UDK: 677.027.62:658.562

# TO‘QIMACHILIK SANOATIDA BO‘YOQ TAYYORLASHDA KOMPONENTLARNI DOZATOR YORDAMIDA ME’YORLASHTIRISHNI BOSHQARISH TIZIMINING SAMARADORLIGINI BAHOLASH

***Alijonov Xabibullo Avazbek o‘g‘li***
*NamDTU “Elektronika va elektrotexnika”*
*kafedrasi professori N.Yu. Sharibayev*
*Andijon davlat texnika institute doktaranti*
*habibulloalijonov39@gmail.com tel+998937067710*

***Annotatsiya.*** *Maqolada to‘qimachilik sanoatida bo‘yoq tayyorlash jarayonida komponentlarni me’yorlashtirishning tayyor bo‘yoq eritmasi sifatiga ta’siri tadqiq etilgan. An’anaviy qo‘lda dozalashtirish va takomillashtirilgan avtomatlashtirilgan dozator tizimining samaradorligi ishlab chiqarishning 10 ta partiyasi misolida taqqoslangan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, qo‘lda dozalashtirishda sifat ko‘rsatkichi 76–88% oralig‘ida o‘zgarib, o‘rtacha qiymat 81,0% ni tashkil etgan. Avtomatlashtirilgan dozator tizimidan foydalanilganda esa sifat ko‘rsatkichi 95–97% oralig‘ida bo‘lib, o‘rtacha 96,2% ga yetgan. Standart og‘ishning 4,1% dan 0,7% gacha kamayishi avtomatlashtirilgan tizimda jarayonning barqarorligi va takrorlanuvchanligi yuqori ekanligini ko‘rsatadi.*

***Kalit so‘zlar:*** *to‘qimachilik sanoati, bo‘yoq tayyorlash, dozator, avtomatlashtirish, komponentlarni me’yorlashtirish, PLC, sifat ko‘rsatkichi, standart og‘ish, rang bir xilligi.*

***Аннотация.*** *В статье исследована эффективность применения автоматизированной дозирующей системы для нормирования компонентов при приготовлении красителей в текстильной промышленности. Проведено сравнительное исследование традиционного ручного дозирования и усовершенствованной автоматизированной дозирующей системы на примере 10 производственных партий. По результатам исследования среднее значение показателя качества при традиционном способе дозирования составило 81,0 %, тогда как при использовании автоматизированной дозирующей системы данный показатель достиг 96,2 %. Среднее значение показателя качества увеличилось на 15,2 процентных пункта, или на 18,77 % в относительном выражении. При этом стандартное отклонение снизилось с 4,1 % до 0,7 %, что свидетельствует о существенном повышении стабильности и повторяемости технологического процесса. Полученные результаты показывают, что применение автоматизированной дозирующей системы позволяет повысить*

*точность нормирования компонентов и качество готового красильного раствора.*

***Ключевые слова:*** *текстильная промышленность, приготовление красителей, дозатор, автоматизация, нормирование компонентов, ПЛК, показатель качества, стандартное отклонение, система управления.*

***Abstract.*** *This article investigates the effectiveness of an automated dosing system for regulating components in dye preparation processes in the textile industry. A comparative study of traditional manual dosing and an improved automated dosing system was conducted using 10 production batches. According to the research results, the average quality indicator obtained using the traditional dosing method was 81.0%, while the use of the automated dosing system increased this indicator to 96.2%. The average quality indicator increased by 15.2 percentage points, or by 18.77% in relative terms. At the same time, the standard deviation decreased from 4.1% to 0.7%, indicating a significant improvement in the stability and repeatability of the technological process. The obtained results demonstrate that the use of an automated dosing system makes it possible to improve the accuracy of component dosing and increase the quality of the prepared dye solution.*

***Keywords:*** *textile industry, dye preparation, dosing system, automation, component regulation, PLC, quality indicator, standard deviation, control system.*

## KIRISH

To‘qimachilik sanoatida bo‘yoq tayyorlash jarayoni mahsulotning yakuniy sifat ko‘rsatkichlarini shakllantiruvchi muhim texnologik jarayonlardan biridir. Bo‘yoq eritmasining tarkibi va undagi komponentlarning miqdoriy nisbati belgilangan retseptga qanchalik aniq rioya qilinishiga bog‘liq. Komponentlarning me’yoridan ortiq yoki kam miqdorda qo‘shilishi tayyor bo‘yoq eritmasining sifatiga, rangning bir xilligiga va ishlab chiqarish jarayonining takrorlanuvchanligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

An’anaviy texnologiyalarda komponentlarni me’yorlashtirishda operatorning bevosita ishtiroki yuqori bo‘ladi. Bunday sharoitda o‘lchash va dozalashtirishdagi kichik xatoliklar bir nechta ishlab chiqarish partiyalarida to‘planib, tayyor mahsulot sifatining o‘zgarishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Shu sababli bo‘yoq tayyorlash jarayonida komponentlarni aniq me’yorlashtirish, ularning sarfini nazorat qilish va texnologik operatsiyalarni avtomatik boshqarish muhim ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi. Mazkur tadqiqotda avtomatlashtirilgan dozator tizimining tayyor bo‘yoq eritmasi sifatiga ta’siri mavjud qo‘lda dozalashtirish usuli bilan taqqoslangan. [1, 2].

Statistika ma’lumotlariga ko‘ra, 2025-yilda Respublikamiz to‘qimachilik sanoatida ishlab chiqarish hajmi 134 trillion so‘mni, eksport hajmi esa 2,5 milliard AQSh dollarini tashkil etgan, 2026-yilga esa mahsulot ishlab chiqarish hajmini 147 trillion so‘mga, eksportni 3,3 milliard AQSh dollariga yetkazish maqsad qilingan [1]. Tarmoqda 6 mingdan ortiq korxonada 623 ming nafardan ortiq aholi band bo‘lib, bunday yuqori sur’atlar bilan o‘sib borayotgan ishlab chiqarish hajmlari mahsulot sifatini barqaror saqlash, xom ashyo va kimyoviy reagentlardan tejamkor foydalanish masalasini yanada dolzarb qilib qo‘yadi.

Bo‘yoq komponentlarini noto‘g‘ri yoki noaniq me’yorlashtirish natijasida tayyor mahsulotda rang tafovuti (parti-to-parti farqi) yuzaga keladi, bu esa mahsulotni qayta ishlov berishga, qo‘shimcha xom ashyo, suv va energiya sarflanishiga olib keladi. Komponentlar miqdorida yo‘l qo‘yilgan kichik og‘ishlar, masalan bo‘yoq miqdorida ±2–3 % chetlanish, hatto bir xil retsept bo‘yicha tayyorlangan turli partiyalar o‘rtasida sezilarli rang farqiga olib kelishi mumkin. Bundan tashqari, dozalash aniqligining pasayishi ekologik nuqtai nazardan ham muhim ahamiyatga ega, chunki ortiqcha qo‘llanilgan kimyoviy moddalarning katta qismi oqava suvlar tarkibida atrof-muhitga tushadi [9, 20]. Shu sababli komponentlarni dozator yordamida avtomatik me’yorlashtirish va boshqarish tizimlarini takomillashtirish dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Maqolaning maqsadi – to‘qimachilik sanoatida bo‘yoq tayyorlash jarayonida komponentlarni dozator yordamida me’yorlashtirishni boshqarish tizimining samaradorligini baholash mezonlarini va metodikasini ishlab chiqish, an’anaviy va takomillashtirilgan tizimlarni qiyosiy tahlil qilishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: bo‘yoq tayyorlash jarayonida qo‘llaniladigan komponentlar va ularni me’yorlashtirish usullarining mavjud holatini tahlil qilish; dozatorli boshqarish tizimlarining konstruktiv turlarini va ishlash prinsiplarini o‘rganish; boshqaruv tizimining samaradorligini baholash mezonlarini shakllantirish; an’anaviy va takomillashtirilgan tizimlarni qiyosiy taqqoslash.

## ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Bo‘yoq eritmasi tarkibiga kiruvchi komponentlarni shartli ravishda quyidagi guruhlarga bo‘lish mumkin: bo‘yovchi moddalar (krasitellar); elektrolitlar (osh tuzi, natriy sulfat); ishqorlar va bufer moddalar (soda kuli, kaustik soda); sirt faol moddalar (SFM) va tekislagich preparatlari; fiksator va yumshatuvchi moddalar; texnologik suv [6, 8, 13]. Har bir komponentning miqdori texnologik retseptda gazlama massasiga (kg) yoxud eritma hajmiga (l) nisbatan foiz (g/l yoki %) ko‘rinishida belgilanadi, bu ko‘rsatkichlar bo‘yoq turiga, gazlama tarkibiga va talab qilinadigan rang to‘yinganligiga qarab farqlanadi [14].

Bo‘yovchi moddalar (krasitellar) o‘z navbatida reaktiv, to‘g‘ridan-to‘g‘ri, kub va dispers turlarga bo‘linadi. Reaktiv bo‘yoqlar paxta va boshqa selluloza tolalarini bo‘yashda eng ko‘p qo‘llaniladigan tur hisoblanadi, ular tola tarkibidagi gidroksil guruhlar bilan kovalent bog‘ hosil qiladi, natijada yuqori yuvilishga chidamlilik ta’minlanadi [8]. Elektrolitlar eritmadagi ion kuchini oshirib, bo‘yoq molekulalari va tola yuzasi orasidagi elektrostatik to‘sqinlikni kamaytiradi, natijada bo‘yoqning tolaga singishi ortadi. Ishqorlar muhitni ishqoriy holatga keltirib, reaktiv bo‘yoqning tola bilan kovalent bog‘ hosil qilish reaksiyasini faollashtiradi, sirt faol moddalar va tekislagichlar esa bo‘yoqning gazlama yuzasi bo‘yicha tekis tarqalishini ta’minlaydi [8, 13].

Komponentlarni me’yorlashtirish usullarini uch guruhga bo‘lib tahlil qilish mumkin: qo‘l usuli, yarim avtomatlashtirilgan usul va to‘liq avtomatlashtirilgan (dozatorli) usul. Qo‘l usulida o‘lchash aniqligi operatorning malakasiga bog‘liq bo‘lib, ±5–10 % gacha xato ehtimoli mavjud, jarayon davomiyligi katta va hisobotning shaffofligi past bo‘ladi [9, 15]. Yarim avtomatlashtirilgan usulda komponentlar oldindan tayyorlangan konsentrat eritmalar ko‘rinishida saqlanadi, biroq baribir inson omiliga bog‘liqlik saqlanadi [10]. To‘liq avtomatlashtirilgan usulda komponentlar oldindan dasturlashtirilgan retsept asosida dozator va boshqaruv kontrolleri yordamida avtomatik tarzda o‘lchab beriladi, bu usul o‘lchash aniqligini (±0,5–2 % gacha) ta’minlaydi va komponentlarning qo‘shilish ketma-ketligi va vaqt oralig‘ini ham nazorat qiladi [10–12].

To‘qimachilik bo‘yoqxonalarida qo‘llaniladigan dozatorlarni ishlash prinsipiga ko‘ra quyidagi turlarga ajratish mumkin: hajmiy (volumetrik) dozatorlar – suyuq komponentlarni hajm birligi bo‘yicha o‘lchaydi; vaznli (gravimetrik) dozatorlar – tensometrik datchik yordamida moddaning og‘irligini real vaqtda o‘lchab, belgilangan qiymatga yetganda ta’minotni to‘xtatadi; shnekli (vintli) dozatorlar – kukunsimon va donador moddalar uchun qo‘llaniladi; klapan-impulsli dozatorlar – elektromagnit klapanning ochiq/yopiq holatlarini vaqt bo‘yicha boshqarish orqali kichik hajmdagi suyuq reagentlarni aniq dozalash uchun ishlatiladi [11, 16, 17]. Dozator turini tanlash dozalanadigan moddaning agregat holati va talab qilinadigan miqdor diapazoniga bog‘liq bo‘ladi. Masalan, katta hajmda kerak bo‘ladigan osh tuzi va soda eritmalari uchun gravimetrik yoki hajmiy dozatorlar, kichik miqdorda kerak bo‘ladigan bo‘yoq va sirt faol moddalar uchun esa yuqori aniqlikdagi klapan-impulsli yoki mikrodozatorlar qo‘llaniladi [16, 17].

Dozalash jarayonining texnologik ketma-ketligi quyidagicha tashkil etiladi: boshqaruv tizimiga texnologik retsept kiritiladi; tegishli dozator ishga tushiriladi va modda idishga belgilangan miqdorda uzatiladi; datchik orqali real vaqtda nazorat qiymati o‘qiladi; nazorat qiymati retseptdagi qiymatga yetganda, boshqaruvchi

(kontroller) signal beradi va dozator to‘xtaydi; aralashtirgich ishga tushiriladi va eritma bir maromga keltiriladi; navbatdagi komponent uchun jarayon takrorlanadi [11, 17]. Dozalash jarayonining muhim texnologik xususiyatlaridan biri – komponentlarning qo‘shilish ketma-ketligi (sekvensiyasi) hisoblanadi. Masalan, elektrolitlarni bo‘yoq eritilishidan oldin yoki keyin qo‘shish rang ekzhaustsiyasi tezligiga va yakuniy rang sifatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi [8, 16]. Bundan tashqari, dozalash tezligi ham muhim ahamiyatga ega: tez dozalash mahalliy konsentratsiya farqlarini keltirib chiqarishi, juda sekin dozalash esa jarayon vaqtini cho‘zib, korxona unumdorligini pasaytirishi mumkin [17, 18].

Dozatorlarning texnik tavsiflariga o‘lchash diapazoni, takrorlanuvchanlik xatosi (odatda ±0,5–2 %), javob berish vaqti va korroziyabardoshlik kiradi. Ushbu ko‘rsatkichlar dozatorni tanlashda hal qiluvchi omillar bo‘lib, ular korxonaning mahsulot assortimenti va ishlab chiqarish hajmiga mos tanlanishi lozim [16, 18]. Dozatorni tanlashda, shuningdek, dozalanadigan moddaning fizik-kimyoviy xususiyatlari (zichligi, qovushqoqligi, kristallanish ehtimoli, agressivligi) hisobga olinishi shart, chunki yuqori konsentratsiyali eritmalar vaqt o‘tishi bilan quvurlar devorida kristall cho‘kma hosil qilishi mumkin, bu esa hajmiy dozatorlarning aniqligini pasaytiradi.

## TADQIQOT NATIJALARI VA MUHOKAMA

Dozalash aniqligi bo‘yoq tayyorlash jarayonining yakuniy natijasiga, ya’ni mahsulot sifatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadigan asosiy texnologik parametr hisoblanadi. Dozalash aniqligini baholash uchun quyidagi formula qo‘llaniladi:

$$\delta = |(m_{haqiqiy} - m_{retsept}) / m_{retsept}| \times 100\ \%$$

bu yerda $m_{haqiqiy}$ – dozator tomonidan amalda berilgan komponent massasi, $m_{retsept}$ – texnologik retseptda ko‘rsatilgan me’yoriy massa. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, dozalash jarayonini avtomatlashtirish natijasida bo‘yoq va kimyoviy reagentlar sarfini 8–15 % gacha kamaytirish, takroriy bo‘yash holatlarini 30–40 % gacha qisqartirish va jarayon davomiyligini 10–20 % gacha qisqartirish mumkinligi aniqlangan [12, 19, 20].

An’anaviy (avtomatlashtirilmagan) va takomillashtirilgan (PLC va HMI asosidagi) dozatorli boshqaruv tizimlarining asosiy farqlari quyidagicha umumlashtiriladi:

- boshqaruv tizimi: an’anaviy qurilmada mexanik/qo‘l boshqaruvi, takomillashtirilgan qurilmada PLC + HMI asosidagi avtomatik markazlashtirilgan boshqaruv;
- dozalash aniqligi: an’anaviy usulda ±5–10 % xato ehtimoli, takomillashtirilgan tizimda ±0,5 % atrofida;

- jarayon monitoringi: an’anaviy usulda yo‘q yoki qog‘ozda qayd etiladi, takomillashtirilgan tizimda real vaqtda HMI ekranida kuzatiladi;
- gabarit o‘lchamlari va ixchamlik: takomillashtirilgan konstruksiya kompaktroq bo‘lib, joy egallashi va xizmat ko‘rsatish jihatidan qulayroq.

Dozatorli me’yorlashtirish jarayonini boshqarish uchun zamonaviy korxonalarda dasturlashtiriladigan mantiqiy kontrollerlar (PLC) va SCADA tizimlaridan foydalaniladi. Bunday tizimning tarkibiy qismlariga o‘lchov datchiklari, ijro mexanizmlari (dozalovchi nasoslar, klapanlar, shnekli dozatorlar), boshqaruv kontrolleri va operator interfeysi (HMI) kiradi [11, 12, 21]. Boshqaruv tizimining samaradorligi, eng avvalo, teskari aloqa konturining sifatiga bog‘liq bo‘ladi: ochiq tsikldagi (dasturiy) dozalashda modda zichligi, harorat va bosimning o‘zgarishi natijasida yuzaga keladigan og‘ishlar nazorat qilinmaydi, yopiq tsikldagi (feedback) boshqaruv tizimlari esa real vaqtda o‘lchangan qiymatni maqsadli qiymat bilan taqqoslab, dozalash jarayonini dinamik tarzda tuzatib boradi [11, 21].

Boshqaruv tizimining samaradorligini baholashda quyidagi mezonlardan foydalaniladi: dozalash aniqligi; jarayon davomiyligi; resurs sarfi (bo‘yoq, kimyoviy moddalar, suv va elektr energiyasi); takroriy bo‘yash darajasi; tizimning ishonchliligi (nosozliklar orasidagi o‘rtacha vaqt) [12, 19, 20]. Ushbu mezonlar bo‘yicha bazaviy (an’anaviy usul) va takomillashtirilgan tizim ko‘rsatkichlari bir xil ishlab chiqarish sharoitida o‘lchanadi, so‘ngra matematik statistika usullari (o‘rtacha qiymat, standart og‘ish, ishonch oralig‘i) yordamida natijalar taqqoslanadi.

Samaradorlikni baholash metodikasi quyidagi izchil bosqichlarda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda boshlang‘ich (bazaviy) ma’lumotlar – mavjud usul bo‘yicha barcha mezonlar – real ishlab chiqarish sharoitida o‘lchanadi, bu keyingi taqqoslash uchun “nol nuqta” bo‘lib xizmat qiladi. Ikkinchi bosqichda takomillashtirilgan dozatorli tizim bilan tajriba o‘tkaziladi, xuddi shu sharoitda (bir xil retsept, gazlama turi, partiya hajmi) natijalar bir necha marta takrorlanadi va qayd etiladi. Uchinchi bosqichda olingan natijalar statistik tahlil qilinadi, bazaviy va yangi tizim ko‘rsatkichlari orasidagi farq ishonchli ekanligi tekshiriladi. To‘rtinchi bosqichda barcha mezonlar bo‘yicha olingan nisbiy o‘zgarishlar birlashtirilib, tizimning umumiy samaradorlik darajasi aniqlanadi. Beshinchi, yakuniy bosqichda natijalar asosida tizimning kuchli va zaif tomonlari aniqlanadi va boshqaruv algoritmini yanada takomillashtirish bo‘yicha tavsiyalar shakllantiriladi.

Resurs tejamkorligini baholash uchun quyidagi nisbiy ko‘rsatkichdan foydalaniladi:

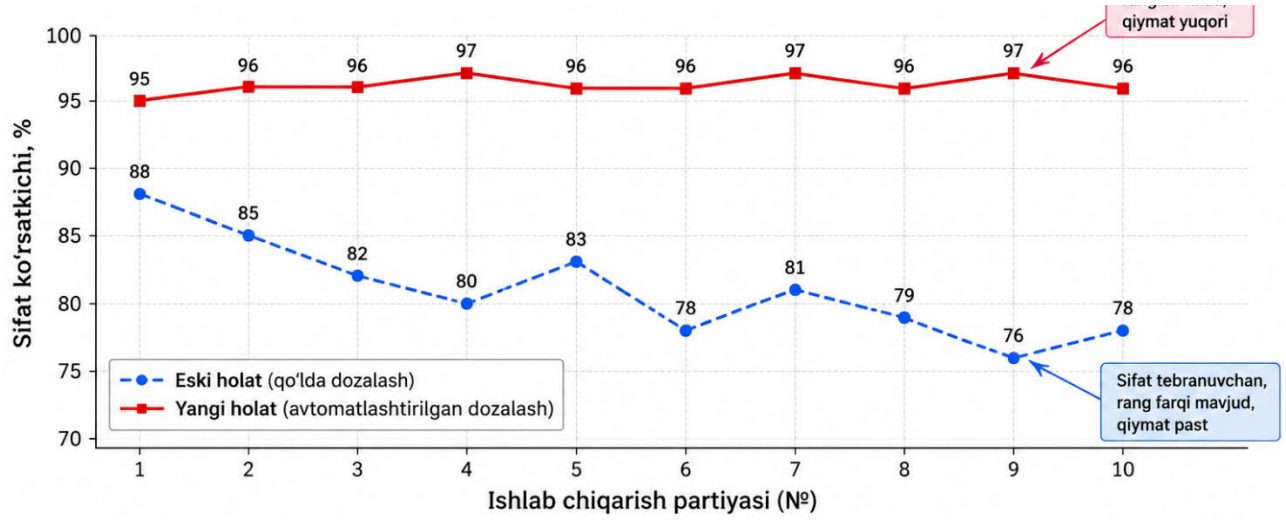
$$E = ((R_eski - R_yangi) / R_eski) \times 100\ \%$$

bu yerda R_eski – an’anaviy usulda sarflangan resurs miqdori (bo‘yoq, kimyoviy moddalar, suv, energiya), R_yangi – takomillashtirilgan dozatorli tizimda sarflangan

resurs miqdori. Iqtisodiy samaradorlikni baholashda, shuningdek, yillik tejamkorlik summasi qo‘shimcha investitsiya xarajatlariga (dozatorlar, kontroller, datchiklar narxi) nisbatan solishtiriladi va o‘zini qoplash muddati (payback period) aniqlanadi. Sifat ko‘rsatkichlarini baholashda tayyor mahsulotning rang barqarorligi va partiyalar orasidagi rang bir xilligi (color consistency) spektrofotometrik usul ($\Delta E$ ko‘rsatkichi) orqali o‘lchanadi. $\Delta E$ qiymati qanchalik kichik bo‘lsa (odatda $\Delta E < 1$ qabul qilinishi mumkin hisoblanadi), partiyalar orasidagi rang mosligi shunchalik yuqori bo‘ladi. Tizimning ishonchliligini baholash uchun nosozliklar orasidagi o‘rtacha ishlash vaqti (MTBF) va tizimni tiklash uchun ketadigan o‘rtacha vaqt (MTTR) ko‘rsatkichlaridan foydalaniladi.

Komponentlarni me’yorlashtirishda qo‘llaniladigan dozator qurilmalarining konstruktiv tahlili

Bo‘yoq tayyorlash jarayonida komponentlarni yuqori aniqlik bilan me’yorlashtirish uchun qo‘llaniladigan dozatorli qurilmalarning konstruktiv tuzilishi ko‘p jihatdan ularning vazifaviy samaradorligini belgilaydi. Mavjud konstruksiyalarni tahlil qilish natijasida aniqlandiki, an’anaviy dozatorli qurilmalar asosan bitta yoki ikkita komponentni dozalashga mo‘ljallangan bo‘lib, ko‘p komponentli (5–6 turdagi) bo‘yoq retseptlarini bir vaqtning o‘zida, ketma-ket va aniqlik bilan tayyorlash imkonini bermaydi. Bundan tashqari, mavjud qurilmalarda dozalash, aralashtirish va uzatish operatsiyalari alohida, bog‘lanmagan tarzda bajarilishi natijasida jarayon davomiyligi ortadi va inson omiliga bog‘liqlik saqlanib qoladi. Yuqoridagi kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida, mazkur tadqiqotda bir nechta komponentni bir vaqtning o‘zida avtomatik tarzda dozalash, ularni markazlashtirilgan boshqaruv tizimi orqali nazorat qilish va aralashtirish imkonini beruvchi takomillashtirilgan dozatorli bo‘yoq tayyorlash qurilmasining konstruktiv sxemasi ishlab chiqildi. Qurilmaning umumiy ko‘rinishi 1-rasmda keltirilgan.




| Ko'rsatkichlar | Eski holat | Yangi holat |
|---|---|---|
| Sifatning o'rtacha qiymati, % | **81,0** | **96,2** |
| Minimal qiymat, % | 76 | 95 |
| Maksimal qiymat, % | 88 | 97 |
| Tebranish oralig'i, % | 12 | 2 |
| Standart og'ish (σ), % | 4,1 | 0,7 |

**Xulosa:**
Avtomatlashtirilgan dozator tizimini qo'llash natijasida tayyor bo'yoq eritmasi sifati sezilarli darajada oshgan, sifat ko'rsatkichining tebranish oralig'i kamaygan va rangning bir xilligi ta'minlangan.

**1 -rasm. An'anaviy va avtomatlashtirilgan dozator tizimlarida tayyor bo'yoq eritmasi sifat ko'rsatkichlarining taqqoslanishi**

1-rasmda bo'yoq tayyorlash jarayonida **eski, ya'ni qo'lda dozalashtirish usuli** bilan **yangi, avtomatlashtirilgan dozator tizimi** qo'llanilgandagi tayyor bo'yoq eritmasining sifat ko'rsatkichlari taqqoslangan. Taqqoslash 10 ta ishlab chiqarish partiyasi bo'yicha amalga oshirilgan.

Eski holatda sifat ko'rsatkichi **76–88 %** oralig'ida o'zgarib, uning o'rtacha qiymati **81,0 %** ni tashkil etgan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, partiyalar bo'yicha sifat ko'rsatkichlari sezilarli tebranadi. Bu holat qo'lda dozalashtirishda komponentlar miqdorining bir xil aniqlikda berilmasligi natijasida tayyor bo'yoq eritmasi sifatining o'zgaruvchanligini ko'rsatadi.

Avtomatlashtirilgan dozator tizimi qo'llanilganda sifat ko'rsatkichi **95–97 %** oralig'ida saqlangan va o'rtacha qiymat **96,2 %** ga yetgan. Bunda partiyalar orasidagi farq ancha kamaygan. Sifat ko'rsatkichining tebranish oralig'i eski holatdagi **12 %** dan yangi holatda **2 %** gacha qisqargan.

Shuningdek, standart og'ish qiymatining **4,1 % dan 0,7 % gacha kamayishi** avtomatlashtirilgan tizim yordamida jarayonning barqarorligi va takrorlanuvchanligi oshganligini ko'rsatadi. O'rtacha sifat ko'rsatkichi esa **15,2 foiz punktga**, nisbiy hisobda **18,77 % ga** oshgan.

Shunday qilib, grafik natijalari avtomatlashtirilgan dozator tizimini qo'llash komponentlarni me'yorlashtirish aniqligini oshirish, ishlab chiqarish partiyalari

orasidagi sifat tafovutini kamaytirish va tayyor bo‘yoq eritmasining barqaror sifatini ta’minlash imkonini berishini ko‘rsatadi.

**Xulosa:** Olib borilgan tahlil natijasida to‘qimachilik sanoatida bo‘yoq tayyorlash jarayonida komponentlarni qo‘lda dozalashtirish usuli tayyor bo‘yoq eritmasi sifatining o‘zgaruvchanligiga sabab bo‘lishi aniqlandi. Eski holatda 10 ta ishlab chiqarish partiyasi bo‘yicha sifat ko‘rsatkichi **76–88 %** oralig‘ida o‘zgarib, o‘rtacha qiymat **81,0 %** ni tashkil etdi.

Takomillashtirilgan avtomatlashtirilgan dozator tizimidan foydalanilganda sifat ko‘rsatkichi **95–97 %** oralig‘ida saqlanib, o‘rtacha qiymat **96,2 %** ga yetdi. Natijada o‘rtacha sifat ko‘rsatkichi **15,2 foiz punktga**, nisbiy hisobda esa **18,77 % ga oshdi**.

Bundan tashqari, sifat ko‘rsatkichining tebranish oralig‘i **12 % dan 2 % gacha**, standart og‘ish esa **4,1 % dan 0,7 % gacha** kamaydi. Bu avtomatlashtirilgan dozator tizimining ishlab chiqarish partiyalari bo‘yicha sifatning barqarorligi va takrorlanuvchanligini sezilarli darajada oshirishini ko‘rsatadi.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari **komponentlarni avtomatik me’yorlashtirish, dozalash jarayonini nazorat qilish va boshqarish tizimini qo‘llash tayyor bo‘yoq eritmasining sifatini oshirish hamda rangning bir xilligini ta’minlash uchun samarali yechim** ekanligini ko‘rsatdi. Mazkur natijalar takomillashtirilgan dozator qurilmasini to‘qimachilik sanoatida amaliy qo‘llashning ilmiy va texnologik jihatdan maqsadga muvofiqligini asoslaydi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi. To‘qimachilik sanoati tarmog‘i bo‘yicha statistik ma’lumotlar, 2025–2026.
2. “O‘zbekiston – 2030” strategiyasi. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Farmoni.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2016-yil 21-dekabrdagi PQ-2687-son qarori.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 14-dekabrdagi PF-5285-son Farmoni.
5. Oltinko‘l tumani axborot portali. «KONTEKS-TASHKENT» MCHJ faoliyati to‘g‘risida ma’lumot.
6. Trotman E.R. Dyeing and Chemical Technology of Textile Fibres. London, 1984.
7. Broadbent A.D. Basic Principles of Textile Coloration. Society of Dyers and Colourists, 2001.
8. Shang S.M. Process control in dyeing of textiles // Handbook of Textile and Industrial Dyeing.
9. Choudhury A.K.R. Principles of Textile Finishing. Woodhead Publishing, 2017.
10. Hauser P.J. Improving Sustainability in the Textile Dyeing Industry.

11. Lewis D.M. Modern automatic dosing systems in textile dyeing process control.
12. Yusupbekov N.R., Nurmuhammedov H.S., Muxitdinov Dj.P. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish tizimlari.
13. Burkinshaw S.M. Chemical Principles of Synthetic Fibre Dyeing. Springer, 2016.
14. Clark M. Handbook of Textile and Industrial Dyeing: Principles, Processes and Types of Dyeing.
15. Glichev A.V. Mahsulot sifatini boshqarish nazariyasi asoslari.

