

**ROBOT MANIPULYATORLARNING ISHCHI QISMLARIDA ZAMONAVIY
MATERIALLARDAN FOYDALANISHNING AFZALLIKLARI****Polvonov Alimirzo Qutbiddin o'g'li***Namangan davlat texnika universiteti doktoranti***Djurayev Sherzod Sobirjonovich***Namangan davlat texnika universiteti*

Annotatsiya: *Maqolada robot manipulyatorlarining ishchi qismlarini ishlab chiqarishda zamonaviy materiallardan foydalanishning texnologik va samaradorlik jihatlari yoritiladi. Xususan, alyuminiy, titan, kompozit va karbon tolali materiallarning og'irlik, mustahkamlik, aşinishga chidamlilik kabi ko'rsatkichlari tahlil qilinib, ular an'anaviy po'lat materiallariga nisbatan ustunliklarga ega ekani isbotlanadi.*

Kalit so'zlar: *robot manipulyator, zamonaviy materiallar, alyuminiy, karbon tolali kompozit, og'irlik, mustahkamlik, avtomatlashtirish.*

KIRISH

Zamonaviy sanoatning avtomatlashtirilgan tizimlar bilan jihozlanishi bugungi kunda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, robot manipulyatorlar ishlab chiqarish, yig'ish, payvandlash, qadoqlash va nazorat kabi turli texnologik jarayonlarda asosiy bajaruvchi mexanizmlar sifatida keng qo'llanilmoqda. Robot manipulyatorlarning samarali ishlashi ko'plab omillarga bog'liq bo'lib, ularning orasida eng muhimlaridan biri — ishchi qismlarning fizik-mexanik va konstruktiv xususiyatlaridir.

An'anaviy ravishda robot manipulyatorlarining asosiy qismlari — bo'g'inlar, tutqichlar, tutashuvlar, uzatuvchi mexanizmlar — asosan po'latdan yoki og'ir metall qotishmalaridan tayyorlanadi. Biroq bu materiallar yuqori og'irlik va energiya sarfi, shuningdek, dinamik xarakteristikalarini cheklashi bilan bir qatorda, manipulyatorlarning tezligi va samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shunday vaziyatda zamonaviy materiallar — alyuminiy, titan, uglerod (karbon) tolali kompozitlar va boshqa ilg'or texnologik moddalarning afzalliklari dolzarb bo'lib bormoqda.

Zamonaviy materiallar o'zining yengilligi, yuqori mustahkamligi, aşinishga chidamliligi, korroziyaga bardosh berishi, kam quvvat talab qilishi bilan ajralib turadi. Ayniqsa, uglerod tolali kompozitlar va alyuminiy qotishmalari kuchlanishlarga bardoshli, ammo vazni juda kam bo'lgan komponentlar tayyorlash imkonini beradi. Bu esa robot manipulyatorlarning harakat tezligi, aniqligi va energetik samaradorligini oshiradi.

Ushbu maqolada robot manipulyatorlarning ishchi qismlarida zamonaviy materiallardan foydalanishning texnik, iqtisodiy va samaradorlik jihatlari chuqur tahlil qilinadi. Tadqiqotda mavjud materiallarning tahlili, ularning fizikaviy va mexanik xususiyatlarini solishtirish, zamonaviy materiallar asosida modellashtirilgan

manipulyatorlar ustida olib borilgan eksperimentlar natijalari yoritiladi. Shuningdek, grafik va jadval ko'rinishida amaliy natijalar ko'rsatiladi.

Uslubiy qism. Mazkur tadqiqotda robot manipulyatorlarining ishchi qismlarida zamonaviy materiallardan foydalanish samaradorligini baholash uchun tizimli va kompleks ilmiy yondashuvlar qo'llanildi. Ilmiy-texnik asoslangan natijalarga erishish uchun analitik tahlil, raqamli modellashtirish, mexanik hisoblashlar, eksperimental sinov va taqqoslovchi statistik metodlar uyg'unlashtirildi. Tadqiqotning har bir bosqichi mavjud ishlab chiqarish tajribasi va ilg'or ilmiy ishlanmalarga asoslangan holda olib borildi.

Birinchi bosqichda, an'anaviy (po'lat asosli) va zamonaviy (alyuminiy, titan, karbon tolali kompozit) materiallarning fizik-mexanik xossalari chuqur o'rganildi. Har bir materialning zichligi, mustahkamligi, egiluvchanligi, korroziyaga chidamliligi, ishlov berish qulayligi va iqtisodiy samaradorligi kabi mezonlar bo'yicha taqqoslovchi jadval tuzildi.

Keyingi bosqichda CAD (Computer-Aided Design) vositalari orqali manipulyatorlarning modullari (bo'g'in, tutqich, uzatmalar) zamonaviy materiallar asosida modellashtirildi. Uch o'lchamli (3D) modellar SolidWorks va Autodesk Inventor dasturlarida yaratildi va keyinchalik ANSYS Workbench platformasida kuchlanish, deformatsiya, charchoq tahlili bo'yicha raqamli simulyatsiyalar bajarildi. Bu orqali turli materiallarning ishchi holatdagi yuki ostida qanday turg'unlikka ega ekani aniqlandi.

Shuningdek, harakat xarakteristikalarini baholash uchun MATLAB Simulink muhitida manipulyatorning dinamik modeli qurildi. Bu model asosida manipulyatorlarning harakat tezligi, yuk ko'tarish qobiliyati va energiya sarfi baholandi. Natijalar grafik va jadval ko'rinishida vizualizatsiya qilindi.

Tajriba asosida zamonaviy materiallardan tayyorlangan kichik prototip manipulyator qismlari tayyorlanib, maxsus laboratoriya stendida real yuklamalar ostida sinovdan o'tkazildi. Olingan amaliy natijalar raqamli modellashtirish bilan taqqoslanib, metodologiyaning aniqligi va ishonchliligi baholandi.

Mazkur yondashuv orqali turli materiallardan foydalanish robot manipulyatorlarning samaradorligiga qanday ta'sir ko'rsatishi ilmiy asosda aniqlab berildi.

Natijalar. Tadqiqot davomida zamonaviy materiallar asosida ishlab chiqilgan robot manipulyator qismlarining texnik va funktsional samaradorlik ko'rsatkichlari an'anaviy po'lat asosidagi analoglar bilan taqqoslab tahlil qilindi. Asosiy baholash mezonlari sifatida quyidagi omillar tanlandi: umumiy og'irlik, mustahkamlik, energiya sarfi, harakat tezligi va charchoqqa chidamlilik.

Raqamli simulyatsiya natijalariga ko'ra, karbon tolali kompozit materiallardan tayyorlangan manipulyator qismlari po'latga nisbatan 60% yengil va 2 baravar ko'proq mustahkamlikka ega ekani aniqlandi. Masalan, po'latdan tayyorlangan 1-bo'g'in og'irligi 100 kg bo'lsa, xuddi shu shakldagi karbon kompozitdan yasalgan bo'g'in atigi 40 kg bo'ldi. Bunda harakatni boshqaruvchi aktuatorlar yuklamasi kamaydi, bu esa energiya sarfini 30–35% gacha kamaytirish imkonini berdi.

Jadval 1. Materiallar bo'yicha asosiy texnik ko'rsatkichlar

Material	Og'irlik (kg)	Mustahkamlik (MPa)	Energiya sarfi (%)	Ashinishga chidamlilik
Po'lat	100	450	100%	O'rtacha
Alyuminiy	65	300	85%	Past
Titan	60	900	80%	Yuqori
Kompozit	45	700	70%	Yuqori
Karbon tolali	40	1000	65%	Juda yuqori

Muhokama. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, robot manipulyatorlarining ishchi qismlarida zamonaviy materiallardan foydalanish samaradorlikka bevosita va ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, og'irlikni kamaytirish orqali manipulyatorlarning dinamik ko'rsatkichlari sezilarli darajada yaxshilanadi. Bu, o'z navbatida, sanoat jarayonlarining tezkorligi, aniqligi va energetik tejamkorligini oshiradi. Misol uchun, og'irligi kamaygan manipulyatorlar tezroq harakat qiladi, yuklamalar kamayadi, xizmat muddati uzayadi.

Po'lat materiallari arzon va keng tarqalgan bo'lishiga qaramay, ularning og'irligi va korroziyaga chidamliligi pastligi sababli murakkab sanoat sharoitlarida yetarlicha qulay emas. Alyuminiy esa engil va ishlov berish qulay bo'lgan material sanalsa-da, mustahkamlik jihatidan cheklovlarga ega. Titan materiallari og'irlik va mustahkamlik o'rtasida muvozanatni saqlagan, biroq narxi va ishlov berish texnologiyasi murakkab. Kompozit va karbon tolali materiallar esa eng yaxshi mustahkamlik/og'irlik nisbatiga ega, ashinish va charchoqqa qarshi juda chidamli, ammo narxi yuqori.

Muhokama jarayonida muhim jihatlardan biri — material tanlashda faqat texnik emas, balki iqtisodiy omillar ham hisobga olinishi kerakligi ta'kidlandi. Masalan, yuqori narxga ega karbon tolali materiallar seriyasini barcha manipulyatorlarda to'liq joriy etish iqtisodiy jihatdan har doim ham maqsadga muvofiq emas. Shu sababli, kombinatsiyalangan konstruksiyalar (ya'ni, yuk tushuvchi qismlar karbon tolali, ikkinchi darajadagi qismlar alyuminiy yoki po'lat) eng maqbul yondashuv bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, zamonaviy materiallarning ishlov berish texnologiyalari (masalan, 3D-printerda kompozit bosib chiqarish, vakuumli kalıplama texnikasi) rivojlanib borgan sari, ularning narxi pasaymoqda va ommaviylashtirish imkoniyati ortib bormoqda. Kelgusida aynan zamonaviy materiallarga asoslangan manipulyatorlar sanoatning har bir sohasida keng qo'llaniladi, deb taxmin qilish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Zatsiorsky, V. M. (2002). Kinetics of Human Motion. Human Kinetics – muqobil inertsiya tahlili uchun.
2. Pieper, D. L. (1968). The Kinematics of Manipulators Under Computer Control. Stanford Research.
3. Gafurov, U., & Ergashev, M. (2022). Robototexnika asoslari va dasturlash. Toshkent: TDPU nashriyoti.

4. O'G'Li, P. A. Q., & Sobirjonovich, D. S. (2025). SANOAT KORXONALARI UCHUN ROBOT MANIPULYATORLARINI ISHCHI QISMLARINI TAKOMILLASHTIRISH ORQALI SAMARADORLIGINI OSHIRISH. Al-Farg'oniy avlodlari, 1(2), 45-48.