




INNOVATIVE WORLD
Ilmiy tadqiqotlar markazi

INNOVATION TALABALAR AXBOROTNOMASI



 <https://innoworld.net>

 +998335668868



ILMIY JURNAL



IC²I JOURNALS
MASTER LIST

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
NUMBER
FOR SERIALS
PUBLICATIONS

doi

zenodo

OpenAIRE

Academic
Resource
Index
ResearchBID

Google Scholar

open access.nl



INNOVATION TALABALAR AXBOROTNOMASI

**3-JILD, 5-SON
2026**

Jurnal quyidagi xalqaro bazalarda indekslanadi:

Google Scholar

doi® digital object
identifier

ResearchGate

zenodo

ADVANCED SCIENCES INDEX

ADVANCED SCIENCE INDEX

OpenAIRE

**Academic
Resource
Index
ResearchBib**

DRJI

Directory of Research Journals Indexing

Ilmij jurnalning rasmiy sayti:

www.innoworld.net

O'ZBEKISTON-2026

3-JILD, 5-SON | MAY - 2026 |

+99833 5668868 | www.innoworld.net | @Anvarbek_PhD

ICHKI YONUV DVIGATELLARINING OVALSIMON DETALLARIGA YAKUNIY ISHLOV BERISH USULLARI: XONINGLASH, SUPERFINISHLASH VA LAPLASHNING QIYOSIY TAHLILI

COMPARATIVE ANALYSIS OF FINAL MACHINING METHODS FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE OVAL COMPONENTS: HONING, SUPERFINISHING AND LAPPING

Faxriddinov O.A

Moydinov D.A.

Andijon Davlat Texnika Instituti, Avtomobilsozlik va transport kafedrası

Andijon, O'zbekiston

Annotatsiya. Ushbu maqolada ichki yonuv dvigatellarining (IYoD) ovalsimon detallariga — silindr gilzasiga va tirsakli val o'tqazgichlariga — qo'llaniladigan uchta asosiy yakuniy ishlov berish usuli: xoninglash, superfinishlash va laplash qiyosiy tahlil qilinadi. Har bir usulning fizik mexanizmi, erishiladigan yuza sifati ko'rsatkichlari (R_a , R_z), kesishma burchak talablari va amaliy qo'llanish sohalari batafsil ko'rib chiqiladi. O'zbekiston avtoservis sanoatidagi mavjud texnologik holat tahlil asosida qiyosiy jadvallar tuziladi va har bir usulning mahalliy sharoitdagi amaliy samaradorligi baholanadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, silindr gilzasi uchun ko'p bosqichli xoninglash ($R_a = 0.16-0.32$ mkm, kesishma burchak $30-45^\circ$) va tirsakli val uchun superfinishlash yoki superlapping ($R_a = 0.08-0.24$ mkm) dvigatel resursini 40–60% uzaytiradi. Amaliy tavsiyalar mahalliy avtoservis sharoitiga moslashtirilgan.

Kalit so'zlar: xoninglash, superfinishlash, laplash, silindr gilzasi, tirsakli val, yuza silliqiligi darajasi, R_a , dvigatel resursi, yakuniy ishlov berish

1. KIRISH (INTRODUCTION)

Dvigatel ishlab chiqarish va ta'mirlash texnologiyasida sirt sifati masalasi ko'pincha ikkinchi o'ringa surilib qo'yiladi. Ko'pchilik muhandis va ustalar o'lcham aniqligiga e'tibor qaratadi, ammo o'lchov to'g'ri bo'lib, sirt sifati yetarli bo'lmaganda dvigatel baribir tez eskiradi. Bu paradoks tushunarliqdir: o'lchamni vernier yoki mikrometr bilan aniqlash mumkin, sirt sifatini esa ko'z bilan ko'rish qiyin.

Ichki yonuv dvigatellarining ovalsimon detallari — silindr gilzasi, tirsakli val yostiqchalari, porshen tirqishi va shatun ko'zlari — dvigatelning ish resursi uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Bu detallarning sirt sifati nafaqat dastlabki ishlash ko'rsatkichlarini, balki dvigatelning butun hayot davomiyligini belgilaydi.

3-JILD, 5-SON | MAY - 2026 |

Masalan, silindr gilzasi ichki yuzasida $R_a = 0.16$ mkm ga erishilganda dvigatel resursi 120 000–150 000 km bo'lishi mumkin, xuddi shu detal $R_a = 1.2$ mkm bilan ta'mirlansa — resurs 40 000–60 000 km ga tushib qolishi kuzatiladi.

O'zbekistonda 2023-yilga kelib avtomobil parki 4.1 million donaga yetdi. Bu ulkan bozor dvigatel ta'mirlash xizmatlariga kuchli talab yaratadi. Ammo shu talab fondida asosiy muammo yechilmagan qolmoqda: mahalliy avtoservis korxonalarining ko'pchiligi hali ham 1970–80-yillardagi texnologik yondashuv bilan ishlaydi. Natijada ta'mirlangan dvigatelning resursi zavodnikidan 40–60% kam. Bu farq iqtisodiy jihatdan ham, texnik jihatdan ham katta muammo.

Ushbu maqolaning maqsadi — xoninglash, superfinishlash va laplash usullarini nazariy va amaliy jihatdan qiyosiy tahlil qilish hamda O'zbekiston avtomobil ta'miri sanoati uchun samarali tavsiyalar ishlab chiqish. Tadqiqot natijalariga ko'ra uchta usulning qo'llanish sohalari, afzalliklari va cheklangan holatlari aniqlanadi.

2. ADABIYOTLAR SHARHI (LITERATURE REVIEW)

Yakuniy ishlov berish texnologiyalari bo'yicha xalqaro adabiyotlar juda keng. Kovalenko (1984) xoninglash jarayonining nazariy asoslarini batafsil yoritadi va kesishma burchak bilan yog' saqlash kapasiteti o'rtasidagi bog'liqlikni matematik model sifatida taqdim etadi. Uning tadqiqotlari bo'yicha optimal kesishma burchak $30\text{--}45^\circ$ bo'lganda yog' ushlab turuvchi mikro-to'r eng samarali shakllanadi va bu holda yog' sarfi 2.3–3.1 marta kamayadi.

Tönshoff va boshqalar (1995) superfinishlash jarayonini sistemli tahlil qilib, bu usulning tirsakli val yostiqchalariga qo'llanilishida $R_a = 0.06\text{--}0.14$ mkm ga erishish mumkinligini eksperimental tasdiqlagan. Ularning tadqiqoti gidrodinamik moylash rejimida sirt sifatining podshipnik umriga ta'sirini miqdoriy baholagan: $R_a = 0.08$ mkm da podshipnik resursi $R_a = 0.32$ mkm ga nisbatan 2.8 marta uzunroq bo'lishi aniqlangan.

Adamczak va boshqalar (2020) xoninglash kinematikasi parametrlarining silindr gilzasi yuza tuzilmasiga ta'sirini zamonaviy usullar bilan o'rganishgan. Ularning ishlari bo'ylama va aylanma tezliklar nisbatining kesishma burchakka ta'sirini aniq formulalar orqali ifodalab, amaliy texnologik jadvallar shaklida taqdim etadi. Rowe (2014) esa abraziv ishlov berish tamoyillarini tizimlashtirgan bo'lib, laplash jarayonining boshqa usullardan farqli xususiyati — juft detallarni bir vaqtda moslashtirish qobiliyatini — alohida ta'kidlaydi.

O'zbekiston sharoitini o'rganishga bag'ishlangan mahalliy adabiyotlar cheklangan. Qulmuhammadov va Sultonov (2019) mahalliy avtoservis korxonalarida xoninglash parametrlarini baholagan va tekshirilgan 47 ta servisdan faqat 9 tasida kesishma burchak nazorat qilinishi aniqlangan. Sobirov va Muxtorov

(2023) ADTI sharoitida olib borgan tadqiqotlarda mahalliy abraziv materiallarning xoringlash sifatiga ta’sirini o’rganishgan. Bu bo’shliq ushbu tadqiqotning asosiy ilmiy asosini tashkil etadi.

3. USLUBIYAT (METHODOLOGY)

Tadqiqot uch bosqichdan iborat bo’ldi. Birinchi bosqichda xalqaro standartlar (ISO 4287, GOST 2789, GOST 24643) va texnik adabiyotlar asosida har bir usulning nazariy tavsifi tuzildi. Ikkinchi bosqichda Andijon shahridagi 23 ta avtoservis korxonasida sifat nazorat holati o’rganildi va xoringlash parametrlari (kesishma burchak, bruska bosimi, R_a ko’rsatkichlari) hujjatlashtirildi. Uchinchi bosqichda qiyosiy jadvallar tuzildi va iqtisodiy tahlil o’tkazildi.

Yuza sifati parametrlarini baholash uchun kontaktli profilometr (Mitutoyo SJ-210), optik lupa va R_a namuna to’plami (surface comparator) qo’llanildi. Silindr gilzasining geometrik aniqligi uchun 3 nuqtali mikrometr (Sunnen) ishlatildi. Kesishma burchak qiymati v_f/v_s nisbatidan formula orqali hisoblandi: $\alpha = 2 \times \arctan(v_f / v_s)$, bunda v_f — bo’ylama tezlik (m/min), v_s — aylanma tezlik (m/min).

Iqtisodiy tahlil uchun dvigatel resursi va yuza sifati o’rtasidagi bog’liqlik adabiyotlardan olingan eksperimental ma’lumotlar asosida modellashtirilib, Andijon shahrining 2024-yilgi narxlari bilan o’lchamlashtirildi. Chevrolet Cobalt F15D3 dvigatel modeli asosiy ob’ekt sifatida tanlandi — u O’zbekistondagi eng keng tarqalgan avtomobil platformasi.

4. NATIJALAR (RESULTS)

4.1. Xoringlash texnologiyasi — fizik mexanizm va parametrlar

Xoringlash — silindr gilzasiga yakuniy ishlov berishning asosiy va eng keng tarqalgan usuli. Stanok spindeli aylanma va bo’ylama harakat birlashmasini amalga oshirib, abraziv brusklar gilza ichki yuzasida kesishma chiziqlar to’rini hosil qiladi. Bu to’rning ikki asosiy funksiyasi bor: birinchisi, yog’ni ushlab turuvchi mikro-cho’ntaklar yaratish; ikkinchisi, yog’ plenkasining yuz bo’ylab uzluksiz tarqalishini ta’minlash.

Kesishma burchak (α) = $2 \times \arctan(v_f / v_s)$ formulasi ushbu texnologiyaning markaziy parametri. 30–45° burchakda gilza yog’ni optimal ushlab turadi.

Tadqiqot davomida o’rganilgan 23 ta servisdan faqat 11 tasida (47.8%) kesishma burchak me’yor chegarasida — 30–50° oralig’ida — bo’lgani aniqlandi. Qolgan 12 ta servisdan burchak yoki juda past (15–22°) yoki juda yuqori (55–70°) bo’lib, ikkalasi ham sirt sifatini sezilarli pasaytiradi. Past burchakda gilza yuzasi halqasimon izlar hosil qilib, yog’ tepaga chiqib ketadi. Yuqori burchakda esa spiral izlar porshen halqasi bilan tez yeyilishiga sabab bo’ladi.

1-jadval. Ko’p bosqichli xoringlash texnologiyasi — silindr gilzasi uchun

Bosqich	Maqsad	Abraziv (grit)	Bosim (MPa)	Burchak (°)	R _a (mkm)	Material olinishi (mkm)
1. Qo‘pol	O‘lcham tiklash	80–120	0.6–1.2	30–40°	1.25–2.5	50–200
2. O‘rta	Geometriya tuzatish	180–240	0.3–0.6	35–45°	0.63–1.25	20–80
3. Nozik	R _a kamaytirish	320–400	0.1–0.3	40–50°	0.25–0.63	5–20
4. Plateau	Yog‘ cho‘ntaklar	600+	0.05–0.15	30–45°	0.10–0.25	1–3

Manba: Kovalenko (1984), Adamczak va boshqalar (2020) asosida mualliflar tuzgan

4.2. Superfinishlash — tirsakli val uchun zaruriy operatsiya

Tirsakli val asosiy yostiqchasi va shatun yostiqchalariga gidrodinamik moylash rejimi qo‘yiladigan talablar nuqtai nazaridan R_a = 0.08–0.16 mkm darajasi zarur. Bu qiymatga odatiy silliqlash orqali erishib bo‘lmaydi — faqat superfinishlash yoki superlapping imkon beradi.

Superfinishlash jarayonida abraziv bruski ikki harakatni bir vaqtda amalga oshiradi: translatsion (bo‘ylama) va tebranma (ossillyatsion). Tebranma chastota odatda 15–35 Hz bo‘lib, amplituda 1–3 mm ni tashkil etadi. Bu birikma harakat sirdan juda ingichka (0.1–0.5 mkm) qirindilar olib tashlaydi va mikrogeometriyani tubdan yaxshilaydi.

O‘rganilgan 23 ta servisdan 19 tasida (82.6%) maxsus superfinishlash uskunasi mavjud emasligi aniqlandi. Bu servislarda tirsakli val yostiqchalarini yoki silliqlash stanogida (R_a ≈ 0.4–0.8 mkm) yoki umuman ishlovsiz qoldirib, yangi podshipnik o‘rnatmoqda. Bu holat podshipnik resursi va dvigatel umrini sezilarli qisqartiradi.

Mahalliy sharoitda superlapping — abraziv CBN bant va tokarlik stanogi yordamida amalga oshiriladigan o‘rinbosar usul — R_a = 0.14–0.24 mkm ga erishishga imkon beradi. Bu ideal superfinishlash ko‘rsatkichidan past, ammo hech narsadan sezilarli yaxshi. Jigg yasash narxi 150–250 ming so‘m bo‘lib, birinchi ta‘mirlashdan tejam bu summani qoplaydi.

4.3. Laplash — o‘ziga xos noyob operatsiya

Laplash usuli klapanlar va klapan o‘tirg‘ichlari uchun muqobil texnologiya. Bu usulning boshqalardan asosiy farqi: u ikkita juft detalga bir vaqtda ishlov berib,

ularni bir-biriga geometrik jihatdan to‘liq moslaydi. Bu ‘o‘zini-o‘zi moslashtirish’ effekti boshqa usullar bilan takrorlanishi mumkin emas.

Laplash jarayoni yumshoq abraziv pasta (Al_2O_3 , SiC yoki olmosli pasta) yordamida ikki sirt o‘rtasida nisbiy harakatni amalga oshirishdan iborat. Pasta zarrachalari kontakt qilayotgan ikkala yuzadan ham mikro-qirindilari olib tashlaydi va natijada ikkala yuzaning geometrik muvofiqligi oshib boradi. Yuza sifati $R_a < 0.32$ mkm ga yetadi va kontakt chizig‘i kengligi 1.5–3.0 mm ni tashkil etadi.

O‘rganilgan servislarning barchasida klapan laplash amaliyoti mavjud edi. Bu usul maxsus stanok talab qilmasligi va abraziv pastaning arzon hamda keng mavjudligi bilan birga eng keng tarqalgan yakuniy ishlov berish operatsiyasi sifatida saqlanib qolmoqda.

2-jadval. Uchta usulning qiyosiy tahlili — asosiy parametrlar bo‘yicha

Parametr	Xoninglas h	Superfinishlas h	Superlappin g	Laplash	Izohi
Erishiladigan R_a (mkm)	0.10–0.63	0.06–0.16	0.14–0.24	0.08–0.32	Usulga qarab
Asosiy qo‘llanish	Silindr gilzasi	Tirsakli val	Tirsakli val (muqobil)	Klapan-o‘tirg‘ich	
Stanok zarurmi?	Ha (xoning stanogi)	Ha (maxsus)	Qisman (tokar.)	Yo‘q	
Mahalliy mavjudligi	Yuqori	Past (18%)	O‘rta	Yuqori	
Bir detal narxi (ming so‘m)	80–180	100–200	60–120	15–35	Taxminiy, 2024-yil
Dvigatel resursiga ta’siri	Yuqori (+30–50%)	Juda yuqori (+40–60%)	Yuqori (+20–35%)	O‘rta (klapan uchun)	

Mualliflar tuzgan, Tönshoff va boshq. (1995), Rowe (2014) asosida

5. MUHOKAMA (DISCUSSION)

Qiyosiy tahlil natijalari bir qator muhim xulosalarga olib keladi. Birinchidan, uchta usul bir-birini almashtirishdan ko‘ra bir-birini to‘ldiradi. Silindr gilzasi uchun xoninglash yagona maqbul usul bo‘lib qoladi — u gilzaga xarakterli kesishma chiziqlar to‘rini beradigan yagona texnologiya. Tirsakli val uchun esa

superfinishlash yoki uning muqobili superlapping kerak — xoninglash bu vazifani bajara olmaydi.

Ikkinchidan, O‘zbekiston sharoitida texnologik imkoniyatlar va kerakli standartlar orasidagi tafovut katta. Tadqiqot ko‘rsatdiki, servislarning 82.6% ida superfinishlash imkoniyati yo‘q, 52.2% ida xoninglash kesishma burchagi nazorat qilinmaydi. Bu ko‘rsatkichlar texnologik bilim va asbob-uskunalar etishmasligini emas — tashkiliy tartib va texnologik intizom muammosini ko‘rsatadi.

Uchinchidan, iqtisodiy tahlil shuni ko‘rsatadiki, to‘g‘ri texnologik yondashuv bilan erishiladigan tejam investitsiyadan ancha ko‘p. R_a namuna to‘plami va bosim o‘lchagichi uchun 65–160 ming so‘m sarflab, yillik 7–10 mln so‘m tejash mumkin. ROI (rentabellik indeksi) 14.3 ga teng — muhandislik loyihalari uchun bu a‘lo ko‘rsatkich.

To‘rtinchidan, superlapping kabi mahalliy sharoitda ishlab chiqilgan muqobil yechimlar superfinishlash stanogiga ega bo‘lmagan korxonalar uchun muhim ko‘prik bo‘la oladi. Usulning sifat ko‘rsatkichi ($R_a = 0.14–0.24$ mkm) ideal emas, ammo hozirgi o‘rtacha amaliyotdan ($R_a = 0.4–0.8$ mkm) ancha yaxshi va dvigatel resursini 20–35% uzaytiradi.

Tadqiqot cheklovlari: ushbu tadqiqot asosan qiyosiy-tahliliy xarakter kasb etdi va bevosita eksperimental o‘lchovlar soni cheklangan (23 ta servis). Turli abraziv materiallar va stanok turlari o‘rtasidagi farqlar yetarlicha taqqoslanmadi. Kelajakdagi tadqiqotlar real dvigatel bloklari ustida uzoq muddatli kuzatuvni va keng eksperimental bazani talab etadi.

6. XULOSA (CONCLUSION)

Ushbu tadqiqot quyidagi asosiy xulosalarni taqdim etadi:

1. Xoninglash, superfinishlash va laplash — o‘ziga xos fizik mexanizmlarga ega mustaqil usullar. Ularning har biri alohida detal turida eng samarali va birgalikda IYoD rekonditsiyalash texnologiyasini tashkil qiladi.
2. Silindr gilzasi uchun ko‘p bosqichli xoninglash (4 bosqich, $R_a = 0.10–0.25$ mkm, kesishma burchak 30–45°) dvigatel resursini 40–50% uzaytiradi.
3. Tirsakli val uchun superfinishlash yoki superlapping ($R_a = 0.08–0.24$ mkm) podshipnik resursini 2.5–3 marta uzaytiradi.
4. O‘zbekiston avtoservislarida texnologik sifat muammosi asosan tashkiliy: asbob-uskunalar etishmasligidan ko‘ra nazorat va intizom tizimining yo‘qligi sabab.
5. Minimal investitsiya (65–160 ming so‘m) bilan texnologik sifatni sezilarli oshirish va yillik 7–10 mln so‘m tejam qilish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kovalenko V.I. Khonirovanie — tekhnologiya i oborudovaniye. — Moskva: Mashinostroyeniye, 1984. — 320 s.
2. Tönshoff H.K., Karpuschewski B., Jopp A. Superfinishing — process, tooling and surface function. CIRP Annals — Manufacturing Technology. 1995; 44(1): 381–387.
3. Adamczak S., Zmarzly P., Koziar T. Influence of Honing Kinematics on Surface Texture and Functional Characteristics of Cylinder Liners. Measurement. 2020; 155: 107523.
4. Rowe W.B. Principles of Modern Grinding Technology. 2nd ed. — Oxford: Elsevier, 2014. — 380 p.
5. MAHLE GmbH. Cylinder Components: Properties, Applications, Materials. — Stuttgart: Vieweg+Teubner, 2010. — 248 p.
6. Hamrock B.J., Schmid S.R., Jacobson B.O. Fundamentals of Fluid Film Lubrication. 2nd ed. — Boca Raton: CRC Press, 2004. — 703 p.
7. Shaw M.C. Metal Cutting Principles. 2nd ed. — Oxford: Oxford University Press, 2005. — 651 p.
8. Qulmuhammadov J.R., Sultonov A.B. Dvigatel ta'mirlash amaliyotida xoninglash texnologiyasining holatini tahlil qilish. Mashinasozlik va texnologiya. 2019; (3): 41–49.
9. Sobirov U.X., Muxtorov D.A. Xoninglash jarayonida kesishma burchagini nazorat qilishning amaliy usullari. ADTI ilmiy axboroti. 2023; (1): 15–22.
10. ISO 4287:1997. Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Terms, definitions and surface texture parameters. ISO, 1997.