

## **QUTISIMON DETALLARNI “RDB” DASTGOHLARIDA TAYYORLASHNI NAZARIY TAHLILI VA TAKOMILLASHTIRISH**

**Abdisaidov Nodirbek Akmal o‘g‘li**  
**Toshkent davlat transport universiteti**  
[abdisaidovnodirbek@gmail.com](mailto:abdisaidovnodirbek@gmail.com)

**Аннотация:** В данной статье рассматриваются вопросы совершенствования технологии обработки коробчатых деталей на станках с ЧПУ (числовым программным управлением). Проанализированы пути получения высокоточной и эффективной обработки с использованием возможностей станков RDB. Приведены практические рекомендации по настройке станка, выбору режимов резания, типов инструментов и программированию. Особое внимание уделено технологической последовательности и точности обработки сложных коробчатых форм.

**Ключевые слова:** Станки с ЧПУ, коробчатые детали, технологическая последовательность, точность, обработка.

**Annotasiya:** Ushbu maqolada qutisimon (korobkali) detallarni RDB (raqamli dastur boshqaruvli) dastgohlarida ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish masalalari ko‘rib chiqiladi. RDB dastgohlarining imkoniyatlaridan foydalanib, yuqori aniqlikdagi, samarador va sifatli detallarni olish yo‘llari tahlil qilinadi. Dastgoh sozlash jarayoni, ishlov berish parametrlarini tanlash, kesuvchi asboblarning turlari va texnologik rejimlarni optimallashtirish masalalari asosida amaliy tavsiyalar berilgan. Qutisimon detallar geometrik murakkablikka ega bo‘lganligi sababli, ularni qayta ishlashda texnologik ketma-ketlik va dasturlash aniqligiga alohida e‘tibor qaratiladi.

**Kalit so‘zlar:** Raqamli dastur boshqaruvi, qutisimon detallar, texnologik ketma-ketlik, aniqlik, ishlov berish.

**Abstract:** This article discusses the improvement methods of manufacturing box-shaped parts using CNC (Computer Numerical Control) machines. It analyzes ways to achieve high-precision and efficient production through the use of RDB machines. Practical recommendations are provided based on optimization of machining parameters, tool selection, machine setup, and programming accuracy. Special attention is paid to the technological sequence required for processing complex geometrical shapes of box-type parts.

**Keywords:** CNC machines, box-shaped parts, technological sequence, accuracy, machining process.

### *Kirish*

Mashinasozlik sanoatining rivojlanishi bilan bir qatorda, murakkab shakldagi detallarni yuqori aniqlikda, qisqa muddatda va past tannarxda tayyorlash talablari ham ortib bormoqda. Ayniqsa, qutisimon (korobkali) detallar konstruktiv jihatdan ko'p yuzali, ichi bo'sh, murakkab shakldagi qismlar bo'lib, mexanizmlarning asosi sifatida keng qo'llaniladi. Ular ko'p hollarda dvigatellar, reduktorlar, nasoslar va gidravlik bloklar korpuslari sifatida xizmat qiladi. Mazkur detallarni an'anaviy dastgoh uskunalarda ishlov berish katta mehnat va vaqt talab qiladi, shuningdek aniqlik va sifat ko'rsatkichlari ham doimiy kafolatlanmaydi.

Shu bois, ushbu muammoning samarali yechimi sifatida raqamli dastur boshqaruvli (RDB, ya'ni CNC) dastgohlarni qo'llash dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. RDB dastgohlar yordamida ishlov berish texnologiyasi ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtirish, inson omilini kamaytirish va ishlab chiqarish sifatini barqaror saqlash imkonini beradi. Aynan qutisimon detallar kabi murakkab konstruksiyali mahsulotlarga ishlov berishda RDB dastgohlarining ahamiyati yanada ortadi.

Prezidentning sanoat modernizatsiyasi va raqamli texnologiyalarni joriy etish bo'yicha qabul qilgan qarorlari (xususan, 2020-yildagi PK-4427-sonli qarori) asosida yurtimiz sanoat korxonalarida ilg'or texnologiyalar, jumladan, CNC dastgohlari faol joriy etilmoqda. Biroq, bu dastgohlardan maksimal samaradorlikda foydalanish uchun detallarning konstruktiv xususiyatlarini inobatga olgan holda, texnologik jarayonlarni chuqur tahlil qilish va doimiy takomillashtirib borish talab etiladi.

Shu nuqtai nazardan, ushbu maqolada qutisimon detallarni RDB dastgohlarida ishlab chiqarish jarayonini takomillashtirish bo'yicha metodik yondashuvlar, texnologik ketma-ketlikni to'g'ri tashkil etish, ishlov berish rejimlarini optimallashtirish va kesuvchi asboblarni tanlashga oid masalalar ilmiy-nazariy asosda tahlil qilinadi. Maqola natijalari asosida amaliy tavsiyalar ishlab chiqiladi va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bo'yicha xulosalar beriladi.

### **Nazariy asos**

Qutisimon detallar mashinasozlikda turli xil mexanik, gidravlik va energetik tizimlar uchun tayyorlanadigan asosiy elementlardan biri bo'lib, ular asosan dvigatel, reduktor, nasos, kompressor, gidravlik blok kabi murakkab texnologik qurilmalar tarkibida uchraydi. Ushbu detallarni ishlab chiqarishda yuqori aniqlik, o'lcham barqarorligi, sirt tozaligi va texnologik ketma-ketlikning to'g'ri tashkil etilishi muhim ahamiyatga ega. An'anaviy usullar yordamida ushbu detallarni ishlab chiqarishda ko'p vaqt va mehnat sarflanishi, texnologik jarayonlarda inson omiliga bog'liqlik, nuqsonlar sonining ortishi kabi kamchiliklar kuzatiladi. Bunday muammolarni bartaraf etish uchun zamonaviy texnologik echimlardan biri bu — raqamli dastur boshqaruvli (RDB)

dastgohlar hisoblanadi. CNC dastgohlarining asosiy afzalligi shundaki, ular dasturiy boshqaruv asosida ishlaydi va aniqlik, takrorlanuvchanlik, samaradorlik hamda resurs tejash imkoniyatlarini taqdim etadi.

RDB dastgohlar CAM (Computer-Aided Manufacturing) tizimlari bilan integratsiyalashgan holda ishlaydi. Ushbu tizimlarda oldindan yaratilgan 3D modelga asoslangan holda avtomatik tarzda kesish traektoriyasi va ishlov berish parametrlarini belgilovchi NC-kodlar tuziladi. Bu esa murakkab shakldagi (ayniqsa, qutisimon) detallarni yuqori aniqlikda va minimal xatolik bilan qayta ishlash imkonini beradi.

Shuningdek, kesuvchi asboblar tanlovi, ishlov berish rejimlari (tezlik, ozuqa, chuqurlik), silliqlik darajasi, termik deformatsiyalarni hisobga olish kabi ko‘plab omillar ishlab chiqarish sifatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Qutisimon detallar ichki va tashqi sirtlarining murakkab shakli tufayli ko‘p bosqichli ishlov berishni talab qiladi: frezalash, burg‘ulash, ichki va tashqi parmalash, silliqlash va yakuniy nazorat bosqichlarida aniqlik yuqori bo‘lishi lozim.

Ilmiy manbalarda (Rasulov M., 2020; Abdurahmonov I., 2021) qayd etilishicha, CNC dastgohlarida qutisimon detallarni qayta ishlashda dastlabki tayyorlov bosqichi, dasturlashning to‘g‘riligini ta’minlash, optimal texnologik ketma-ketlikni ishlab chiqish va ishlov berish parametrlarini moslashtirish — samarali ishlab chiqarishning muhim shartlaridandir.

Shuningdek, aniqlikni ta’minlashda dastgoh sozlamalari (kalibrovka), o‘lchash asboblarining aniqligi va ishlab chiqarish muhitining harorat sharoiti ham hisobga olinishi kerak. Aynan shu omillar yig‘indisi sifatli, aniq va ishonchli qutisimon detallarni ishlab chiqarishga zamin yaratadi.

### **Tadqiqot natijalari yoki amaliy tahlil**

Amaliy tadqiqotlar Toshkent shahridagi mashinasozlik korxonasida joylashgan “HAAS VF-4” markali vertikal RDB dastgohda olib borildi. Tajriba uchun alyuminiy va 45-markali konstrukcion po‘latdan yasalgan ikki turdagi qutisimon detallar tanlandi. Detaillar quyidagi o‘lchamlarga ega edi: 250×200×150 mm. CAM dasturi yordamida 3D modelga asoslangan NC-kodlar ishlab chiqildi va quyidagi ishlov berish ketma-ketligi tanlandi:

#### **Yuzalash va tekislash**

#### **Tashqi konturlarni frezalash**

#### **Ichki bo‘shliqlarni frezalash va burg‘ulash**

#### **Teshiklarni kengaytirish va parmalash**

#### **So‘nggi silliqlash va yakuniy nazorat**

Natijalar quyidagicha bo‘ldi:

Sirt silliqligi: **Ra = 1.0–1.2 mkm**

O'lcham aniqligi:  $\pm 0.01$  mm

Ishlov berish vaqti an'anaviy dastgohlarga nisbatan **30–40% qisqardi**

Detalga ishlov berish paytida asbobning isish darajasi  $15–18^{\circ}\text{C}$  ni tashkil qildi (stabil holat)

CAM dasturida o'zgartirilgan traektoriya orqali asboblarning almashinuvi soni 5 ta kam bo'ldi

Ushbu dalillar RDB dastgohlari orqali ishlov berishda yuqori samaradorlik va aniqlikka erishish mumkinligini ko'rsatdi.

### **Tahlil**

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, qutisimon detallarni ishlab chiqarishda ishlov berish jarayonini avtomatlashtirish, aniq rejalashtirish va optimallashtirish muhim rol o'ynaydi. CAM tizimida tayyorlangan NC-kodlar asbob harakatlarining silliq, doimiy va zararsiz bajarilishini ta'minlaydi.

Bundan tashqari, tajriba jarayonida aniqlikning yuqori darajada saqlanishi kesuvchi asboblarning to'g'ri tanlangani, ishlov berish parametrlarining optimal holatga keltirilgani va termik deformatsiyalarning minimalligi bilan bog'liqdir. An'anaviy dastgohlarda esa detallarni qayta ishlashda asosan operator malakasi va ko'z bilan baholashga asoslangan nazorat usullari mavjud bo'lib, bu ishlab chiqarishda noaniqliklar va xatoliklar ehtimolini oshiradi.

RDB dastgohlarining afzalliklaridan biri — takrorlanuvchanlikdir. Har bir detalga bir xil sifatda ishlov berilishi mahsulot sifatining barqarorligini ta'minlaydi. Bu, ayniqsa, eksportbop mahsulotlar ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega.

Asosiy xulosa

Yuqoridagi tahlillar asosida qutisimon detallarni RDB dastgohlarida tayyorlash quyidagi afzalliklarga ega ekanligi isbotlandi:

Ishlab chiqarish aniqligi oshadi:  $\pm 0.01$  mm gacha

Sirt sifatini nazorat qilish osonlashadi:  $Ra \leq 1.2$  mkm

Ishlab chiqarish jarayoni avtomatlashtiriladi va inson omili kamayadi

Detalga ishlov berish vaqti qisqaradi

CAM tizimlarida dasturlash orqali tajribali operatorga ehtiyoj kamayadi

Nuqsonlar soni keskin kamayadi

### **Muallif taklifi**

Muallif tomonidan taklif etilgan yondashuv — bu **qutisimon detallarni ishlov berishda asboblarning traektoriyasini CAM dasturida optimallashtirish, ish tartibini modellashtirish va ishlov berish bosqichlarini avtomatik tahlil asosida sozlash** hisoblanadi.

Shuningdek, quyidagi usullar taklif etiladi:

Detal modellari asosida ilg'or "Adaptive Clearing" strategiyasidan foydalanish  
Asboblari o'zgarish sonini minimallashtirish orqali ish siklini qisqartirish  
Dastgohga integratsiyalashgan onlayn o'lchov tizimi (touch probe) orqali real vaqtda nazorat o'rnatish

Mazkur yondashuvlar RDB dastgohlardan maksimal samarali foydalanish imkonini beradi.

Xulosa qilib aytganda Qutisimon detallarni "RDB" dastgohlarida tayyorlash bo'yicha olib borilgan ilmiy-nazariy va amaliy tahlillar shuni ko'rsatadiki, raqamli dastur boshqaruvli texnologiyalardan foydalanish nafaqat ishlab chiqarish jarayonining sifatini oshiradi, balki texnologik resurslardan samarali foydalanish, inson omilining ta'sirini kamaytirish, mahsulot tannarxini pasaytirish va ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtirishda muhim o'rin tutadi.

RDB dastgohlarining imkoniyatlari qutisimon murakkab detallarni ishlab chiqarishda ayniqsa samarali ekanligi amaliy tajribalar orqali isbotlandi. Frezalash, burg'ulash, ichki bo'shliqlarga ishlov berish, silliqlash va parmalash kabi texnologik operatsiyalar yuqori aniqlikda, minimal xatolik bilan va takrorlanuvchi sifatda bajarildi. CAM tizimlari asosida oldindan modellashtirilgan ishlov berish traektoriyalari, kesuvchi asboblari tanlovining optimallashtirilishi, termik deformatsiyalarning oldini olish — bularning barchasi sifatni oshirishning asosiy omillari bo'ldi.

Maqolada ta'kidlanganidek, CNC dastgohlaridan to'g'ri foydalanish uchun operatorlarning malakasi, dasturlash bilimlari va texnologik jarayonlarni chuqur tushunishi talab etiladi. Shu bois, bu texnologiyalarni ishlab chiqarishga tatbiq etish bilan birga, kadrlar tayyorlash, amaliyotga yo'naltirilgan o'quv kurslari, CAM/CAD tizimlaridan foydalanish ko'nikmalarini kengaytirish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Umuman olganda, qutisimon detallarni RDB dastgohlarda tayyorlashni takomillashtirish orqali quyidagi natijalarga erishish mumkin:

Detal sifati va aniqligini oshirish;

Ishlab chiqarish jarayonini tezlashtirish va mehnat unumdorligini ko'paytirish;

Material va vaqt resurslarini tejash;

Sifat nazoratini raqamli asosda tashkil etish;

Mahsulotlarning raqobatbardoshligini oshirish va eksport imkoniyatlarini kengaytirish.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, RDB dastgohlarida ishlov berish texnologiyasini doimiy takomillashtirish, zamonaviy CAM tizimlari bilan integratsiyani kuchaytirish va har bir detalga individual yondashuvni joriy etish mashinasozlik sanoatining raqamli transformatsiyasida muhim strategik yo'nalish hisoblanadi.

### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Rasulov M. – *Stanoklar va dastgohsozlik asoslari*. Toshkent: “Fan va texnologiya”, 2020.
2. Abdurahmonov I. – *Raqamli boshqaruvli dastgohlar (RBD) texnologiyasi*. Samarqand: SamDU, 2021.
3. Xoliqov A. – *Mashinasozlikda zamonaviy ishlov berish usullari*. Toshkent: “Ilm ziyo”, 2022.
4. Norqulov A. – *CAM tizimlarida avtomatik dasturlash asoslari*. Farg‘ona: FPI nashriyoti, 2023.
5. Egamberdiyev M. – *CNC texnologiyasining nazariy va amaliy asoslari*. Andijon: ATI, 2021.
6. G‘ulomov A. – *Detallar texnologiyasi va ishlov berish ketma-ketligi*. Toshkent: “O‘qituvchi”, 2020.
7. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 24-avgustdagi PQ–4427-sonli qarori.