SPC ASOSIDA ISHLAB CHIQARISH JARAYONLARINI STATISTIK TAHLILI

Boykishiyeva Dilnozaxon Abdusalomovna

Andijon davlat texnika instituti mustaqil tadqiqotchisi.

Annotatsiya. Maqola avtomobilsozlik korxonalarida statistik jarayonlarni boshqarish (SPC) orqali o‘zgaruvchanlikni kamaytirish va sifat barqarorligini oshirish yondashuvini taqdim etadi. Metodika nazorat kartalari (X̄–R, I–MR, p/u, EWMA/CUSUM), jarayonning imkoniyatlari ko‘rsatkichlari (Cp/Cpk, Pp/Ppk) va signal qoidalariga tayanadi. Yondashuv PFMEA–Nazorat rejasi–APQP/PPAP hamda IATF 16949 talablariga uyg‘unlashtiriladi.

Kalit so‘zlar: statistik jarayonlarni boshqarish (SPC); nazorat kartalari; X̄–R; I–MR; p/u; EWMA; CUSUM; jarayonning imkoniyatlari (Cp/Cpk, Pp/Ppk); PFMEA; Nazorat rejasi; APQP; PPAP; IATF 16949; Pareto; Ishikawa (4M); PDCA/Kaizen; milliondagi nuqson ulushi (PPM).

Аннотация. Статья представляет подход к снижению вариабельности и повышению стабильности качества на предприятиях автомобилестроения посредством статистического управления процессами (SPC). Методика опирается на контрольные карты (X̄–R, I–MR, p/u, EWMA/CUSUM), показатели возможностей процесса (Cp/Cpk, Pp/Ppk) и правила сигналов. Подход увязан с требованиями PFMEA–План контроля–APQP/PPAP и IATF 16949.

Ключевые слова: статистическое управление процессами (SPC); контрольные карты; X̄–R; I–MR; p/u; EWMA; CUSUM; возможности процесса (Cp/Cpk, Pp/Ppk); PFMEA; План контроля; APQP; PPAP; IATF 16949; Парето; Ишикава (4M); PDCA/Kaizen; доля дефектов на миллион (PPM).

Abstract. The article presents an approach to reducing variability and improving quality stability in automotive manufacturing enterprises through Statistical Process Control (SPC). The methodology is based on control charts (X̄–R, I–MR, p/u, EWMA/CUSUM), process capability indices (Cp/Cpk, Pp/Ppk), and signal rules. The approach is aligned with PFMEA–Control Plan–APQP/PPAP and the requirements of IATF 16949.

Keywords: Statistical Process Control (SPC); control charts; X̄–R; I–MR; p/u; EWMA; CUSUM; process capability (Cp/Cpk, Pp/Ppk); PFMEA; Control Plan; APQP; PPAP; IATF 16949; Pareto; Ishikawa (4M); PDCA/Kaizen; defects per million (PPM).

KIRISH

ISSN 3030-3907

Globallashuv sharoitida avtomobilsozlik korxonalarida nomuvofiq mahsulot, chiqit va qayta ishlash darajalarini kamaytirish, yetkazib berish muddatlari hamda xarajatlarni barqaror ushlab turish strategik ahamiyatga ega. Yirik hajmli, ko‘p bosqichli va yuqori aniqlik talab qiladigan jarayonlarda (presslash, kuzov yig‘ish va payvandlash, bo‘yash, quvvat uzatish tizimi qismlariga mexanik ishlov, yakuniy yig‘uv) kichik tebranishlarning o‘zi ham milliondagi nuqson ulushi (PPM) ko‘rsatkichini oshiradi, kafolat da’volari va sifatning pastligi narxini (COPQ) ko‘paytiradi. Shuning uchun o‘zgaruvchanlikni erta aniqlash va nazorat ostida ushlash uchun ilmiy asoslangan yondashuv zarur.

Statistik jarayonlarni boshqarish (SPC) jarayonni real vaqtda monitoring qilish va boshqarishning ishonchli usuli bo‘lib, u tebranishlarning tasodifiy va maxsus turlarini ajratadi, sabablarni aniqlaydi va tezkor chora ko‘rishga imkon beradi. Nazorat kartalari ($\bar{X}$–R, I–MR, p/u) hamda erta ogohlantirishga yo‘naltirilgan EWMA/CUSUM kartalari jarayon holati va barqarorlik darajasini ko‘rsatadi; signal qoidalari trend, sakrash yoki tizimli siljishlarni o‘z vaqtida aniqlashga xizmat qiladi. Bilan birga, jarayonning imkoniyatlari (Cp/Cpk, Pp/Ppk) ko‘rsatkichlari chizmada belgilangan ruxsat etilgan og‘ishlarga nisbatan jarayonning haqiqiy mosligini miqdoriy baholaydi.

Avtomobilsozlikda sifat menejmenti IATF 16949 va ISO 9001 talablari, shuningdek Jarayon xatarlari tahlili (PFMEA), Nazorat rejasi, Mahsulot sifatini oldindan rejalashtirish (APQP) va Ishlab chiqarish qismini tasdiqlash (PPAP) bilan uyg‘un holda yuritiladi. Shu ekotizimda SPC “signal → sababni toraytirish → choralar” zanjirining markazida turadi: nazorat kartalaridan kelgan signallar PFMEA’da ko‘rsatilgan ehtimoliy omillarni tezroq aniqlashga, Nazorat rejasi bo‘yicha operativ chora-tadbirlarni ishga tushirishga yordam beradi. Natijada nomuvofiq mahsulot va chiqit kamayadi, qayta ishlash qisqaradi, to‘xtab qolishlar hamda mijozga yetib boradigan nomuvofiqliklar minimallashtiriladi.

Ushbu maqolaning maqsadi — avtomobilsozlik korxonalarida SPC asosida ishlab chiqarish jarayonlarini statistik tahlil qilishning amaliy va standartlarga mos metodikasini taqdim etishdir. Yondashuv nazorat kartasini to‘g‘ri tanlash va signal qoidalarini qo‘llash, jarayonning imkoniyatlari orqali barqarorlik va moslikni baholash, Pareto va Ishikawa (4M) yordamida sabab–oqibatni ochish hamda PDCA/Kaizen doirasida parametrlarni sozlash va texnologik intizomni mustahkamlash bosqichlarini qamrab oladi. Amaliy holat tahlili sifatida press, payvand, bo‘yash, mexanik ishlov va yakuniy yig‘uv bo‘limlarida erishilgan natijalar keltirilib, PPMning pasayishi, chiqit hamda qayta ishlashning kamayishi, Cp/Cpk ≥ 1,33 darajasiga chiqish va kafolat da’volarining qisqarishi ko‘rsatiladi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR TAHLILI

ISSN 3030-3907

Statistik jarayonlarni boshqarish (SPC) ishlab chiqarishdagi o‘zgaruvchanlikni kamaytirish va barqarorlikni oshirish uchun eng ko‘p qo‘llaniladigan yondashuvlardan biridir. Klassik nazariy asoslar Montgomeryning keng qo‘llaniladigan darsligida batafsil bayon qilingan bo‘lib, unda Shewhart turkumidagi nazorat kartalari ($\bar{X}$–R, $\bar{X}$–S, I–MR; p/np/c/u)ni tanlash, signal qoidalari va amaliy joriy etish jarayonlari tizimli ko‘rsatiladi [3]. Bu yondashuv diskret ishlab chiqarish — jumladan, avtomobilsozlikda — partiyalar bo‘yicha monitoring va tezkor boshqaruvni ilmiy asoslaydi.

Kichik, ammo muhim siljishlarni erta aniqlash uchun erta ogohlantiruvchi kartalar muhim o‘rin tutadi. Lucas va Saccucci (1990) EWMA kartalarining ishlash xususiyatlarini (ARL, λ va L parametrlarini tanlash) chuqur tahlil qilib, ularni Shewhart kartalari bilan kombinatsiyada samarali qo‘llashni ko‘rsatadi [4]; NIST qo‘llanmasi ham EWMA parametrlarini tanlash bo‘yicha amaliy yo‘l-yo‘riqlar beradi. CUSUM yondashuvi esa Page (1954) g‘oyalariga tayangan holda kichik, barqaror siljishlarni aniqlashda yuqori sezgirlikka ega ekanini ko‘rsatadi [5]; so‘nggi yillarda CUSUM turli sohalarda (shu jumladan, sanoat jarayonlarida) keng qo‘llanmoqda.

Jarayonning imkoniyatlari ko‘rsatkichlari (Cp, Cpk, Pp, Ppk) SPC bilan birga chizmada belgilangan ruxsat etilgan og‘ishlarga nisbatan jarayon mosligini miqdoriy baholash imkonini beradi. D.V.Xakimov ishlari ushbu indekslar tizimini dastur asosida taqdim etib, keyinchalik nazariy va amaliy izlanishlarda qo’llanilmoqda [8]; sanoat amaliyotida bu ko‘rsatkichlar yetkazib beruvchilarni baholash, ichki audit va doimiy takomillashtirishda asosiy mezon sifatida qo‘llanadi.

Avtomobil sanoatida SPC IATF 16949 talablari va AIAGning “Qo‘llanmalari” (APQP, PPAP, FMEA, SPC, MSA) bilan uyg‘un holda qo‘llaniladi [9-12]. IATF 16949 avtomobil tarmog‘i bo‘ylab yagona sifat boshqaruv tizimi talablarini belgilaydi; AIAG esa SPCni amaliy qo‘llash bo‘yicha metodik materiallarni taqdim etadi. Soha bo‘yicha OEMlar va yetkazib beruvchilar zanjirida SPC kartalari hamda jarayonning imkoniyatlari ko‘rsatkichlaridan foydalanish majburiy yoki kuchli tavsiya etilgan amaliyot hisoblanadi.

Avtomobilsozlikda SPC bo‘yash sexidagi yuzaki nuqsonlar oqimini kamaytirish, yig‘uv bosqichida burash momenti ma’lumotlari orqali nomuvofiqliklarni erta aniqlash, mexanik ishlovda o‘lcham toleranslari bo‘yicha jarayonning imkoniyatlarini oshirish uchun qo‘llanadi. Masalan, bo‘yash sexida 7QC vositalari va SPC kartalaridan foydalanish nuqson darajasini jiddiy pasaytirganligi ta’kidlanadi; yig‘uv liniyalarida burash momenti (va burchak) ma’lumotlari uchun $\bar{X}$–R kartalari orqali nosoz to‘plamlar va asbob muammolarini

ISSN 3030-3907

tezda fosh etish bo‘yicha amaliy ko‘rsatmalar berilgan. Qarshilikli nuqtali payvand (RSW) sifatini monitoring qilishda esa nazorat kartalari sensor signallari (elektrod siljishi, kuchlanish, tovush) bilan bog‘langan holda qo‘llanmoqda; 2024 yildagi sharhlarda RSW sifat ko‘rsatkichlarini onlayn va nohalokatli usullar bilan kuzatish tendensiyasi kuchayayotgani qayd etiladi.

SPC’ning raqamli ishlab chiqarish muhitida kengaytirilishi ham kuzatilmoqda: real-vaqt monitoring platformalari torque kabi CTQ ko‘rsatkichlarda og‘ishni darhol bayroqcha bilan ko‘rsatib, yig‘uvdagi nosozliklar tarqalishini to‘xtatishga yordam beradi; ayrim tadqiqot va amaliy maqolalar esa SPC’ni mashina o‘rganish yondashuvlari bilan to‘ldirish muammolarni proaktiv aniqlashga xizmat qilishini qayd etadi.

Mamlakatimizda so‘nggi yillarda texnik jihatdan tartibga solish tizimi modernizatsiya qilinmoqda: 2023 yil 27 fevralda qabul qilingan “Texnik jihatdan tartibga solish to‘g‘risida”gi Qonun hamda keyingi hukumat qarorlari va yo‘l xaritalari standartlashuvni xalqaro talablarga uyg‘unlashtirishni kuchaytirmoqda. O‘zbekiston Texnik jihatdan tartibga solish agentligi (O‘ZTTSA) — ISO tomonidan ham a’zo tashkilot sifatida ko‘rsatilgan — texnik reglamentlar, standartlar, metrologiya va muvofiqlikni baholash sohasida davlat siyosatini yuritadi. Savdo vazirligi (AQSh)ning mamlakat bo‘yicha ko‘rsatmalarida ham O‘ZTTSAning standartlashtirish va sertifikatlash bo‘yicha vakolati ta’kidlanadi; milliy darajada 2024–2025 yillarda xalqaro standartlar bilan uyg‘unlashtirish, axborot tizimlarini ishga tushirish va seminarlar o‘tkazish rejalari e’lon qilingan. Bu islohotlar SPC kabi statistik yondashuvlarni tarmoq korxonalarida kengroq joriy etish uchun institutsional sharoit yaratadi.

Xalqaro adabiyotlar SPC’ning nazorat kartalari va jarayonning imkoniyatlari indekslari orqali barqarorlikni boshqarishdagi samaradorligini asoslaydi; avtomobilsozlikdagi amaliy ishlarda bo‘yash, payvand, mexanik ishlov va yakuniy yig‘uvda nuqson oqimi va milliondagi nuqson ulushi (PPM)ni kamaytirish bo‘yicha ijobiy natijalar qayd etilgan. O‘zbekistonda texnik tartibga solish tizimining yangilanishi va xalqaro talablarga moslashuvi esa SPC’ni milliy korxonalarda yanada tizimli joriy etish, ta’minotchilar zanjiri bo‘ylab IATF 16949 va AIAG qo’llamalari bilan uyg‘un ishlash imkonini kengaytirmoqda.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot jarayonida tahlil usullari, jarayonli yondashuv, ko‘p o‘lchovli ma’lumotlar tahlili, jarayonlarni boshqarishning statistik usullari, sifatni boshqarishning axborotli modellaridan foydalanilgan.

TAHLIL VA NATIJALAR

Ma’lumotlar bazasi va namunalar (press sexi misolida)

ISSN 3030-3907

Press sexida tahlil uchun ma’lumotlar bir xil sharoitda ketma-ket olingan namunalar asosida yig‘iladi, chunki nazorat kartalarida “mantiqan bir xil” (rational) guruhlash jarayon tebranishini to‘g‘ri aks ettiradi. Tanlangan CTQ ko‘rsatkich sifatida tashqi panelning flanets kengligi W (mm) qabul qilinadi; chizma bo‘yicha ruxsat etilgan og‘ish ±0,10 mm (masalan, LSL = 49,90 mm, USL = 50,10 mm, nominal 50,00 mm). Har bir smenada pressning bir xil qolipida, bir xil choyshab (rulon) segmenti va barqaror texnologik rejimda qisqa vaqt oralig‘ida olingan detallar subguruhni tashkil etadi: har 30 daqiqada n=5 dona ketma-ket detal o‘lchanadi (W bo‘yicha), natijada har smenada 8 ta subguruh hosil bo‘ladi. Uch smenali ish rejimida 6 hafta × 5 ish kuni × 3 smena × 8 subguruh × 5 o‘lchov = 3600 ta o‘lchovdan iborat uzluksiz ma’lumotlar bazasi shakllantiriladi. O‘lchovlar liniyadagi o‘lchov moslamasi (kalibrlangan chiziqli o‘lchov qurilmasi yoki stendlashgan shts)da olinadi; bitta subguruh doirasida qolip, rulon, tezlik va moylash sharoiti o‘zgartirilmaydi — turli qolip yoki rulon aralashmasi bir subguruhga kiritilmaydi.

Shu bilan birga, pressda uchraydigan atribut ko‘rsatkichlar ham alohida qatorda to‘planadi: masalan, qirindi (g‘adir-budurlik) va yoriq kabi nomuvofiqliklar har soatda tekshirilgan birliklar soniga nisbatan qayd etiladi. Tekshiruv hajmi smenaga qarab ozroq o‘zgarishi mumkin (masalan, 180–220 dona); shuning uchun atributlar uchun u-kartadan foydalanish rejalashtiriladi (o‘zgaruvchan tanlanma hajmi sharoitida birlikka to‘g‘ri keluvchi nuqsonlar soni hisoblanadi). Nomuvofiqlik talqini oldindan aniq belgilanadi: masalan, qirindi balandligi > 0,05 mm yoki ko‘rinadigan yoriq – “nomuvofiq birlik” sifatida ro‘yxatga olinadi. Atribut yozuvlarida tekshiruv hajmi, nuqsonlar soni, smena, operator kodi, rulon ID, qolip ID, press tezligi (SPM) va moylash sarfi kabi maydonlar saqlanadi — bu keyinchalik sabab-oqibat tahlilini (Ishikawa, Pareto) tezlashtiradi.

Ma’lumotlar bazasida har bir yozuv vaqt belgisi, smena, operator kodi, qolip va rulon identifikatori, press tezligi, moylash parametri va muayyan xizmat hodisalari (qolipni silliqlash, elektrod/almashtirishga teng ishlov, sozlash to‘xtashi) bilan taglanadi. Rejadan tashqari holatlar (masalan, rulon almashinuvi, uskunani sozlashdan keyingi ilk 3–5 zarba) alohida flag bilan ko‘rsatiladi; texnik asos bo‘lmasa, chegaradan tashqari qiymatlar o‘chirib yuborilmaydi — ular nazorat kartalarida maxsus sabab sifatida tahlil qilinadi. Ma’lumotlar to‘plami oldindan tekshiriladi: yo‘qolgan qiymatlar, ikki marta kiritilgan yozuvlar va noto‘g‘ri birliklar (mm o‘rniga sm kabi) standartlashtiriladi, lekin nomuvofiqlikni yashirish maqsadida “tozalash” qilinmaydi.

ISSN 3030-3907

Yakuniy ko‘rinishda press sexi bo‘yicha ikki paralel oqim shakllanadi: (1) uzluksiz o‘lchov ma’lumotlari (W bo‘yicha) — X̄–R yoki I–MR kartalari va jarayonning imkoniyatlari (Cp/Cpk, keyin Pp/Ppk)ni hisoblash uchun; (2) atribut hisoboti — u-karta orqali nomuvofiqlik zichligini (birlikka to‘g‘ri keluvchi nuqsonlar) vaqt bo‘yicha kuzatish uchun. Shu tarzda tuzilgan ma’lumotlar bazasi keyingi bo‘limlarda signal qoidalari bo‘yicha erta ogohlantirishni, LSL/USLga nisbatan moslikni hamda smena, rulon yoki qolip bo‘yicha barqarorlik farqlarini miqdoriy ochib berishga imkon yaratadi.

Press sexida nazorat kartasini tanlash avvalo ma’lumot turi, namuna (subguruh) shakllanishi va jarayon sharoitlarining birxilligiga bog‘liq. Bizning holatda asosiy o‘lchanadigan ko‘rsatkich — tashqi panelning flanets kengligi W (mm). Har 30 daqiqada n=5 dona ketma-ket detal bir xil sharoitda (bir qolip, bir xil rulon segmenti, bir xil press tezligi va moylash) o‘lchanadi. Bu “mantiqan bir xil” (rational) guruhlash bo‘lib, ichki (qisqa muddatli) tarqoqlikni subguruh ichida, tizimli siljishlarni esa subguruhlar oralig‘ida ko‘rsatadi. Shu sababli subguruh hajmi n=5 bo‘lgan uzluksiz o‘lchov ma’lumotlari uchun X̄–R kartasi tanlanadi: X̄ kartasi o‘rtacha qiymatning siljishini, R kartasi esa tarqoqlikdagi o‘zgarishni kuzatadi. Agar kelgusida o‘lchashni soddalashtirish maqsadida har oraliqda faqat 1 dona detal o‘lchansa, yoki texnologik sabablarga ko‘ra guruhlashni barqaror ushlab bo‘lmasa, unda I–MR kartasi (yakko o‘lchov va harakatlanuvchi oraliq)ga o‘tiladi.

Press sexida atribut ma’lumotlar ham muhim: masalan, soatlik tekshiruvda topilgan qirindi yoki yoriq kabi nomuvofiqliklar. Tekshiruv hajmi (n) soatdan-soatga o‘zgarishi mumkin (180–220 dona). Shuning uchun bir birlikka to‘g‘ri keluvchi nuqsonlar sonini kuzatuvchi u kartasi tanlanadi (o‘zgaruvchan n sharoitida mos). Agar doim bir xil hajm tekshirilsaydi, nuqsonlar soni uchun c kartasi, nomuvofiq birliklar ulushi uchun p kartasi (o‘zgaruvchan n) yoki np kartasi (barqaror n) qo‘llanishi mumkin bo‘lardi. Demak, pressdagi o‘lchovli W (mm) uchun X̄–R, atribut oqim uchun u kartasi — bizning rejalashtirilgan namunaviy sxema bilan eng mos tanlovdir.

Kartani tanlashda yana ikki amaliy omil e’tiborga olinadi. Birinchidan, o‘zgarish nuqtalari: masalan, rulon almashtirish, qolip silliqlash/sozlash, press tezligini o‘zgartirish. Bunday bosqichiy o‘tishlar kartada alohida belgilab boriladi (faza almashinuvi), sozlashdan keyingi dastlabki zarbalar ehtiyotkorlik bilan talqin qilinadi. Ikkinchidan, press jarayonida ko‘pincha mayda, asta-sekin siljishlar uchraydi (moylash rejimi, materiali xossalari, harorat). Shuning uchun Shewhart turkumidagi karta yoniga erta ogohlantirishni kuchaytirish maqsadida EWMA yoki

ISSN 3030-3907

CUSUM kartalarini qo‘shimcha sifatida qo‘llash maqsadga muvofiq: ular kichik siljishlarni tezroq tutadi va X̄–R/I–MR bilan birga ishlaydi.

Yakuniy tartib shunday: (i) X̄–R kartasi (W uchun) va u kartasi (atribut oqim) tanlanadi; (ii) boshlang‘ich barqaror davr ma’lumotidan nazorat chegaralari hisoblanadi (faza I), (iii) undan keyin joriy nazorat (faza II)ga o‘tiladi; (iv) signal qoidalariga ko‘ra chiqishlar aniqlansa, sabablar Ishikawa (4M) bo‘yicha toraytiriladi (Inson, Mashina, Material, Usul), (v) zarur tuzatishlar kiritilib, keyingi bo‘limda jarayonning imkoniyatlari (Cp/Cpk, Pp/Ppk) bilan chizmalarga moslik miqdoriy baholanadi. Shu tarzda tanlangan kartalar press sexidagi jarayon barqarorligini uzluksiz yoritadi va nomuvofiqliklarni erta bosqichda jilovlashga xizmat qiladi.

Preslash sexidan X o‘rtacha va R quloch uchun natijalar olindi (1 va 2-jadvallar).

Ma’lumotlarni statistik qayta ishlash uchun dastlab X o‘rtacha va R quloch standartdan chetlanish qiymatlari quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \ldots + X_n}{n}; \qquad (1)$$

1-jadval

X̄–R ma’lumotlari (o‘lchovlar)

Sana	Smena	Vaqt	Subguruh_ID	Qolip_ID	Rulon_ID	Press tezl. (ur/min)	Moylash (ml/min)	Operator	W1	W2	W3	W4	W5	X̄	R	Izoh
2025-09-15	1-smena	06:00	1-smena 01	Q-01	R-2025-0915-01	28	2.0	OP-17	49.98	50.02	49.99	50.01	50.000	50.000	0.040	Qolip silliqlashdan keyingi o‘lchovlar
2025-09-15	1-smena	06:30	1-smena 02	Q-01	R-2025-091	28	2.0	OP-17	49.97	50.01	50.00	49.999	50.000	49.994	0.040	—

ISSN 3030-3907

					5-01										
2025-09-15	1-smena	07:00	1-smena 03	Q-02	R-2025-0915-02	28	2.0	OP-17	49.96	49.99	50.000	50.002	49.997	49.988	0.060	—
2025-09-15	1-smena	07:30	1-smena 04	Q-02	R-2025-0915-02	28	2.0	OP-17	49.995	50.001	49.997	49.998	49.999	49.980	0.060	Qolip moylash sozlamasi tekshirildi
2025-09-15	2-smena	14:00	2-smena 01	Q-01	R-2025-0915-01	30	2.1	OP-23	49.999	50.000	50.001	49.997	49.996	49.986	0.050	—
2025-09-15	2-smena	14:30	2-smena 02	Q-01	R-2025-0915-01	30	2.1	OP-23	49.998	50.001	50.002	50.000	50.001	50.004	0.040	—
2025-09-15	2-smena	15:00	2-smena 03	Q-02	R-2025-0915-02	30	2.1	OP-23	50.003	50.004	50.002	50.001	50.003	50.026	0.030	Rulon segmenti almashdi
2025-09-15	2-smena	15:30	2-smena 04	Q-02	R-2025-091	30	2.1	OP-23	49.995	49.998	49.999	50.001	49.996	49.978	0.060	Qolip moylash sozlamasi

ISSN 3030-3907

					5-02										tekshirildi
2025-09-15	3-smena	22:00	3-smena 01	Q-01	R-2025-0915-01	29	2.0	OP-31	49.99	50.01	49.97	49.98	49.96	49.982	0.050	—
2025-09-15	3-smena	22:30	3-smena 02	Q-01	R-2025-0915-01	29	2.0	OP-31	49.95	49.97	49.98	49.96	49.97	49.966	0.030	—

2-jadval

u-karta ma’lumotlari

Sana	Smena	Vaqt oralig‘i	Tekshiruv hajmi (n)	Nuqsonlar soni	Nuqson kodlari	Rulon_ID	Qolip_ID	Press tezl. (ur/min)	Moylash (ml/min)	Operator	Izoh
2025-09-15	1-smena	06:00–07:00	200	5	QIR, YRQ	R-2025-0915-01	Q-01	28	2.0	OP-17	—
2025-09-15	1-smena	07:00–08:00	195	2	QIR	R-2025-0915-01	Q-01	28	2.0	OP-17	—
2025-09	2-smena	14:00–15:00	210	4	QIR	R-2025-0915-02	Q-02	30	2.1	OP-23	—

ISSN 3030-3907

-15											
2025-09-15	2-smena	15:00–16:00	185	3	QIR, DEF	R-2025-0915-02	Q-02	30	2.1	OP-23	—
2025-09-15	3-smena	22:00–23:00	190	6	YRQ, QIR	R-2025-0915-01	Q-01	29	2.0	OP-31	—
2025-09-15	3-smena	23:00–00:00	205	5	QIR, DEF	R-2025-0915-02	Q-02	29	2.0	OP-31	—

Izoh: (QIR – qirindi, YRQ – yoriq, DEF – boshqa)

3-jadval

Hisoblangan X̄–R: Nazorat chegaralari

№	Ko'rsatkich	Qiymat	№	Ko'rsatkich	Qiymat
1	$\bar{X}$ markaziy chiziq	49.9904	**4**	R markaziy chiziq	0.046
2	$\bar{X}$ UCL,	50.016942	**5**	R UCL	0.097244
3	$\bar{X}$ LCL,	49.963858	**6**	R LCL	0.0

$$R = X_{katta} + X_{kichik} \quad (2)$$

bu yerda

$X_1 + X_2 + \ldots + X_n$ –guruxdagi individual qiymatlar,

n –gurux hajmi.

Nazorat chegaralari avval standartdan chetlanish xaritasi uchun, keyin esa o‘rtachalar xaritasi uchun aniqlanadi. Tadqiqotning dastlabki davri va nazorat chegaralarini hisoblash uchun diapazonning o‘rtacha qiymati va X jarayonining o‘rtacha qiymati quyidagi formulalar yordamida topiladi:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \ldots + R_k}{k}; \quad (3)$$

ISSN 3030-3907

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1+\bar{X}_2+\ldots+\bar{X}_k}{k}; \quad (4)$$

bu yerda k –guruxdagi individual qiymatlar,

R_1va $\bar{X}_1$–birinchi guruh uchun standartdan chetlanish va o‘rtacha,

R_2va $\bar{X}_2$–ikkinchi guruh uchun standartdan chetlanish va o‘rtacha.

Nazorat xaritalari jarayonlar miqdor natijalarni standartdan chetlanish va o‘rtacha bo‘yicha yuqori va pastki chegaralar quyidagi formulalar yordamida aniqlandi:

$$UCL_R = D_4\bar{R}; \quad (5)$$

$$LCL_R = D_3\bar{R}; \quad (6)$$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}; \quad (7)$$

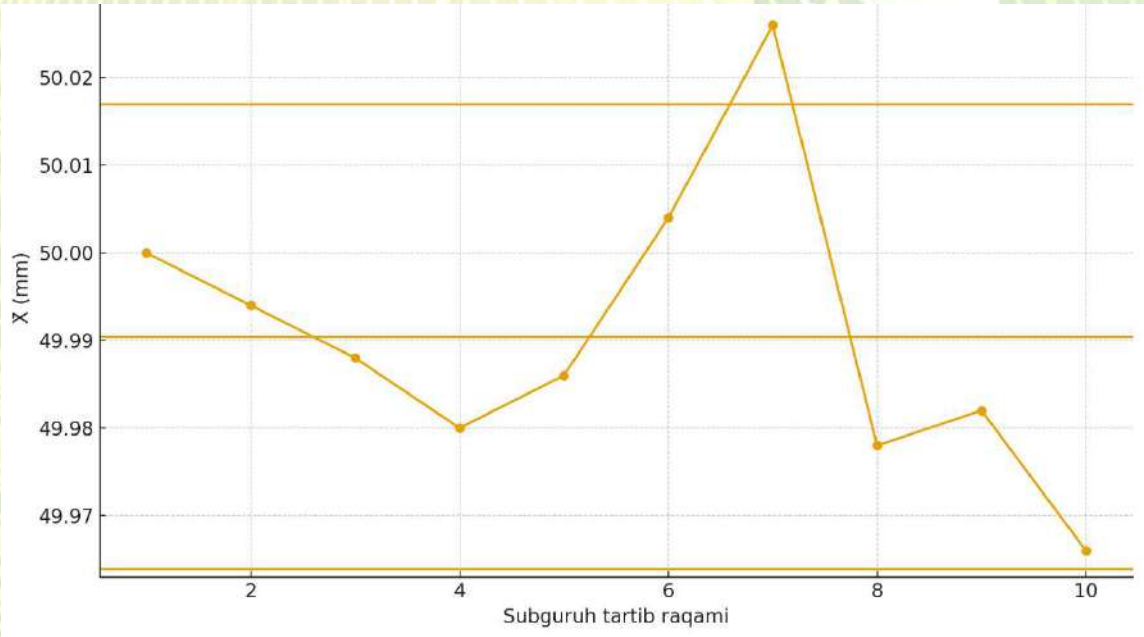
$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}; \quad (8)$$

bu yerda $D_3, D_4,$ ва A_2 – koeffitsentlar (F-Fisher-Snedekor taqsimlanish qiymatidan olinadi), n guruh hajmiga bog‘liq.

$D_4\bar{R}$ – R-xaritaning yuqori chegarasi quloch o‘rtasini D_4 koeffitsiyentga ko‘paytirish bilan topiladi, ya’ni u R – kartaning yuqori joyizlik chizig‘i qiymati ifodalaydi;

$D_3\bar{R}$ – R-kartaning quyi chegarasi quloch o‘rtasini D_3 koeffitsiyentga ko‘paytirish bilan topiladi, ya’ni u R – kartaning quyi joyizlik chizig‘i qiymati ifodalaydi.

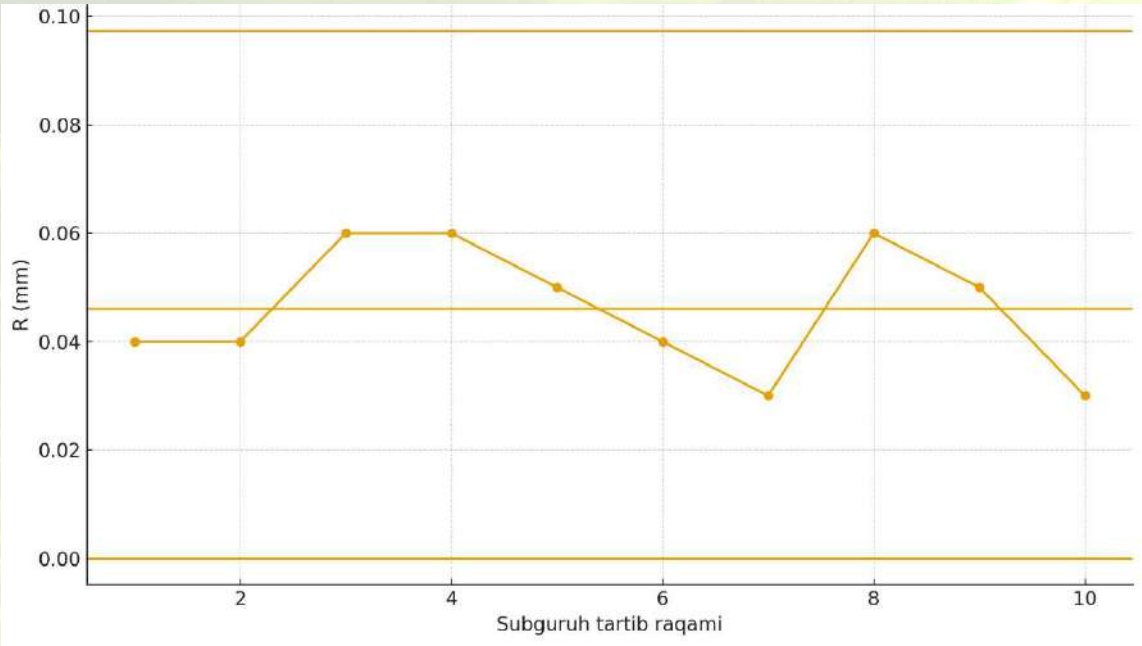
4, 7 va 8 formulalardan foydalanib o‘rtacha qiymatlar uchun X xarita ishlab chiqamiz (1-rasm).



1-rasm. O‘rtacha qiymatlar diagrammasi (X-xarita)

3, 5 va 6 formulalardan foydalanib qiymatlarning farqlari uchun R xarita ishlab chiqamiz (3-rasm).

ISSN 3030-3907



2-rasm. Qiymatlarning farqlari diagrammasi (R-xarita)

2-jadval asosidagi qiymatlar asosida u-karta ishlab chiqildi. Unda quyidagi formulalar yordamida natijalar hisob-kitob qilindi.

O‘zgaruvchan tekshiruv hajmi n_i sharoitida u-karta ishlatiladi.

Nuqta qiymati:

$$u_i = \frac{d_i}{n_i}; \quad (9)$$

Bu yerda d_i=nuqsonlar soni, n_i= tekshiruv hajmi

Markaziy chiziq:

$$u_i = \frac{\Sigma_i d_i}{\Sigma_i n_i}; \quad (10)$$

Chegaralar (har bir nuqta uchun):

$$UCL_i = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}}; \quad (11)$$

$$LCL_i = \max\left(0, \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}}\right); \quad (12)$$

Yuqoridagi formulalar asosida u-karta ishlab chiqildi (4-jadval).

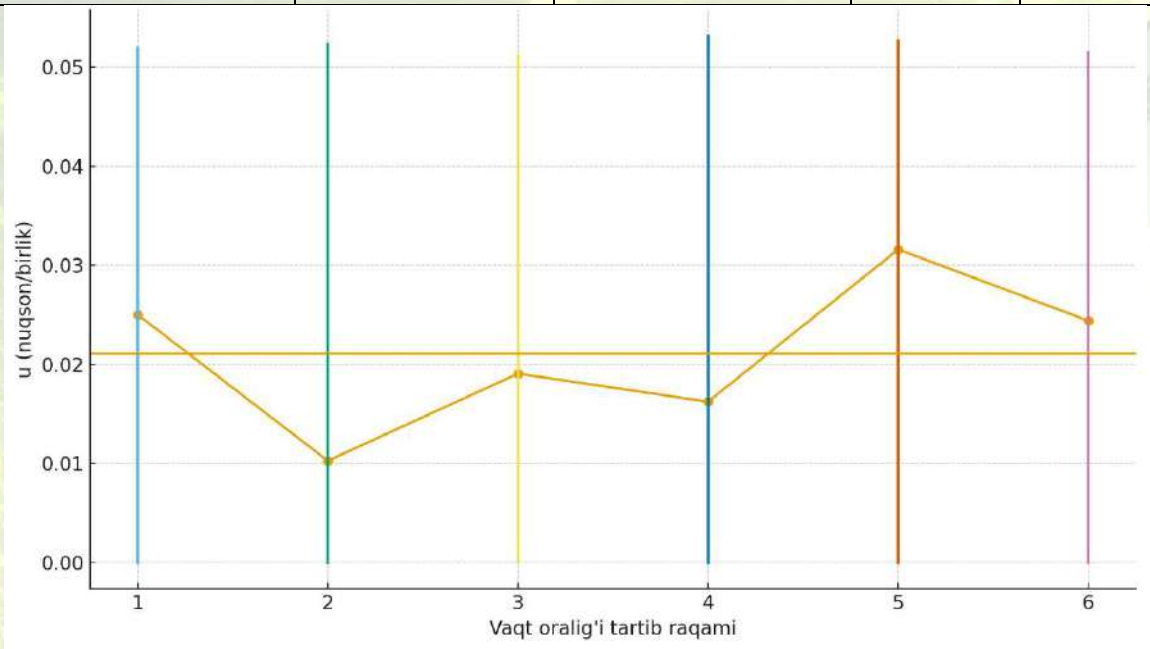
4-jadval

u-karta: Nuqtalar va chegaralar

Tekshiruv hajmi (n)	**Nuqsonlar soni**	**u_i (nuqson/birlik)**	**LCL_i**	**UCL_i**
200	5	**0.025000**	0.000000	0.051909
195	2	**0.010256**	0.000000	0.052301
210	4	**0.019048**	0.000000	0.051166
185	3	**0.016216**	0.000000	0.053134
190	6	**0.031579**	0.000000	0.052709

ISSN 3030-3907

205	5	**0.024390**	0.000000	0.051531



3-rasm. u-xarita

Jarayon imkoniyatlarini hisoblash

C_p takrorlanuvchanlik va P_p yaroqlilik indekslari, texnik talablarga nisbati bo‘yicha jarayonlarni o‘zgaruvchanligini ko‘rsatadi va qo‘yidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$C_p = \frac{UCL-LCL}{6\hat{\sigma}_I}; \quad (13)$$

$$P_p = \frac{UCL-L}{6\hat{\sigma}_T}; \quad (14)$$

bu yerda $\hat{\sigma}$ - jarayon ichki guruhlarning standartdan og‘ish bahosi.

$\hat{\sigma}_I$ – quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\hat{\sigma}_I = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (15)$$

Bu yerda $\bar{R}$ –kichik guruhlarning o‘rtacha diapazoni (jarayon diapazoni boshqariladigan holatda bo‘lgan davrlar uchun);

d_2 –koeffitsiyent (nazorat chegarasini hisoblash uchun koeffitsiyentlar jadvalidan olinadi).

C_{pk} takrorlanuvchanlik va P_{pk} yaroqlilik indekslari, texnik talablarga nisbati bo‘yicha, jarayonni joizlik (dopuska) chegarasida joylashuvi va o‘zgaruvchanligini ko‘rsatadi va qo‘yidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$C_{pk} = \frac{UCL-\bar{\bar{X}}}{3\hat{\sigma}_I} \text{ va } \frac{\bar{\bar{X}}-LCL}{3\hat{\sigma}_I}; \quad (16)$$

$$P_{pk} = \frac{UCL-\bar{\bar{X}}}{3\hat{\sigma}_T} \text{ va } \frac{\bar{\bar{X}}-LCL}{3\hat{\sigma}_T}; \quad (17)$$

Takrorlanuvchanlik barqaror jarayonlar uchun – CR aniqlanadi. Yaroqlilik koeffitsentlari barqarorligi tasdiqlanmagan jarayonlar uchun PR aniqlanadi:

ISSN 3030-3907

$$CR = \frac{1}{C_p} = \frac{6\hat{\sigma}_I}{UCL-LCL}; \quad (18)$$

$$PR = \frac{1}{P_p} = \frac{6\hat{\sigma}_T}{UCL-LCL}; \quad (19)$$

Umumiy jarayon imkoniyat holati - jarayon imkoniyati PCI (C_p) indeks bilan aniqlanadi:

PCI < 1 bo‘lsa, jarayon imkoniyatlarini qabul qilib bo‘lmaydi;

PCI = 1 bo‘lsa, jarayon talab qilingan imkoniyat chegarasida turibdi;

PCI > 1 bo‘lsa, jarayon talab qilingan imkoniyatda;

PCI = 1,33 amaldagi eng kichik qabul qilish mumkin bo‘lgan qiymat.

Umumiy jarayon imkoniyati – (RSI) Cp (13) formula yoki C_{pk} indeks, quydagi formula bilan aniqlanadi:

$$C_{pk} = (1-k)C_p; \quad (20)$$

$$k = \frac{2(X_{o\prime rta}-N)}{(UCL-L\ \ )}; \quad (21)$$

bu yerda UCL-yuqori chegara; LCL-quyi chegara; N-joizlik ko‘lami o‘rtachasi.

Yuqoridagi formulalar yordamida jarayonlar imkoniyati tahlil qilinganida quyidagi natijaga erishildi (5-jadval).

5-jadval

SPC tahlili natijalari

Statistikalar identifikatori	Qiymatlar	Statistikalar identifikatori	Qiymatlar
O‘lchov natijalarining soni	**50**	Yuqori imkoniyat indeksi (Cpu)	**1,8473**
Pastki chegara chizig‘i (LSL)	**49,90**	Pastki imkoniyat indeksi (Cpl)	**1,5237**
Nominal chegara chizig‘i (CL)	**50,00**	Imkoniyatlar indeksi (Cp)	**1,6855**
Yuqori chegara chizig‘i (USL)	**50,10**	**Jarayon imkoniyatlari (Cpk)**	**1,5237**
O‘lchovlarning umumiy summasi	**2 499,52**	Imkoniyatlar ta’sirchanligi (CR = 1/Cp)	**0,5933**
O‘rtacha ko‘rsatkich ($\bar{\bar{X}}$)	**49,9904**	Standart og‘ish (n−1)	**0,02312**
Eng yuqori o‘lchov ko‘rsatkichi	**50,04**	Standart og‘ish (n)	**0,02289**

ISSN 3030-3907

Eng past o‘lchov ko‘rsatkichi	**49,95**	Farq (n−1)	**0,0005345**
LSL dan past bo‘lgan ko‘rsatkichlar	**0**	Farq (n)	**0,00052384**
USL dan yuqori bo‘lgan ko‘rsatkichlar	**0**	Ishlab chiqarish ko‘rsatkichi (Pp)	**1,4418**
Farqli qiymatlar o‘rtachasi (R̄)	**0,0460**	Ishlab chiqarish tendensiyasi (PR)	**0,6936**
D2 ko‘rsatkichi (n = 5)	**2,326**	**Ishlab chiqarish ko‘rsatkichi (Ppk)**	**1,3033**

$C_{pk} \geq 1{,}67$ jarayon imkoniyati a’lo

$1{,}33 \geq C_{pk} \leq 1{,}67$ jarayon imkoniyati yaxshi

$1{,}33 < C_{pk}$ jarayon imkoniyati qoniqarsiz;

$C_p > 1{,}33$ jarayon imkoniyati yaxshi;

$1 < C_p < 1{,}33$ jarayon imkoniyati qoniqarli;

$C_p < 1{,}33$ jarayon imkoniyati qoniqarsiz.

Qiymatlarni 6 sigma bo‘yicha taqsimlanishidan va jarayon imkoniyati C_{pk} ko‘rsatikichini 1,67 dan kichik 1,33 dan katta hamda ishlab chiqarish ko‘rsatkichi P_{pk} 1,303 dan kichik bo‘lishi jarayonni imkoniyatini yaxshi ekanligini ko‘rsatadi.

XULOSA

Press sexida flanets kengligi (W) bo‘yicha o‘tkazilgan SPC tahlili jarayonning barqaror va mos ishlayotganini ko‘rsatdi: Cp ≈ 1,69, Cpk ≈ 1,52 (umumiy: Pp ≈ 1,44, Ppk ≈ 1,30). O‘rtacha qiymat 49,990 mm bo‘lib, nominalga nisbatan ~0,010 mm past; o‘lchovlarning hech biri LSL=49,90 va USL=50,10 dan tashqariga chiqmagan. Atribut oqim bo‘yicha ū ≈ 0,021 (taxminan har 100 birlikda 2,1 nuqson) natija qayd etildi.

Talqin: ichki tebranish nazorat ostida (Cp yuqori), ammo markaz biroz pastga siljigan (Cpu < Cpl) va smena/rulonlar aralash ta’siri sabab Ppk, Cpkdan past.

Tavsiya:

Markazni tekislash — press sozlamasiga +0,01 mm atrofida ofset berish;

Tarqoqlikni qisqartirish — moylash rejimi va rulon almashinuvi atrofida intizomni kuchaytirish (SPM, nozul/qo‘shimcha servis);

Doimiy kuzatuv — X̄–R bilan birga EWMA/CUSUM qo‘llab, mayda siljishlarni erta tutish;

Atribut oqimda Pareto orqali asosiy nuqson tur(lar)i bo‘yicha tezkor choralarni rejalash.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni. T.: 2022-yil 28-yanvar, PF-60-son.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi to‘g‘risidagi Farmoni. T.: 2023-yil 11-sentyabr, PF-158-son.
3. Montgomery, D. C. Introduction to Statistical Quality Control, 8-nashr. Wiley.
4. Lucas, J. M.; Saccucci, M. S. “Exponentially Weighted Moving Average Control Schemes: Properties and Enhancements.” Technometrics, 1990. (EWMA nazorat kartalari.)
5. Page, E. S. “Continuous Inspection Schemes.” Biometrika, 1954.
6. Kane, V. E. “Process Capability Indices.” Journal of Quality Technology, 1986.
7. NIST/SEMATECH. e-Handbook of Statistical Methods — SPC va nazorat kartalari bo‘limlari.
8. Khakimov D., Nosirova N. Analysis of the possibility of production processes based on modern methods //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 376. – C. 02016.
9. AIAG. Statistical Process Control (SPC) Manual, 3-nashr (SPC-3).
10. AIAG. APQP, 3-nashr (APQP-3). (Mahsulotni ilgari rejalash va nazorat rejasi.)
12. AIAG. PPAP, 4-nashr (PPAP-4). (Ishlab chiqarish qismini tasdiqlash jarayoni.)
13. IATF. IATF 16949:2016 — Xalqaro Avtomobil Ishchi Guruhining rasmiy resursi. (Avtomobil sifat tizimi talablari.)
14. Khakimov D., Nosirova N. Monitoring the effectiveness of the quality management system in production enterprises //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 149. – C. 01032.

ISSN 3030-3907