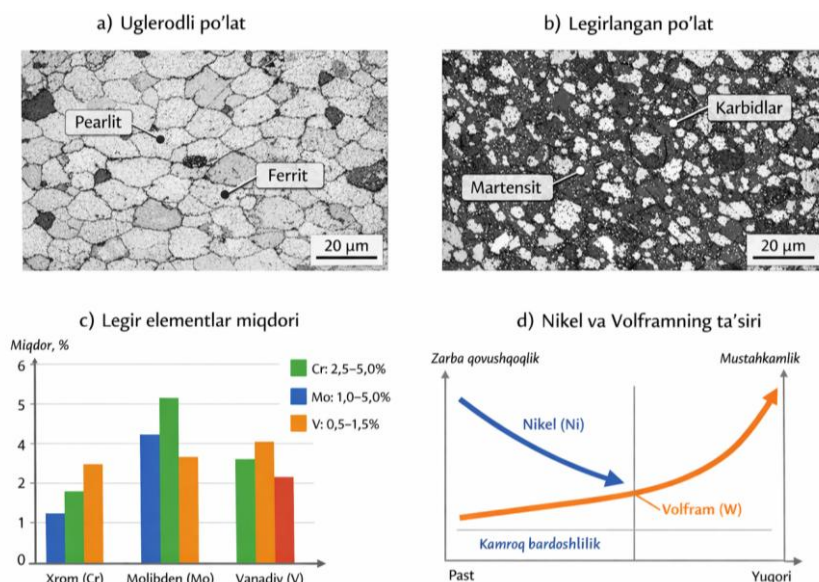
Shtamplar yeyilishining asosiy mexanizmlari. Issiq holatda shtamplash jarayonida shtamplarning yemirilishi abraziv yeyilish, termo-mexanik charchash, plastik deformatsiya va oksidlanish kabi murakkab mexanizmlar ta‘sirida yuz beradi. Ular orasida abraziv yeyilish asosiy ulushni tashkil etib, qizigan zagotovka va shtamp yuzasi o‘rtasidagi ishqalanish natijasida ishchi sirtning buzilishiga olib keladi. Takrorlanuvchi qizish–sovish sikllari esa mikroyoriqlar hosil bo‘lishiga sabab bo‘lib, termo-mexanik charchashni kuchaytiradi. Yuqori harorat va bosim sharoitida materialning yumshashi natijasida plastik deformatsiya kuzatiladi. Mazkur mexanizmlar o‘zaro bog‘liq holda rivojlanishi sababli shtamp chidamliligini oshirish material tanlash, issiqlik ishlovi, sirtni mustahkamlash va texnologik parametrlarni kompleks optimallashtirishni talab etadi.

Chidamlilikka ta‘sir etuvchi omillar va ularni boshqarish. Shtamp chidamliligiga material, konstruktiv, texnologik va ekspluatatsion omillar kompleks ta‘sir ko‘rsatadi. Materialning kimyoviy tarkibi, mikrostrukturasi va yuqori haroratdagi mustahkamligi asosiy ahamiyatga ega bo‘lsa, shtamp geometriyasi, o‘tish radiuslari hamda tizim qattiqligi konstruktiv barqarorlikni ta‘minlaydi. Texnologik omillar qatoriga issiqlik ishlovi, sirtni mustahkamlash, termokimyoviy ishlov va himoya qoplamalarini qo‘llash kiradi. Ekspluatatsion jihatdan esa moylash, sovitish rejimi va uskuna holatini to‘g‘ri tashkil etish muhim hisoblanadi. Tadqiqotlar noto‘g‘ri geometrik shakllar, notekis qizdirish va yetarli bo‘lmagan moylash shtamplarning erta yemirilishiga sabab bo‘lishini ko‘rsatadi. Shu bois chidamlilikni oshirish barcha omillarni yagona texnologik tizim asosida kompleks optimallashtirishni talab etadi.

Asbob po‘latlarining kimyoviy tarkibi va legirlovchi elementlar roli. Issiq ishlov berish uchun mo‘ljallangan asbob po‘latlarining kimyoviy tarkibini to‘g‘ri tanlash shtamplarning xizmat muddati va ishonchligini belgilovchi muhim omillardan biridir. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, optimal uglerod miqdori odatda 0,30–0,50% oralig‘ida bo‘ladi. Mazkur diapazon yetarli qattiqlik va yeyilishga chidamlilikni ta‘minlash bilan birga, yorilishga qarshilik hamda termo-mexanik charchashga bardoshlilik o‘rtasida

muvozanatni saqlash imkonini beradi. Uglerod miqdorining ortishi, xususan 0,60% ga yaqinlashganda, qattqlikning ortishiga olib keladi, biroq materialning mo’rtligi oshib, yorilish ehtimoli kuchayadi.

Xrom (Cr), molibden (Mo) va vanadiy (V) kabi karbid hosil qiluvchi legirlovchi elementlar issiq ishlov berish po’latlarining asosiy funksional xususiyatlarini shakllantiradi. Xrom po’latning oksidlanishga va abraziv yeyilishga chidamliligini oshiradi, molibden esa yuqori haroratlarda mustahkamlikni saqlab qolish, shuningdek temperlash (bo’shashish)ga chidamlilikni yaxshilashga xizmat qiladi. Vanadiy esa mayda dispers karbidlar hosil qilib, donalar o’sishini cheklaydi, natijada strukturaviy barqarorlik va sirtning yeyilishga bardoshlilik ortadi. Tahlil qilingan ilmiy manbalarga ko’ra, mazkur elementlarning optimal tarkib diapazonlari quyidagicha tavsiya etiladi: Cr: 2,5–5,0% , Mo: 1,0–5,0% , V: 0,5–1,5%



1-rasm. Asbob po’latlarining mikrostrukturasi va legirlovchi elementlarning ta’siri.

Nikel (Ni)ning ta’siri nisbatan murakkab va ko’p jihatdan ekspluatatsiya sharoitlariga bog’liq. U xona haroratida zarba qovushqoqligini oshiradi, biroq yuqori harorat sharoitida ushbu ijobiy ta’sir sezilarli darajada kamayadi. Shu sababli, ayniqsa 480 HV dan yuqori qattqlik talab etiladigan holatlarda, nikel miqdori past yoki nikel saqlamaydigan yuqori legirlangan po’latlar yorilishga chidamlilik nuqtai nazaridan samaraliroq hisoblanadi. Volfram (W) po’latning yuqori haroratdagi mustahkamligini oshirishda muhim rol o’ynaydi, biroq u issiqlik o’tkazuvchanligini pasaytirishi va termomexanik charchashga bardoshlilikni kamaytirishi mumkin. Shu bois, uning miqdorini

tanlashda issiqlik almashinuvi va ichki kuchlanishlar hisobga olinishi zarur. 1-rasmda asbob po‘latlarining mikrostrukturasi va legirlovchi elementlarning ta’siri ko‘rsatilgan.

Issiq ishlov berish uchun mo‘ljallangan shtamp po‘latlari uchun odatda yumshatish (annealing), qotirish (quenching) va ko‘p bosqichli bo‘shatish (tempering) jarayonlari qo‘llaniladi. Amaliyotda ayniqsa ikki yoki uch martalik bo‘shatish keng tarqalgan bo‘lib, bu usul qoldiq ichki kuchlanishlarni kamaytirish va mikrostrukturani barqarorlashtirish imkonini beradi. Bo‘shatish haroratining shtampning real ish haroratidan yuqori tanlanishi muhim ahamiyatga ega, aks holda ekspluatatsiya jarayonida ikkilamchi yumshash (secondary softening) yuz berib, qattqlikning pasayishiga olib kelishi mumkin.

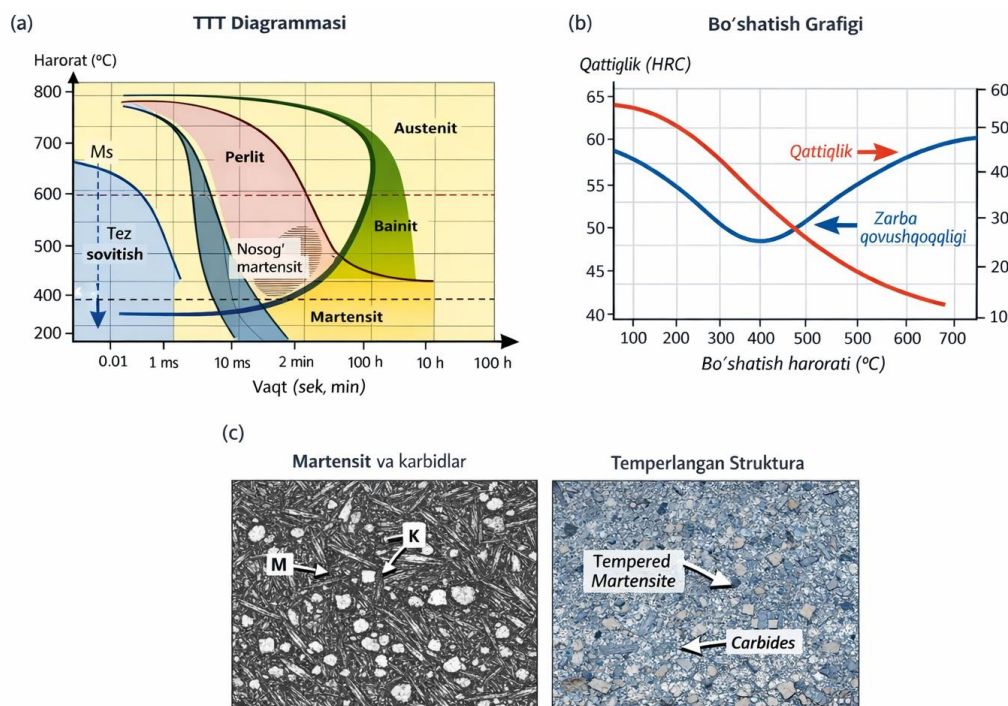
Amaliy tadqiqotlar va sanoat tajribasi shuni ko‘rsatadiki, 50H2N2MF, 50H2MNF, 50H2NMFS, 44HN3MF, 55H3SMF, 41HMF, shuningdek Dievar, Hotvar, Unimax va Termodur kabi zamonaviy issiq ishlov berish po‘latlari yuqori ekspluatatsion xususiyatlarga ega. Xususan, Unimax po‘latidan foydalanish bir martalik issiq shtamplash sharoitida asbob chidamliligini 150% gacha oshirish imkonini bergani tajribalarda qayd etilgan.

Issiqlik ishlovi va mikrostruktura barqarorligi. Issiqlik ishlovi shtamplarning chidamliligini belgilovchi asosiy texnologik jarayonlardan biridir. Qotirish va bo‘shatish rejimlarining to‘g‘ri tanlanishi yuqori qattqlik va zarba qovushqoqligini ta‘minlashda muhim ahamiyatga ega. Amaliyotda yumshatish, qotirish va ko‘p bosqichli bo‘shatish jarayonlari qo‘llaniladi. Ikki yoki uch martalik bo‘shatish ichki kuchlanishlarni kamaytiradi va mikrostrukturani barqarorlashtiradi. 2-rasmda issiqlik ishlovi jarayonlari, TTT diagrammasi va temperlash grafigi ko‘rsatilgan.

Issiqlik ishlovi bilan bog‘liq asosiy nuqsonlar qatoriga dekarburizatsiya, oksidlanish, austenit donalarining yiriklashuvi, ikkilamchi qattqlik effektining yetarli darajada shakllanmasligi hamda legirlovchi elementlar bilan to‘yinmagan ferrit fazasining hosil bo‘lishi kiradi. Ushbu omillar natijasida sirt qatlamining yeyilishga chidamliligi pasayadi, mikroyoriqlar (mikrotresinalar) paydo bo‘lishi tezlashadi va materialning plastik deformatsiyaga moyilligi ortadi.

Kriogen ishlov berish ham zamonaviy istiqbolli texnologik usullardan biri sifatida qaraladi. Bu jarayon odatda 0 °C dan past, -196 °C gacha bo‘lgan haroratlarda amalga oshirilib, po‘lat tarkibidagi qoldiq austenit miqdorini kamaytirish orqali qattqlik va

oʻlcham barqarorligini oshiradi. Natijada, struktura yanada barqaror martensit-karbid tizimiga oʻtadi.



2-rasm. Issiqlik ishlovi jarayonlari: TTT diagrammasi, bo'shatish grafi va mikrostrukturaviy o'zgarishlar.

Bundan tashqari, payvandlashdan keyingi issiqlik ishlovi (PWHT – Post Weld Heat Treatment) 250–300 °C oralig'ida amalga oshirilganda, mikrostrukturaviy barqarorlikni yaxshilaydi, karbidlarning nazoratli ajralishini ta'minlaydi hamda qoldiq ichki kuchlanishlarni sezilarli darajada kamaytiradi. Bu esa, ayniqsa, ta'mirlangan yoki qayta tiklangan shtamlarning xizmat muddatini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

Sirt muhandisligi: sirtni plastik deformatsiya orqali mustahkamlash, qoplamalar va gibril texnologiyalar. Shtamp yuzasining holati asbobning umumiy xizmat muddati va ishonchliligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli, sirt muhandisligi usullari issiq shtamplash sharoitida chidamlilikni oshirishning eng samarali yo'nalishlaridan biri sifatida qaraladi. Sirt qatlamiga qo'yiladigan asosiy talablar qatoriga past qo'polilik, optimal mikrogeometrik tuzilma, past ishqalanish koeffitsienti, abraziv va charchash yeyilishiga yuqori qarshilik, shuningdek oksidlanish va korroziyaga barqarorlik kiradi.

Sirtni plastik deformatsiya orqali mustahkamlash (burnishing) usuli sirtning mikrorelyefini tekislaydi, unda siquvchi qoldiq kuchlanishlar hosil qiladi va kontakt

yuklamalarining bir tekis taqsimlanishini ta’minlaydi. Natijada bunday ishlov berilgan asboblarning xizmat muddati 30–40% gacha oshadi.

Sirt muhandisligining boshqa muhim usullariga nitridlash, CVD va PVD qoplamalar, ion implantatsiyasi, lazerli ishlov hamda gibrid texnologiyalar kiradi. Nitridlash sirtning qattiqligi va yeyilishga chidamliligini oshiradi, biroq noto’g’ri rejimlarda yoriqlar paydo bo’lishi mumkin.

XULOSA

Issiq holatda shtamplash jarayonida shtamplarning chidamliligi asbob po’latining tarkibi, issiqlik ishlovi sifati va sirt muhandisligi usullariga bevosita bog’liq. Zamonaviy legirlangan po’latlar, optimal issiqlik ishlovi hamda nitridlash va qoplama texnologiyalarini qo’llash shtamplarning yeyilishga bardoshlilikini sezilarli darajada oshiradi. Natijada asbobning xizmat muddati uzayadi, ishlab chiqarish xarajatlari kamayadi va texnologik samaradorlik ortadi..

ADABIYOTLAR RO’YXATI

1. Жахонов Ш. А. И др. Разработка режима термической обработки клинового инструмента, применяемого в процессе поперечно-клиновой прокатки //tadqiqotlar.–2025.–Т.64.–№. 5. – с. 114-118. <https://scientific-jl.com/tad/article/view/22528>
2. Нугманов И. Н., Жахонов Ш. А. Технология прокатки слитков //Ustozlar uchun.–2025.–Т.73.–№.3.–С.79-82.<https://inlibrary.uz/index.php/ustozlar/article/view/107141>
3. Жахонов Ш. А. Основные технологические схемы прокатки стали //Экономика и социум. – 2024. – №. 12-2 (127). – С. 1193-1197. <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-tehnologicheskie-shemy-prokatki-stali>
4. Abduvaliev, U., Jumaev, A., Nurullaev, R., Jakhonov, S., & Jurakulov, I. (2024). Investigation of the process of the influence of winding spindles with cotton fiber on the performance of a cotton picker. In E3S Web of Conferences (Vol. 548, p. 04013). EDP Sciences.