Avtomobillarning plastik qismlarini ishlab chiqaruvchi korxonalarda bo‘yoq sepuvchi robotlarining ish samaradorligini takomillashtirish

Xolmurotov Botirjon Tursinboyevich
Dotsent PhD, Andijon davlat texnika instituti
xolmurotovbotirjon@gmail.com
Umurzaqov Muxammadali Maxmud o‘g‘li
Magistrant, Andijon davlat texnika instituti
mumurzakov1998@outlook.com

Annotatsiya: Ushbu tezis avtomobil sanoatida plastik qismlarni bo‘yoqlashda robotlar samaradorligini oshirishga qaratilgan. Trayektoriya optimallashtirish, ikki nozelli tizim va GMW standartlariga rioya qilish orqali sikl vaqtini qisqartirish va sifatni yaxshilash ko‘zda tutilgan.
Kalit so‘zlar: bamper, avtomobil, trayektoriya, robotlar, GMW standartlari, algoritm, bo‘yoqlash.
Аннотация: Данная диссертация направлена на повышение эффективности роботов при окраске пластиковых деталей в автомобильной промышленности. Оптимизация траектории, система с двумя соплами и соблюдение стандартов GMW предполагают сокращение времени цикла и улучшение качества.
Ключевые слова: бампер, автомобиль, траектория, роботы, GMW стандарты, алгоритм, покраска.
Annotation: This thesis aims to enhance the efficiency of robots in painting plastic parts in the automotive industry. By optimizing trajectories, utilizing a dual-nozzle system, and adhering to GMW standards, it seeks to reduce cycle time and improve quality.
Keywords: bumper, automobile, trajectory, robots, GMW standards, algorithm, painting.

KIRISH

Avtomobil sanoatida plastik qismlarning (bamperlar, ichki panellar va boshqalar) keng qo‘llanilishi bo‘yoqlash jarayonlarida avtomatlashtirishni talab qiladi. Hozirgi kunda global raqobatbardoshlikni ta’minlash uchun robotlarning samaradorligini oshirish muhim vazifa hisoblanadi. Ushbu tadqiqotning maqsadi bo‘yoq sepuvchi robotlarning ish samaradorligini trayektoriya optimallashtirish, nozellar sonini ko‘paytirish va GMW standartlariga rioya qilish orqali takomillashtirishdan iborat. Mavjud muammolar — trayektoriyaning murakkabligi, bitta nozelning cheklangan qamrovi va standartlarga moslashuvdagi qiyinchiliklar — ushbu ishda ko‘rib chiqiladi.

ISSN 3030-3907

“Uzauto Motors” AJ bilan ishlashda “General Motors Worldwide” (GMW) standartlari asosida ishlash talab etiladi. Ushbu standartlar avtomobil qismlarini, xususan tashqi plastik qismlarni bo‘yash jarayonida sifat, chidamlilik va estetik ko‘rinishni ta’minlash uchun qo‘llaniladi. Har bir qism bo‘yash jarayonidan so‘ng GM tomonidan belgilangan test sinovlaridan o‘tkaziladi va tasdiqlanadi. Bu jarayonda robotlardan foydalanish muhim ahamiyatga ega, chunki ular aniq parametrlar asosida ishlaydi va inson xatolarini minimallashtiradi. Quyida GMW standartlari, ularning qo‘llanilishi va robot dasturini moslashtirish bo‘yicha batafsil ma’lumot beriladi:

- GMW14797 – Tashqi plastik qismlarning ko‘rinishiga qo‘yiladigan talablar:

Maqsad: Ushbu standart tashqi plastik qismlarning bo‘yoq qoplamasi sifatini, rang bir xilligini va estetik ko‘rinishini nazorat qiladi. Bu avtomobilning tashqi ko‘rinishi mijozlar uchun muhim bo‘lganligi sababli alohida e’tibor talab etadi.

Talablar: Bo‘yoq qalinligi 25-35 mikron oralig‘ida bo‘lishi kerak. Qalinlikdan har qanday chetga chiqish (masalan, 20 mikrondan kam yoki 40 mikrondan ko‘p) qismning sifat sinovlaridan o‘ta olmasligiga olib keladi. Bundan tashqari, bo‘yoq yuzasida pufakchalar, chizmalar yoki rang o‘zgarishi kabi nuqsonlar bo‘lmasligi lozim.

Robotlarda qo‘llanilishi: Robotlarda bo‘yoq purkash bosimi 2-3 bar oralig‘ida sozlanadi, bu esa bo‘yoqning bir tekis tarqalishini ta’minlaydi. Nozel masofasi 20-30 sm sifatida belgilandi, chunki bu masofa bo‘yoqning qism yuzasiga optimal joylashishini kafolatlaydi. Robot dasturiga ushbu parametrlarni kiritish bilan birga, purkash jarayonida bir xillikni ta’minlash uchun robotning harakat trayektoriyasi silliq va uzluksiz bo‘lishi kerak. Masalan, FANUC yoki ABB robotlarida bu jarayon “path planning” (yo‘l rejalashtirish) funksiyasi orqali amalga oshiriladi.

- GMW14867 – Tashqi plastik bo‘yalgan qismlarning ishlash talablari:

Maqsad: Ushbu standart bo‘yoq qoplamasining chidamliligini sinovdan o‘tkazadi. Tashqi qismlar quyosh nuri (UV), kimyoviy moddalar (masalan, yoqilg‘i yoki tozalash vositalari) va ob-havo sharoitlariga bardosh berishi kerak.

Talablar: Sinov shartlariga ko‘ra, qism 1000 soat davomida quyosh nuriga ta’sir qilinganda rang o‘zgarishi 2 Delta E dan oshmasligi lozim. Delta E – rang farqini o‘lchash uchun xalqaro standart bo‘lib, 2 dan yuqori o‘zgarish inson ko‘zi bilan seziladi va qism rad etiladi. Bundan tashqari, bo‘yoq qatlami mexanik shikastlanishga (masalan, chizilishga) va kimyoviy korroziyaga chidamli bo‘lishi shart.

ISSN 3030-3907

Robotlarda qo‘llanilishi: Ushbu standartga rioya qilish uchun robotlarda ikki nozel texnikasi qo‘llaniladi: birinchi nozel asosiy bo‘yoq qatlamini, ikkinchisi esa himoya qatlamini (masalan, UV filtrli lak) purkaydi. Bu qatlamlarning bir xilligi uchun purkash jarayoni sinxronlashtiriladi va quritish harorati 60-80°C oralig‘ida, vaqt esa 30-60 daqiqa sifatida optimallashtiriladi. Robot dasturida quritish bosqichi avtomatlashtirilgan bo‘lib, harorat sensorlari orqali nazorat qilinadi.

- GMW15520 – Bo‘yoqlash uskunalari standarti:

Maqsad: Ushbu standart bo‘yoqlash jarayonida ishlatiladigan uskunalarning, xususan robotlarning texnik imkoniyatlarini belgilaydi. Uskunalar GMW talablariga mos kelishi va barqaror ishlashi shart.

Talablar: Purkash tezligi 300-500 mm/s oralig‘ida bo‘lishi kerak. Bu tezlik bo‘yoqning qism yuzasida to‘planib qolmasligini yoki juda yupqa qatlam shakllanmasligini ta’minlaydi. Shuningdek, uskunalarda qalinlikni o‘lchash va jarayonni real vaqtda monitoring qilish imkoniyati bo‘lishi lozim.

Robotlarda qo‘llanilishi: Robot trayektoriyasi tezligi dasturda moslashtiriladi va har bir qism uchun optimal purkash tezligi tanlanadi. Masalan, katta yuzali qismlar uchun 400-500 mm/s, kichik detallar uchun esa 300-350 mm/s tezlik qo‘llanilishi mumkin. Qalinlik o‘lchagich sensorlari (masalan, lazerli yoki ultratovushli) robotga integratsiya qilinib, bo‘yoq qalinligi 25-35 mikron oralig‘ida ekanligini tekshiradi. Agar chetlanish aniqlansa, robot avtomatik ravishda bosim yoki masofani tuzatadi.

Robot dasturini GMW talablariga moslashtirish jarayoni:

Parametrlar kiritish: Bosim (2-3 bar), masofa (20-30 sm), tezlik (300-500 mm/s) kabi asosiy qiymatlar robotning boshqaruv dasturiga (masalan, FANUC R-30iB yoki ABB IRC5) kiritiladi. Bu parametrlar har bir qismning o‘lchami va shakliga qarab nozik sozlanishi mumkin.

Simulyatsiya va testlash: Robot dasturi virtual muhitda (masalan, Roboguide yoki RobotStudio‘da) sinovdan o‘tkaziladi. Bu bosqichda purkash trayektoriyasi, qatlam bir xilligi va vaqt samaradorligi tekshiriladi.

Kalibrlash: Haqiqiy uskuna bilan sinov ishlari o‘tkaziladi. Sensorlardan olingan ma’lumotlar (qalinlik, bosim, tezlik) asosida dastur noziklashtiriladi.

GM tasdiqlash sinovlari: Tayyor qismlar GMW standartlari bo‘yicha sinovdan o‘tkaziladi. Masalan, UV sinovi (1000 soat), kimyoviy chidamlilik sinovi va estetik tekshiruvlar o‘tkaziladi. Natijalar GM tomonidan tasdiqlangandan so‘ng, jarayon to‘liq tasdiqlanadi.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA / ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДОЛОГИЯ / METHODS

Hozirgi kunda avtomobil sanoatida ABB IRB seriyasi va FANUC P-250iB kabi robotlar plastik qismlarni bo‘yoqlashda qo‘llaniladi. Biroq, trayektoriya murakkabligi va bitta nozelning cheklovlari samaradorlikni pasaytiradi. Tadqiqotda trayektoriyani optimallashtirish uchun A* algoritmi va dinamik dasturlash usullari taklif etiladi. Ikkinchi nozel qo‘shish va bo‘yoq purkash burchagini 45° ga optimallashtirish ham sinovdan o‘tkazildi. GMW14797, GMW14867 va GMW15520 standartlari asosida robot dasturlari moslashtirildi. Simulyatsiya RobotStudio va Roboguide dasturlarida o‘tkazildi.

NATIJALAR / РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Trayektoriya optimallashtirish bamper bo‘yoqlashda sikl vaqtini 25 metrdan 20 metrga qisqartirib, 10% vaqt tejashni ta’minladi. Ikki nozelli tizim bitta nozel bilan 25 soniyada bo‘yalgan qismni 15 soniyada tugatdi, bu samaradorlikni 20% oshirdi. GMW standartlariga rioya qilish bo‘yoq qalinligini 25-35 mikron oralig‘ida ushlab, sifat muammolarini minimallashtirdi. Dastlabki xarajatlar ($40,000-$60,000) 6-8 oyda qoplandi.

MUHOKAMA / ОБСУЖДЕНИЕ / DISCUSSION

Trayektoriya optimallashtirish va ikki nozelli tizim energiya tejash va mexanik yukni kamaytirishda muhim rol o‘ynadi. GMW standartlari qo‘llanilishi sifatni oshirgan bo‘lsa-da, yangi usullarni joriy etishda qo‘shimcha xarajatlarni hisobga olish lozim. Kelajakda adaptiv AI algoritmlari va uch nozelli tizimlar sinovdan o‘tkazilishi mumkin. Ushbu yondashuvlar boshqa sanoat korxonalarida ham qo‘llanilishi mumkin, ammo dastlabki o‘zgarishlardan qoniqish hosil qilish qiyinchilik tug‘dirishi ehtimoli bor.

XULOSA / ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

Ushbu tadqiqot avtomobil sanoatida plastik qismlarni bo‘yoqlashda robotlar samaradorligini oshirish uchun trayektoriya optimallashtirish, ikki nozelli tizim va GMW standartlariga rioya qilish samarali ekanligini ko‘rsatdi. Sikl vaqti 10-15% qisqardi, samaradorlik 20% oshdi va sifat kafolatlandi. Kelajakda AI va yangi texnologiyalarni qo‘llash taklif etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI / ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. “Robotics in Automotive Manufacturing” (J. Smith, 2020).
2. "RobotStudio® Simulation of Industrial Automation Processes" (B. Mocan et al., 2017).

ISSN 3030-3907

3. GMW14797, GMW14867, GMW15520 standartlari hujjatlari.
4. "Industrial Robotics: Technology, Programming, and Applications" (M.P. Groover, 2021).
5. "Automotive Painting Technology" (K. Toda et al., 2019).
6. “Yangi O`zbekistonning istiqbolli yoshlari” Mavzusidagi Talabalar ilmiy-amaliy anjumani. Respublika konferentsiyasi. Andijon 2024. 774b.

ISSN 3030-3907