

GAZ ALANGASIDA YUZALARNI TOBLASH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH

Anvarov Javoxir¹

Andijon davlat texnika instituti

KEYWORDS

gaz alangasi, sirtni toblash,
issiqlik bilan ishlov berish,
metall qattiqligi, aşinuvga
bardoshlilik, sovitish tezligi,
po'lat tarkibi,
avtomatlashtirilgan
texnologiya.

ABSTRACT

Mazkur maqolada gaz alangasida yuzalarni toblash texnologiyasining nazariy va amaliy jihatlari keng yoritilgan. Ushbu texnologiya metall detallarni sirtini yuqori haroratli alangada qizdirib, tez sovitish orqali mustahkamlashni nazarda tutadi. Yuzaki qattqlikni oshirish, aşinuvga bardoshlilikni kuchaytirish hamda xizmat muddatini uzaytirish jarayoni issiqlik bilan ishlov berishning muhim yo'nalishlaridan biridir. Maqolada gaz alangasida toblashning fizik-kimyoviy asoslari, qizdirish harorati, sovitish tezligi, po'lat tarkibi kabi muhim parametrlar ilmiy tahlil qilinadi.

2181-2675/© 2025 in XALQARO TADQIQOT LLC.

DOI: **10.5281/zenodo.15637619**

This is an open access article under the Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru>)

Kirish

Zamonaviy sanoat tarmoqlarida, xususan, mashinasozlik, aviatsiya, avtomobilsozlik va asbobsozlik sohalarida ishlatiladigan metallardan tayyorlangan detallar sifatiga qo'yiladigan talablar kundan-kunga ortib bormoqda. Bu talablar orasida, ayniqsa, materialning sirt qattiqligi, aşinuvga bardoshlilik, termik barqarorligi va chidamliligi yetakchi o'rinni egallaydi. Ushbu sifat ko'rsatkichlarini oshirishning samarali usullaridan biri bu – metall yuzalarini gaz alangasi yordamida toblashdir. Gaz alangasida toblash texnologiyasi materialning faqat sirt qismiga ta'sir etib, ichki tuzilmaning elastikligini saqlab qolgan holda, sirtning yuqori qattqlikka ega bo'lishini ta'minlaydi. Mazkur usulning keng qo'llanilishi, uning texnologik soddaligi, yuqori energiya samaradorligi hamda ekologik xavfsizligi bilan izohlanadi.

Ushbu texnologiyada metall detal sirtini gaz alangasi yordamida ma'lum haroratgacha qizdiriladi, so'ngra tez sovitish (odatda suv yoki yog'li muhitda) orqali toblanadi. Bu jarayon natijasida sirt qismida martensit fazasi hosil bo'lib, bu faza metallga yuqori qattqlik,

¹ Andijon davlat texnika instituti Mashinasozlik texnologiyasi fakulteti Texnologik mashina va jixozlar yo'nalishi 4-kurs K-84-21-guruh talabasi

mustahkamlik va aşinuvga bardoshlilik kabi muhim xossalarning berilishini ta'minlaydi. Gaz alangasi bilan ishlov berishda tabiiy gaz, propan, asetilen kabi yonuvchan gazlar, shuningdek kislorod aralashmasi ishlatiladi. Qizdirish jarayonining aniq boshqarilishi tufayli detal sirtida mahalliy (lokal) qattqlik berish imkoniyati yaratiladi, bu esa butun detallni umumiy issiqlik bilan ishlov berish zaruratini yo'q qiladi.

Mazkur texnologiyaning dolzarbligi O'zbekiston Respublikasida sanoatni modernizatsiya qilish va yuqori qo'shilgan qiymatga ega mahsulotlar ishlab chiqarish strategiyasi bilan ham bevosita bog'liqdir. Jumladan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 21-dekabrda PQ-4477-sonli qarorida mashinasozlik va elektrotexnika sanoatini innovatsion rivojlantirish, ilg'or texnologiyalarni joriy etish hamda zamonaviy ishlab chiqarishlarni kengaytirish bo'yicha aniq chora-tadbirlar belgilanmoqda.[1] Ushbu qaror asosida mashinasozlik mahsulotlari sifati va mustahkamligini oshirishda yuqori aniqlikdagi termik ishlov berish texnologiyalarining, jumladan, gaz alangasida toblash usulining qo'llanilishi dolzarb masalaga aylangan.

Shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 11-fevraldagi 66-sonli qarorida texnik kasb-hunar ta'limi muassasalarida zamonaviy texnologiyalar asosida metallga ishlov berish va sirtini mustahkamlash bo'yicha kasbiy ko'nikmalarni rivojlantirish vazifasi ilgari surilgan.[2] Bu esa gaz alangasida toblash texnologiyasini nafaqat ishlab chiqarishda, balki ta'lim tizimida ham keng tatbiq etishni talab qiladi. Aynan shunday yondashuv mamlakatimizda yuqori malakali texnolog mutaxassislarini tayyorlash va zamonaviy ishlab chiqarishlarga raqobatbardosh kadrlar yetkazib berishni ta'minlaydi.

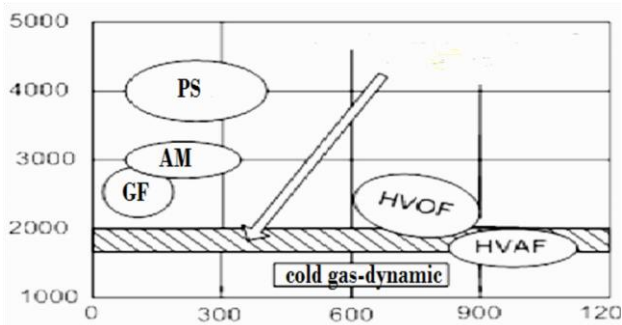
Gaz alangasida toblash texnologiyasi nafaqat nazariy jihatdan, balki ishlab chiqarish amaliyotida ham o'zini oqlagan. Masalan, avtomobil detallarining (val, tishli g'ildirak, krank mili va boshqalar) sirt qismlarini toblash orqali ularning xizmat muddatini bir necha barobarga oshirishga erishilgan. Ayniqsa, avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish liniyalarida gaz alangasida toblash texnologiyasining qo'llanilishi ishlab chiqarish unumdorligini keskin oshiradi. Bu esa texnologiyaning amaliy ahamiyatini yanada kuchaytiradi.

Materiallar va usullar

So'nggi o'n yillikda gaz-alangali yuqori tezlikdagi kukunli qoplama usullari jadal rivojlanmoqda. Bu usullar ingliz tilida HVOF/HVAF (High Velocity Oxy/Air-Fuel) deb yuritiladi, ruscha analoglari esa GFS/SGV (gaz-alangali o'ta tezkor/gaz-havoli o'ta tezkor) hisoblanadi (1-rasm). Ushbu texnologiyalar sepilgan zarralarning atmosfera gazlari bilan to'yinishini kamaytirish va ularning asosiy sirtga urilishi chog'ida yuqori impulsli bosimni ta'minlash imkonini beradi. Natijada hosil bo'lgan qoplama tuzilmasida past porozlik, past oksidlanish darajasi va yuqori yopishish kuchi (80 ... 150 MPa) birlashadi.

GPS/SGV qoplamalari quyidagi ta'sirlardan himoyalashda samarali hisoblanadi [4, 10, 11]: neft va gazni qayta ishlash sanoatidagi eshikli va sharchali klapanlar 600°C dan yuqori haroratda kuchli yeyilishga uchraydi. HPS qoplamalarining eroziyaga chidamliligi xuddi shunday detanatsion qoplamalarnikiga qaraganda 1,5 ... 2 baravar yuqori. Energetika va aerokosmik sanoatda bu texnologiyalar bug' va gaz turbina pichoqlarining xizmat muddatini uzaytirishda, issiqlik elektr stansiyalari issiqlik almashtirgich elementlarini ta'mirlashda

qo'llaniladi. Shuningdek, ular elektrolitik xrom qoplamalarni (masalan, samolyot shassisi, bosma uskunalar) almashtirishda ham ishlatiladi.



1-rasm – Issiqlik bilan purkash usullarining harorat va zarra tezligi bo'yicha solishtirma xususiyatlari. Purkash turlari: GP – alangali, EM – yoyli metallizatsiya, PN – plazmali, CGN – sovuq gaz-dinamik. [4]

Bu texnologiya orqali bir vaqtning o'zida ishlov berish silliqiligi saqlanib qoladi, yeyilishga bardoshlilik oshadi va ishlab chiqarishning ekologik xavfsizligini ta'minlash xarajatlari kamayadi. Ishlab chiqaruvchilarning chop etilgan materiallarini tahlil qilish natijasida bir necha turdagi uskunalar mavjudligi aniqlandi. Ular ishlatiladigan gazlar, sovitish usullari, kukun yetkazib berish usullari va unumdorligi bo'yicha farqlanadi.

GPS qurilmalarida oksidlovchi sifatida kislorod qo'llaniladi. Asosiy GPS modellariga quyidagilar kiradi: JP-5000/8000 (Tafa-Praxair, AQSH), DJ 2600/2700 (Sulzer Metco, AQSH), CJS (Thermico, Germaniya). Bundan tashqari, boshqa ishlab chiqaruvchilarning dizayni bo'yicha o'xshash, ammo patentlangan konstruktsion farqlarga ega uskunalar ham mavjud. Masalan, JP-8000 analoglari sifatida WokaStar (Sulzer Metco, AQSH) va K2 (GTV, Germaniya) modellarini keltirish mumkin.

Metallurgiyada bu tizimlar kontakt yuklamalari, agressiv muhitlar va yuqori haroratdan himoya qilishda qo'llaniladi. Ayni vaqtda xorijda bir necha yuzta GPS/SGV qurilmalari ishlatilmoqda. O'nlab turdagi GPS/SGV tizimlari ketma-ket ishlab chiqarilmoqda. Rossiya bozorida Sabaros, TZSP, Ural Payvandlash Instituti kabi kompaniyalar mavjud. JP-8000 qurilmasi JP-5000 ga nisbatan takomillashtirilgan boshqaruv tizimiga ega [7–8].

Quasar M3 qurilmasi Intelli-Jet bilan solishtirganda konstruktiv o'zgarishlarga ega bo'lib, chiqish parametrlarini yaxshilashga erishilgan. Barcha qurilmalar barqaror ishlaydi, masofaviy kompyuterlashtirilgan boshqaruv bloklari bilan jihozlangan va elektr hamda yong'inga qarshi xavfsizlik talablari bo'yicha moslashtirilgan. Ular ishlatiladigan gazlar va kukunlar hamda ularning uzatilish sxemalari bilan farqlanadi.

JP-5000/8000 va Diamond Jet Hybrid (DJ2600/2700) tizimlarida kislorod va yonuvchi gaz yonish kameralariga uzatiladi. Farqlar kukun yetkazib berish dizayni, gazlarni aralashtirish sxemasi va yonuvchi gaz turida namoyon bo'ladi. JP-5000 da yonilg'i sifatida kerosin, DJ2600 da esa vodorod, DJ2700 da propan, propilen yoki etilen ishlatiladi. Bu tizimlar suv bilan sovitilishini ta'minlaydi, DJ qurilmalarida esa issiqlikka ko'proq duchor bo'lgan qismlar qo'shimcha ravishda havo bilan ham sovutiladi.

Yonish mahsulotlari oqimining suv sovitish jarayonida barrel va soplo devorlariga issiqlik

uzatish intensivligi yuqori bo'lgani sababli katta energiya yo'qotishlar yuzaga keladi. Bu esa mahsulot sifatini saqlab qolish uchun unumdorlikni kamaytirishga majbur qiladi [5–7].

Natijalar va muhokama

Turli gaz turbinasini purkash (qoplash) usullarining ishlash samaradorligi 2-rasmda keltirilgan. Bu yerda metallarga purkash [14] turlari quyidagicha belgilangan:

- DM – yoyli metallizatsiya,
- HGN – sovuq gaz-dinamik purkash,
- GP – gaz alangali purkash,
- PN, PDV – plazmali usullar (tipik va dinamik vakuumda),
- GPS – gaz-alangali o'ta tezkor purkash,
- SGV – havoli gazli o'ta tezkor purkash,
- DN – detanatsion purkash.

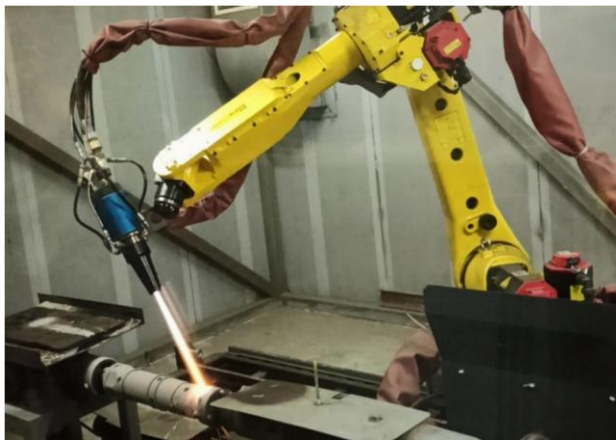
Metallurgiya sanoatida ushbu texnologiyalar kontakt yuklamalari, agressiv kimyoviy muhitlar va yuqori haroratlardan himoyalaniş uchun keng qo'llaniladi.

Bugungi kunda xorijda bir necha yuzta GPS/SGV qurilmalari amalda ishlatilmoqda. O'nlab FPS/SGV tizimlari ketma-ket ishlab chiqarilmoqda. Rossiya bozorida esa ushbu sohada Sabaros, TZSP va Ural Payvandlash Instituti kabi kompaniyalar faoliyat yuritmoqda [6–8].

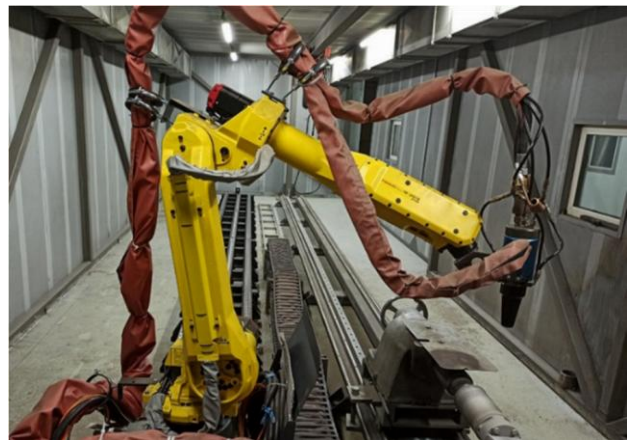
Qoplamaning mikroqattiqligi 500 – 700 HV100 ni tashkil qiladi, bu esa abraziv eskirish holatida uning kiyimga chidamliligini 20X13 markali qattiq simga nisbatan 1,5–2 baravar yuqori bo'lishini ta'minlaydi. Shu bilan birga, kesish usuli bo'yicha yopishish (adhesion) kuchi nichromga nisbatan 10–15% ga, 08G2S po'latiga nisbatan esa 3 baravarga yuqoridir.

ADM-jarayon (Aşinuvga chidamli Diffuzion Metallizatsiya) quyidagi ustunliklarni birlashtiradi:

- Ishlab chiqarish unumdorligi boshqa usullarga nisbatan 2–5 baravar yuqori;
- Bir birlikka to'g'ri keladigan xarajatlar 4–10 baravar past;
- Aşinuv va atmosferaviy korroziyaga qarshi samarali himoya;
- Plazma, HPS/SGV kabi boshqa issiqlik bilan purkash usullari bilan teng darajadagi yuqori sifatli qoplamalar.



a)



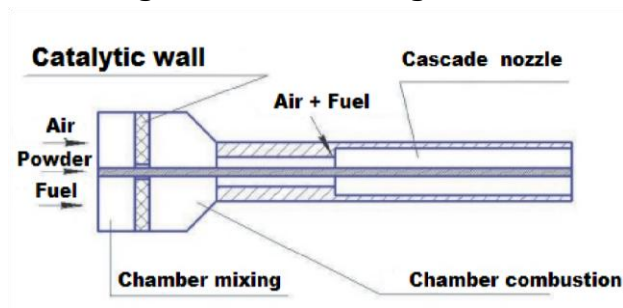
b)

a) b)

2-rasm– ADM-purkashning tipik misollari: a) krank mili;b) matbuot gidravlik silindir piston

rod, l 1090 mm, diametri 657 mm.

Olovni purkash usuli bilan olingan qoplamaning asosiy vazifasi agressiv muhitda, shu jumladan abraziv xususiyatlarga ega muhitda ishlashda korroziyaga chidamlilikdir. HV-2 dunyodagi eng yaxshi universal yuqori tezlikda HVOF olov sepish uskunalari biridir (rasmda ko'rsatilgan 6). O'rnatishning ko'krigidan chiqadigan oqim tezligi tovush tezligidan 7-9 baravar ko'p. G'ovakliligi 0,5% dan va yopishqoqligi > 80 MPA bo'lgan takrorlanadigan qoplamalarni olish imkoniyati tufayli supersonik purkash moslamasi ishlab chiqarishni optimallashtirish muammolarini hal qilish, galvanik xrom qoplama, nikel qoplama, detonatsiya, vakuum va ion-plazma purkagichlarini almashtirish uchun keng qo'llaniladi. Modulli dizayni va oson joylashuvi ushbu hvof kerosin-kislorodli suyuq yoqilg'i zavodini tezda o'rganish va ishlatishga imkon beradi.



3-rasm– Purkash jarayonining sxemasi.

Barcha dasturiy ta'minot va hujjatlar rus tilida. Dunyoda 50 dan ortiq installyatsiyalar muvaffaqiyatli ishlamoqda. Robot yordamida burnerning yonish kamerasida siqilgan havo va yonuvchi gaz (propan, propilen, MAF) aralashmasi yoqiladi va atomlangan kukun u orqali aksenel ravishda oziqlanadi. Jet yilda sepiladigan materiallar zarralar erish nuqtasi [800-11] yuqorida isitish holda 19 m / s tezlashtirish. Chiqish jarayonining umumiy sxemasi quyidagi 3-rasmda keltirilgan.

Xulosa

Gaz alangasida yuzalarni toblash texnologiyasi zamonaviy mashinasozlik va metallga ishlov berish sohalarida yuqori samaradorlikka ega bo'lgan ilg'or issiqlik ishlov berish usullaridan biridir. Mazkur texnologiyaning asosiy afzalligi shundaki, u metall buyumlarning ishchi sirtlarini mahalliy ravishda yuqori harorat bilan qizdirish orqali ularning qattiqligini, aşinuvga chidamliligini va umumiy ishlash muddati davomiyligini sezilarli darajada oshiradi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, gaz alangasi yordamida ishlov berilgan yuzalarda yuqori mikroqattiqlik (500–700 HV100 gacha), past porozlik va yuqori yopishish (adhesion) kuchi ta'minlanadi. Bu esa buyumlarning ekstremal ish sharoitlarida, ya'ni yuqori harorat, abraziv ta'sir va kimyoviy agressiv muhitlarda samarali ishlashini kafolatlaydi.

Shuningdek, bu texnologiyalar kimyo sanoati, energetika, neft va gaz sanoatida keng qo'llanmoqda. Masalan, neftni qayta ishlashdagi eshikli klapanlar va sharli valflar, turbin pichoqlari, issiqlik almashinish elementlari, bosim ostida ishlaydigan qozon detallarining uzoq muddatli ishonchli ishlashi aynan gaz alangasida toblash orqali ta'minlanmoqda. Boshqa tarafdin, GPS/SGV qoplamalarining eroziyaga bardoshliligi detanatsion purkashga

qaraganda 1,5–2 baravar yuqori bo'lib, bu ularning yuqori issiqlik kuchlanishlariga barqarorligini ko'rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 21-dekabrda PQ-4477-sonli qarori "Mashinasozlik va elektrotexnika sanoatini innovatsion rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida" // Respublika axborotnomasi. – T., 2022.
2. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 11-fevraldagi 66-sonli qarori "Texnik kasb-hunar ta'limi muassasalarida zamonaviy texnologiyalar asosida metallga ishlov berish va sirtini mustahkamlash tizimini takomillashtirish to'g'risida" // Hukumat qarorlari to'plami. – T., 2021.
3. Kharlamov Yu. A. Thermal spraying of coatings and environmental friendliness of production, operation and repair of machines // Heavy engineering. – 2000. – No. 2. – Pp. 10-13.
4. Korobov Yu. S. Increasing the service life of parts by supersonic gas-flame spraying // Heavy engineering. – 2006. – No. 7. – Pp. 34-36.
5. Handbook of Thermal Spray Technology // Ed. by J. R. Davis, ASM International 2004, 200 p.
6. Hao R. L. Thermal spraying technology and its applications in the iron and steel industry in China // Global Coating Solutions: proc. of ITSC 2007. (Ed.) B.R. Marple, May 14–16, 2007 (Beijing, China), ASM International – 2007. – Pp. 291-296.
7. Deng C. et al. Impingement resistance of HVOF WC-based coatings // Journal of Thermal Spraying. – 2007. – Vol. 16, – Pp. 604-609.
8. <http://www.sulzermetco.ru/>
9. Breitsameter M. J., Prosperini M. JP-5000, the HVOF of the 21st century // 4th HVOF Colloquium at Erding, Munchen – Bavaria – Nov 13-14. – 1997. – Pp. 119-125.
10. Rusch W. Comparison of operating characteristics for gas and liquid fuel HVOF torches // Thermal Spray 2007: Global Coating Solutions: proc. of ITSC 2007 Pub. Materials Park, Ohio, USA, ASM International, 2007, -Pp. 572-576.
11. Kreye H. A comparison of HVOF systems – Behavior of materials and coating properties // 4th HVOF Colloquium at Erding, Munchen – Bavaria – Nov 13-14. – 1997. – P. 13-21.
12. Verstak A., Baranovski V. Activated combustion HVOF coatings for protection against wear and high temperature corrosion // Thermal Spray 2003: Advancing the Science and Applying the Technology. Proc. of the ITSC-2003. – 2003.
13. – Vol. 1. – P. 1.