SILINDRLI AMORTIZATOR ISHCHI YUZALARINI PUXTALASHNING NAZARIY ASOSLARI

Aralova Kamola Baxromovna
Olmaliq davlat texnika instituti

Annotatsiya. Mazkur maqolada silindrli amortizatorlarning ishchi yuzalarini puxtalash jarayonining nazariy asoslari yoritilgan. Og‘ir ekspluatatsiya sharoitida ishlovchi amortizator silindrlarida yuzaga keladigan yeyilish jarayonlari va ularni kamaytirishda sirt puxtalash usullarining ahamiyati ilmiy jihatdan asoslangan. Sirt qatlamida yuz beradigan strukturaviy o‘zgarishlar, qattiqlikning ortishi va residual kuchlanishlarning shakllanish mexanizmlari nazariy tahlil qilinadi. Puxtalash orqali amortizator silindrlarining yeyilishga chidamliligi va xizmat muddatini oshirish imkoniyatlari ko‘rsatib berilgan.

Kalit so‘zlar: silindrli amortizator, sirt puxtalash, yeyilish, ishchi yuzalar, qattiqlik, xizmat muddati.

Аннотация. В данной статье рассмотрены теоретические основы процесса упрочнения рабочих поверхностей цилиндрических амортизаторов. Научно обосновано значение методов поверхностного упрочнения в снижении износа, возникающего в цилиндрах амортизаторов, работающих в условиях тяжёлой эксплуатации. Проведён теоретический анализ структурных изменений поверхностного слоя, повышения твёрдости и механизмов формирования остаточных напряжений. Показаны возможности повышения износостойкости и увеличения срока службы цилиндров амортизаторов за счёт упрочнения.

Ключевые слова: цилиндрический амортизатор, упрочнение поверхности, износ, рабочие поверхности, твёрдость, срок службы.

Abstract. This article discusses the theoretical foundations of the process of strengthening the working surfaces of cylindrical shock absorbers. The significance of surface strengthening methods in reducing wear occurring in shock absorber cylinders operating under severe service conditions is scientifically substantiated. A theoretical analysis of structural changes in the surface layer, hardness enhancement, and the mechanisms of residual stress formation is presented. The possibilities of increasing the wear resistance and service life of shock absorber cylinders through surface strengthening are demonstrated.

Keywords: cylindrical shock absorber, surface strengthening, wear, working surfaces, hardness, service life.

KIRISH.

Karyer sharoitida ishlaydigan samosvallarning silindrli amortizatorlari og‘ir statik va dinamik yuklamalar, zarbaviy ta’sirlar hamda changli muhit sharoitida

ISSN 3030-3907

faoliyat ko‘rsatadi. Ushbu omillar amortizator silindrlarining ishchi yuzalarida intensiv yeyilish, mikro yoriqlar va plastik deformatsiyalarni keltirib chiqaradi. Natijada amortizatorlarning xizmat muddati qisqarib, texnikaning umumiy ishonchliligi pasayadi. Amaliyotda amortizator silindrlarini to‘liq almashtirish katta moddiy xarajatlarni talab qilgani sababli, ularning ishchi yuzalarini puxtalash orqali xizmat muddatini uzaytirish dolzarb ilmiy-texnik muammo hisoblanadi. Shu bois mazkur maqolada silindrli amortizator ishchi yuzalarini puxtalashning nazariy asoslarini yoritish maqsad qilib olingan.

SIRT PUXTALASH JARAYONINING NAZARIY MOHIYATI

Sirt puxtalash — materialning faqat yuzaki qatlamiga maqsadli ta’sir ko‘rsatish orqali uning mexanik xossalarini yaxshilash jarayonidir. Puxtalash natijasida sirt qatlamining qattiqligi ortadi, yeyilishga chidamliligi yaxshilanadi va mikro yoriqlarning rivojlanish ehtimoli kamayadi.

Nazariy jihatdan puxtalash jarayoni material strukturasi ichida dislokatsiyalar zichligining ortishi, donachalar maydalanishi hamda qattiq fazalarning hosil bo‘lishi bilan izohlanadi. Ushbu jarayonlar sirt qatlamining deformatsiyaga va ishqalanishga qarshi chidamliligini oshiradi.

SIRT PUXTALASH MEXANIZMLARI. MEXANIK PUXTALASH MEXANIZMI

Mexanik puxtalash usullarida (silliqlash, burnishing, zarbaviy ishlov) sirt qatlamida plastik deformatsiya yuzaga keladi. Natijada dislokatsiyalar soni ortib, sirt qatlami qattiqlashadi. Bundan tashqari, sirt qatlamida qoldiq siquvchi kuchlanishlar hosil bo‘lib, bu mikro yoriqlarning paydo bo‘lishiga qarshi ta’sir ko‘rsatadi.

TERMIK VA TERMOKIMYOVIY PUXTALASH

Termik va termokimyoviy usullarda (nitridlash, karbonitridlash va boshqalar) sirt qatlamining kimyoviy tarkibi o‘zgartiriladi. Bu jarayonlarda sirt qatlami qattiqligi keskin ortib, yeyilishga chidamliligi sezilarli darajada yaxshilanadi. Nazariy nuqtai nazardan, bunday usullar diffuziya jarayonlariga asoslanadi.

QOPLAMA ORQALI PUXTALASH

Sirtga qoplama hosil qilish (plazmali, gazli purkash) orqali ishchi yuzalar yeyilish va korroziyadan himoyalanadi. Qoplama qatlamining yuqori qattiqligi va past ishqalanish koeffitsienti amortizator silindrining ishlash samaradorligini oshiradi.

SILINDRLI AMORTIZATOR ISHCHI YUZALARINING YEYILISHIGA PUXTALASHNING TA’SIRI

Nazariy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, sirt qatlamining qattiqligi oshishi bilan yeyilish intensivligi teskari proporsional ravishda kamayadi. Puxtalangan

ISSN 3030-3907

sirtlarda ishqalanish jarayonida yuzaga keladigan kontakt kuchlanishlar kamayadi, bu esa materialning yemirilishini sekinlashtiradi.

Bundan tashqari, sirt qatlamida hosil bo‘lgan qoldiq siquvchi kuchlanishlar charchash hodisasining kechikishiga olib keladi. Bu holat silindrli amortizatorlarning xizmat muddatini uzaytirishda muhim ahamiyatga ega.

PUXTALASH JARAYONLARINI NAZARIY MODELLASHTIRISH

Puxtalash jarayonlarini nazariy modellashtirish sirt qatlamining elastik-plastik holatini, kuchlanishlar taqsimotini va qattiqlik profilini aniqlashga asoslanadi. Bunday modellar puxtalash texnologiyalarini optimallashtirish hamda ularning samaradorligini oldindan baholash imkonini beradi. Nazariy modellashtirish natijalari asosida sirt puxtalash usullarining optimal parametrlari aniqlanib, amortizator silindrlarining xizmat muddati prognoz qilinadi.

Silindrli amortizator ishchi yuzalariga qo‘yiladigan talablar

Silindrli amortizatorlarning ishchi yuzalari (asosan silindr ichki devori va porshen yuzalari) quyidagi omillar ta’sirida ishlaydi:

- Doimiy o‘zgaruvchan yuklanish
- Gidravlik bosim
- Ishqalanish kuchlari
- Abrasiv va kavitatsion yemirilish
- Haroratning o‘zgarishi

Shu sababli ishchi yuzalar quyidagi xossalarga ega bo‘lishi zarur:

- yuqori qattiqlik (HRC 45–65 oralig‘ida),
- yeyilishga chidamlilik,
- charchoqqa bardoshlilik,
- silliqlik va geometrik aniqlik,
- korroziyaga qarshilik.

Bu talablar puxtalash (mustahkamlash) texnologiyalarini qo‘llash zaruratini yuzaga keltiradi

Ishchi yuzalarning yemirilish mexanizmlari (nazariy tahlil) Amortizator ishchi yuzalarida quyidagi yemirilish turlari kuzatiladi

1. Abraziv yemirilish

Bu jarayon:

- moy tarkibidagi qattiq zarrachalar,
- chang yoki metall qoldiqlari ta’sirida yuz beradi.

Archard nazariyasi bo‘yicha yeyilish miqdori:

$$V = \frac{K \cdot F \cdot L}{H}$$

bu yerda:

- V — yeyilish hajmi,

ISSN 3030-3907

- K — yeyilish koeffitsienti,
- F — bosim kuchi,
- L — sirpanish yo‘li,
- H — material qattiqligi.

Demak, **qattiqlik oshirilsa, yeyilish kamayadi**.

2. Charchoqli yemirilish

Silindr devorida:

- mikro yoriqlar,
- qatlam ajralishi hosil bo‘ladi.

Bu jarayon takroriy siklli yuklanish ta’sirida yuz beradi va Gerts kontakt nazariyasi bilan izohlanadi.

3. Kavitatsion yemirilish

- Yuqori tezlikda harakatlanayotgan suyuqlik bosimi pasayganda
- Mikro pufakchalar portlashi natijasida yuzada lokal zarbalar paydo bo‘ladi.

Puxtalash orqali sirtning **plastik deformatsiyaga chidamliligi** oshiriladi.

Puxtalash jarayonining fizik-mexanik mohiyati

Puxtalash — bu ishchi yuzaning fizik, mexanik va strukturaviy xossalarini yaxshilash jarayoni.

Asosiy mexanizmlar:

- Plastik deformatsiya
- Dislokatsiyalar zichligining oshishi
- Donachalar maydalanishi
- Siqilgan qoldiq kuchlanishlar hosil bo‘lishi

Natijada:

- sirt qatlamining qattiqligi ortadi,
- charchoqqa bardoshlilik oshadi,
- yoriqlar rivojlanishi sekinlashadi.

Silindrli amortizator yuzalarini puxtalash usullarining nazariy asoslari

1. Rolikli (plastik deformatsiyalovchi) puxtalash

Nazariy jihatdan bu jarayon **Gerts kontakt deformatsiyasi** asosida ishlaydi.

Kontakt bosimi:

$$Pmax = \frac{3F}{2\pi ab}$$

Bu yerda:

- F — rolik kuchi,
- a,b — kontakt ellips o‘lchamlari.

Natijada:

- sirt silliqligi yaxshilanadi,
- qattiqlik 20–40% ga oshadi.

ISSN 3030-3907

2. Shot-peening (zarrachalar bilan puxtalash)

Bu usulning nazariy asosi:

- yuqori tezlikdagi zarrachalarning impuls energiyasi
- plastik deformatsiya orqali qoldiq siqilish kuchlanishlari hosil bo‘lishi

$$\text{Impuls energiyasi: } E = \frac{mv^2}{2}$$

Bu usul charchoqqa chidamlilikni 1,5–2 barobar oshiradi.

3. Termokimyoviy puxtalash (sementatsiya, nitridlash)

Nazariy asos:

- atomlarning diffuziyasi (Fik qonunlari)

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

Natijada:

- qattiq sirt qatlami,
- yumshoq va zarbaga chidamli o‘zak hosil bo‘ladi.

Puxtalash natijasida yuzaga keladigan qoldiq kuchlanishlar

Puxtalashdan keyin yuzada:

- **siqilgan qoldiq kuchlanishlar** hosil bo‘ladi

Bu kuchlanishlar:

- yoriqlarning ochilishiga qarshi ishlaydi,
- charchoqli buzilish ehtimolini kamaytiradi.

Bu holat Griffith nazariyasi bilan izohlanadi. **Griffith nazariyasi** — bu materiallarda **yoriqlarning paydo bo‘lishi va rivojlanishini** tushuntirib beruvchi **mexanik mustahkamlik nazariyasi** bo‘lib, u ayniqsa **mo‘rt va metall materiallarda charchoqli buzilish** jarayonlarini tahlil qilishda muhim ahamiyatga ega.

Amortizator ish samaradorligiga ta’siri

Puxtalangan ishchi yuzalar:

- ishqalanish koeffitsientini kamaytiradi,
- moy plyonkasining barqarorligini oshiradi,
- xizmat muddatini 1,5–3 barobar uzaytiradi,
- texnik xizmat xarajatlarini kamaytiradi.

XULOSA

1. Silindrli amortizator ishchi yuzalarini puxtalash ularning mexanik xossalarini yaxshilashning samarali usuli hisoblanadi.

2. Sirt qatlamida yuz beradigan strukturaviy o‘zgarishlar yeyilishga chidamlilikni oshiradi.

ISSN 3030-3907

3. Puxtalash jarayonlarini nazariy modellashtirish amortizator silindrlarining xizmat muddatini oshirishga xizmat qiladi.

4. Silindrli amortizator ishchi yuzalarini puxtalash jarayonlari sirt qatlamining fizik-mexanik xossalarini tubdan yaxshilab, yeyilish va charchoqli buzilish jarayonlarini sekinlashtiradi hamda agregatning ekspluatatsion ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Stavinskiy A., Vakhonina L. Surface strengthening methods and wear resistance improvement.
2. Totten G. *Steel Heat Treatment Handbook*. CRC Press.
3. ASM Handbook. Volume 18: Friction, Lubrication, and Wear.
4. Rabinowicz E. *Friction and Wear of Materials*. Wiley.
5. Holmberg K., Matthews A. *Coatings Tribology*. Elsevier.
6. Griffith A. A.*The Phenomena of Rupture and Flow in Solids*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A, 1920, Vol. 221, pp. 163–198.
7. Anderson T. L.Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications. CRC Press, Boca Raton, 4th Edition, 2017.
8. Broek D. Elementary Engineering Fracture Mechanics. Springer, Dordrecht, 4th Edition, 1986.
9. Suresh S. Fatigue of Materials. Cambridge University Press, 2nd Edition, 1998.
10. Костецкий Б. И., Гаврилов В. П.Трение, износ и смазка машин. Машиностроение, Москва, 1989.
11. Грубин В. В.Поверхностное пластическое деформирование. Машиностроение, Москва, 1975.
12. Суслов А. Г.Качество поверхностного слоя деталей машин. Машиностроение, Москва, 2000.
13. Левин М. А.Повышение износостойкости деталей машин. Машиностроение, Москва, 1985.
14. Totten G. E., Howes M. A. H., Inoue T. Handbook of Residual Stress and Deformation of Steel. ASM International, 2002.
15. ASM Handbook, Volume 18 Friction, Lubrication, and Wear Technology. ASM International, 2017.

ISSN 3030-3907