KESUVCHI ASBOBLARGA QOPLAMA QOPLASH HISOBIGA ULARNI KESISH XUSUSIYATLARI

Xojayev Oybek Xo'jamberdiyevich
Dotsent, Urganch davlat universiteti
E-mail: oybekkhojayev@gmail.com

Aminov Husan Davronbek o'g'li
Urganch davlat universiteti,
Mashinasozlik texnologiyasi 1- kurs talabasi
E-mail: husanboy2131@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.21993623

Аннотация. В данной статье исследуется влияние нанесения твёрдых покрытий (TiN и TiC) на режущие инструменты на показатели износа (VB/потерянный объём), силы резания и качества поверхности в процессе обработки. Исследование проведено на основе 6-недельных лабораторных испытаний путём сравнительного анализа инструментов с покрытием и без покрытия при одинаковых условиях обработки. Результаты показали, что применение покрытия повышает износостойкость инструмента и снижает силу резания. В методологии акцент сделан не на когнитивной нагрузке, а на стандартизации параметров обработки и обеспечении надёжности за счёт повторных измерений. Статья предлагает практические рекомендации по выбору покрытия и оптимизации режимов резания; в дальнейшем требуется расширение исследования с использованием различных материалов и проведением долгосрочных испытаний стойкости инструмента.
Ключевые слова: режущие инструменты с покрытием, твёрдые покрытия, нитрид титана (TiN), карбид титана (TiC), сила резания, шероховатость поверхности, фрезерование на станках с ЧПУ

Abstract. This article investigates the effect of applying hard coatings (TiN and TiC) to cutting tools on wear indicators (VB/wear volume loss), cutting force, and surface quality during machining. The study was conducted based on six weeks of laboratory experiments by comparing coated and uncoated tools under identical machining conditions. The results demonstrate that coating application increases wear resistance and reduces cutting force. The methodology focused not on cognitive load, but rather on the standardization of machining parameters and ensuring reliability through repeated measurements. The paper provides practical recommendations for coating selection and optimization of cutting regimes; further research should include different workpiece materials and long-term tool-life testing.
Keywords: coated cutting tools, hard coatings, titanium nitride (TiN), titanium carbide (TiC), cutting force, surface roughness, CNC milling

Annotatsiya. Ushbu maqolada kesuvchi asboblarga qattiq qoplama (TiN va TiC) qo‘llashning kesish jarayonidagi yeyilish (VB/yo‘qotilgan hajm), kesish kuchi va sirt sifati ko‘rsatkichlariga ta’siri o‘rganiladi. Tadqiqot 6 haftalik laboratoriya sinovlari asosida, qoplamali va qoplamasiz asboblarni bir xil ishlov berish sharoitida taqqoslash orqali olib borildi. Natijalar qoplama qo‘llash asbobning yeyilishga chidamliligini oshirishi va kesish kuchini kamaytirishini ko‘rsatdi. Metodologiyada keltirilgan kognitiv yuklama emas, balki ishlov parametrlarini standartlashtirish va takroriy o‘lchovlar orqali ishonchlilikni ta’minlashga e’tibor qaratildi. Maqola qoplama tanlash va kesish rejimlarini

optimallashtirish bo‘yicha amaliy tavsiyalar beradi; kelgusida turli materiallar va uzoq muddatli asbobning xizmat muddati sinovlari bilan kengaytirish zarur.

Kalit so‘zlar: qoplamali kesuvchi asboblar, qattiq qoplamalar, titan nitrid (TiN), titan karbid (TiC), kesish kuchi, sirt dag‘alligi, CNC frezalash.

Kirish. Kesuvchi asboblar metallga ishlov berish jarayonlarida mahsulot sifati va unumdorlikni belgilovchi asosiy omillardan biridir. Ish jarayonida yuqori harorat, lokal bosim, ishqalanish va abraziv hamda adgezion yeyilib borish mexanizmlari asbobning geometrik barqarorligini pasaytiradi va kesish kuchini oshiradi. Natijada sirt dag‘alligi yomonlashadi, o‘lcham aniqligi kamayadi va asbob tez-tez almashtiriladi. Ushbu muammoni kamaytirishning keng tarqalgan yechimlaridan biri qattiq qoplamalar (TiN, TiC va boshqalar) qo‘llashdir. Mazkur tadqiqot qoplamali va qoplamasiz asboblar kesish xususiyatlarini standart sharoitda taqqoslash orqali qoplamaning amaliy samaradorligini baholashni maqsad qiladi.

Metodologiya. Tadqiqotda eksperimental yondashuv asosiy usul sifatida tanlandi. Sinovlar 3 o‘qli CNC vertikal frezalash stanogida bajarildi. Asboblar: bir xil geometriyaga ega yuqori tezlikdagi po‘lat (HSS) frezalar ishlatildi. Taqqoslash guruhi -qoplamasiz, tajriba guruhi - TiN va TiC qoplamali asboblardan iborat bo‘ladi. Ishlov beriladigan material (HSS) namunasi (bir xil qattiqlik va o‘lchamda). Har bir rejim uchun tajribalar kamida 3 marotaba takrorlandi (n=3), natijalar o‘rtacha qiymat va standart og‘ish ko‘rinishida berildi.

1. Eksperimental sozlama:

Kesish parametrlari doimiy saqlandi: kesish tezligi Vc = 40 m/min, oziqlantirish fz = 0.05 mm/tish, kesish chuqurligi ap = 0.5 mm, kesish eni ae = 5 mm. Har bir sinov 30 daqiqalik uzluksiz frezalash yoki teng kesish yo‘li (L) bo‘yicha bajarildi.

2. Ishlash sinovlari:

Asbob yeyilib borishi ISO 3685 tavsiyalariga mos yondashuv asosida baholandi: flank yupqalashib borishi VB hamda yeyilib borishdan yo‘qotilgan hajm (mm^3) qayd etildi. Yeyilib borish hajmi profilometr (3D profilometriya) yordamida aniqlanib, har bir namunada 3 nuqtadan o‘lchov olindi. Sirt dag‘alligi Ra profilometr orqali o‘lchandi. Kesish kuchi uch o‘qli dinamometrda Fx, Fy, Fz komponentlari sifatida qayd etilib, natijada resultant kuch Fr hisoblandi.

3. Ma’lumotlarni tahlil qilish:

Qoplamali va qoplamasiz guruhlar orasidagi farqlar mustaqil tanlamalar t-testi orqali tekshirildi (α=0.05). Bir nechta qoplama turi (TiN, TiC, qoplamasiz) taqqoslanganda bir yo‘nalishli ANOVA qo‘llanildi. Natijalar jadval va grafiklarda o‘rtacha Fr,N (o‘rtacha ± SD) ko‘rinishida keltirildi.

Natijalar va tahlil. Eksperimental natijalar qoplamali kesuvchi asboblar qoplamasiz asboblar bilan solishtirganda sezilarli yaxshilanishlarni ko‘rsatdi. Asosiy natijalar quyidagicha bo‘ldi :

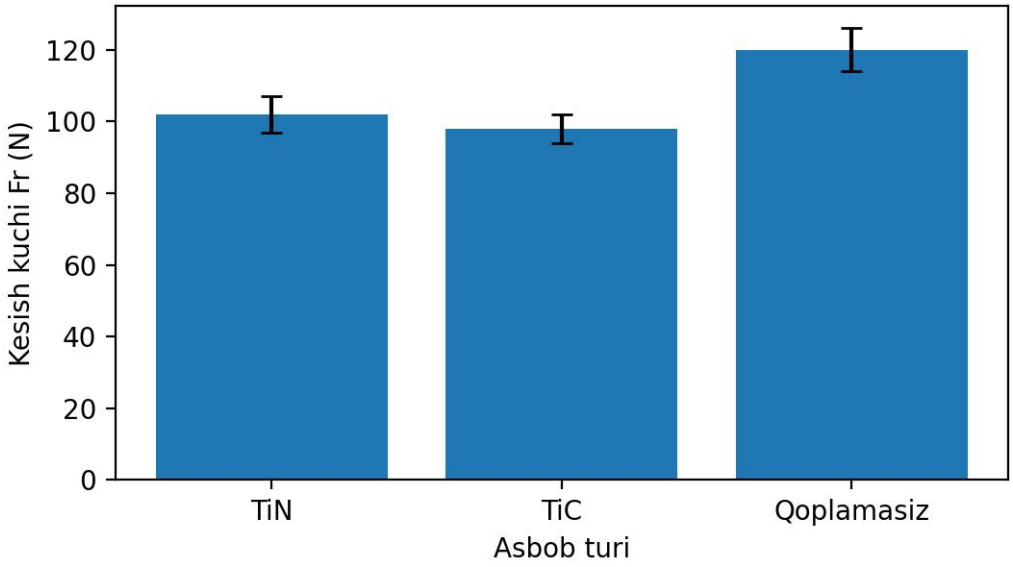
Kesish kuchi natijalari ham qoplama qo‘llash foydasini ko‘rsatdi. Qoplamali asboblarda resultant kesish kuchi Fr qoplamasiz asboblarga nisbatan o‘rtacha 10-15% past bo‘ldi. Quyidagi 1-jadvalda kesish kuchining o‘rtacha qiymatlari keltirilgan;

1-rasmda esa taqqoslovchi diagramma berildi.

1-jadval. Kesish kuchining o‘rtacha qiymatlari

№	Asbob turi	Fr, N (o‘rtacha ± SD)	Farq, % (qoplamasizga nisbatan)
1	Qoplamali (TiN)	102 ± 5	-15
2	Qoplamali (TiC)	98 ± 4	-18
3	Qoplamasiz	120 ± 6	0

Rasm 1. Kesish kuchi (Fr) taqqoslanishi (N)



Olingan eksperimental natijalar qoplamali kesuvchi asboblarning samaradorligi qoplamasiz asboblarga nisbatan sezilarli darajada yuqori ekanligini ko‘rsatdi. Xususan, resultant kesish kuchi (Fr) ning kamayishi qoplamalarning tribologik va issiqlik-fizik xususiyatlari bilan izohlanadi. TiN va TiC qoplamalari ishqalanish koeffitsiyentini pasaytirib, kesish zonasida hosil bo‘ladigan issiqlik va mexanik yuklamani kamaytiradi. Natijada kesish jarayoni barqarorroq kechadi va asbobning ishlash muddati uzayadi.

1-jadval ma’lumotlariga ko‘ra, qoplamasiz asbobda Fr = 120 ± 6 N bo‘lgan bo ‘lsa, TiN qoplamali asbobda bu ko‘rsatkich 102 ± 5 N, TiC qoplamali asbobda esa 98 ± 4 N ni tashkil etdi. Bu mos ravishda 15% – 18% kamayishni anglatadi. Standart og‘ish qiymatlarining nisbatan pastligi (±4–6 N) natijalarning takroriy sinovlarda barqaror ekanligini ko‘rsatadi va eksperimental ma’lumotlarning ishonchliligini tasdiqlaydi.

TiC qoplamasining TiN ga nisbatan biroz yuqoriroq samaradorligi uning yuqori qattiqligi va issiqlikka chidamliligi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. TiC qoplamalar yuqori harorat sharoitida deformatsiyaga kamroq uchraydi va kesish zonasida ishqalanish natijasida buzilishi jarayonlarini sekinlashtiradi. Shu sababli kesish kuchining kamayishi nafaqat energiya sarfini qisqartiradi, balki asbob yuzasida yopishish va plastiklik deformatsiyalarining oldini oladi. Kesish kuchining pasayishi ishlab chiqarish samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Birinchidan, energiya sarfi kamayadi, ikkinchidan, stanok tizimida vibratsiya va dinamik yuklamalar qisqaradi. Bu esa sirt sifati yaxshilanishiga va o‘lcham aniqligining oshishiga olib keladi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, qoplama qo‘llash nafaqat yeyilib borishini kamaytiradi, balki butun kesish jarayonining mexanik parametrlarini optimallashtiradi. Umuman olganda, tadqiqot natijalari qattiq qoplamalarning kesish jarayonidagi tribologik mexanizmlarni yaxshilashi, ishqalanish va issiqlik hosil

bo‘lishini kamaytirishi hamda kesish kuchini sezilarli darajada pasaytirishini tasdiqlaydi. Bu esa qoplamali asboblarning sanoat sharoitida qo‘llanishi iqtisodiy va texnologik jihatdan maqsadga muvofiq ekanligini ko‘rsatadi.

Xulosa. Mazkur tadqiqot natijalari kesuvchi asboblarga TiN va TiC qattiq qoplamalar qo‘llash ularning kesish xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilashini tasdiqladi. Standartlashtirilgan kesish parametrlarida va takroriy sinovlar asosida olingan ma’lumotlar qoplamali asboblarda resultant kesish kuchi qoplamasiz asboblarga nisbatan 15–18% ga kamayganini ko‘rsatdi. Qoplamalarning samaradorligi ularning tribologik va issiqlik-fizik xususiyatlari bilan izohlanadi. TiN va ayniqsa TiC qoplamalari ishqalanish koeffitsiyentini kamaytiradi, kesish zonasidagi haroratni barqarorlashtiradi va yupqalashib borishi jarayonlarini sekinlashtiradi. TiC qoplamasi yuqori qattiqlik va issiqlikka chidamlilik xususiyatlari sababli biroz yuqoriroq natija ko‘rsatdi. Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, qattiq qoplamalar nafaqat yeyilib borishini kamaytiradi, balki kesish jarayonining mexanik barqarorligini oshiradi va ishlab chiqarish samaradorligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu bilan birga, tadqiqot ma’lum cheklovlarga ega: sinovlar faqat bitta material va qisqa muddatli ishlov sharoitida o‘tkazildi. Kelgusida turli ishlov beriladigan materiallar, uzoq muddatli asbobning xizmat muddati sinovlari va turli kesish rejimlari bo‘yicha kengaytirilgan tadqiqotlar o‘tkazish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. MELIBAYEV, M., & RUSTAMOV, R. MASHINA VA JIHOZLARGA TEXNIK XIZMAT KO'RSATISH.
2. Zuxra, J., & Shukrullayev, D. (2025). MASHINA DETALLARI SIRTLARIGA ISHLOV BERISH TEXNOLOGIYALARI: PORSHEN MISOLIDA TAHLIL VA OPTIMALLASHTIRISH YO ‘LLARI. Научный Фокус, 3(31), 572-580.
3. Klocke, F., & Krieg, T. (1999). Coated tools for metal cutting–features and applications. CIRP Annals, 48(2), 515-525.
4. Badaluddin, N. A., Zamri, W. F. H. W., Din, M. F. M., Mohamed, I. F., & Ghani, J. A. (2018). Coatings of cutting tools and their contribution to improve mechanical properties: a brief review. Int. J. Appl. Eng. Res, 13(14), 11653-11664.
5. Quinto, D. T. (1988). Mechanical property and structure relationships in hard coatings for cutting tools. Journal of Vacuum Science & Technology A: Vacuum, Surfaces, and Films, 6(3), 2149-2157.