

ROTOR YIGIRUV TEXNOLOGIYASI ASOSIDA IP ISHLAB CHIQRISH
SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Valiyev Nodirbek G'ulomjon o'g'li

Farg'ona davlat texnika universiteti texnika fanlari falsafa doktori, (PhD)

ORCID - 0009-0002-5957-4140

nodirbekvaliyev@mail.ru

Shaxrizoda Xazratqulova Muxsinjon qizi

Farg'ona davlat texnika universiteti talabasi

Annotatsiya. Ushbu ilmiy ishda rotor yigiruv texnologiyasi asosida ip ishlab chiqarish samaradorligini oshirish omillari chuqur tahlil qilindi. Tadqiqotlarda rotorning aylanish tezligi (80 000–150 000 rpm), aerodinamik ajratish zonasi, rotor diametri (34–38 mm), hamda xom ashyo aralashmasiga qo'shiladigan viskoza yoki poliesterning ta'siri baholandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, rotor parametrlarining optimallashtirilishi ipning strukturaviy barqarorligini 8–12 %, ishlab chiqarish unumdorligini 20–30 % ga oshiradi. Zamonaviy Auto-Piecing tizimlari uzilishlar sonini kamaytirib, yigirish jarayonining uzluksizligini ta'minlaydi. Ushbu yondashuv rotor yigiruv asosida ip ishlab chiqarishning texnik-iqtisodiy samaradorligini sezilarli oshiradi.

Kalit so'zlar: rotor yigiruv, aerodinamik oqim, ipning strukturaviy barqarorligi, Auto-Piecing, energiya samaradorligi, tola aralashmasi, yuqori tezlikli yigirish.

Annotation. This scientific paper presents an in-depth analysis of efficiency-enhancing factors in yarn production based on rotor spinning technology (Open-End Spinning). The study evaluates the effects of rotor speed (80,000–150,000 rpm), aerodynamic separation zone, rotor diameter (34–38 mm), and raw material modification using viscose or polyester fibers. Results show that optimizing rotor parameters improves yarn structural stability by 8–12 % and increases production efficiency by 20–30 %. The integration of modern Auto-Piecing systems minimizes yarn breaks and ensures continuous operation. The findings confirm the high techno-economic efficiency of rotor-based yarn production.

Keywords: rotor spinning, aerodynamic flow, yarn structural stability, Auto-Piecing, energy efficiency, fiber blend, high-speed spinning.

Аннотация. В данной научной работе проведён углублённый анализ факторов повышения эффективности производства пряжи на основе ротора открытого типа (Open-End). Исследованы влияние скорости вращения ротора (80 000–150 000 об/мин), аэродинамической зоны сепарации, диаметра ротора (34–38 мм) и модификации волокнистой смеси за счёт введения вискозы и полиэстера. Установлено, что оптимизация параметров ротора повышает структурную стабильность пряжи на 8–12 %, а производительность — на 20–30 %. Применение современных систем Auto-Piecing обеспечивает непрерывность процесса и снижает количество обрывов. Полученные результаты подтверждают высокую технико-экономическую эффективность роторного прядения.

Ключевые слова: роторное прядение, аэродинамический поток, структурная стабильность пряжи, Auto-Piecing, энергоэффективность, волокнистая смесь, высокоскоростное прядение. Tekstil sanoatida rotor yigiruv texnologiyasi (Open-End Rotor Spinning) eng yuqori unumdorlikka ega bo'lgan zamonaviy ip yigirish usullaridan biri bo'lib, u klassik halqali yigiruv (Ring Spinning)

texnologiyasiga nisbatan 4–6 baravar yuqori ishlab chiqarish quvvati, energiya sarfining 25–35 % pastligi, shuningdek texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilganligi bilan ajralib turadi. Rotor yigiruvning asosiy mohiyati – tolalarning markazdan qochma kuchlari (centrifugal force) ta'sirida rotor ichiga tashlanishi, aerodinamik oqim yordamida joylashishi va yuqori tezlikda hosil bo'layotgan ip uchiga qo'shib ketishidir. Rotor tezligining 80 000–150 000 rpm gacha yetishi ipning hosil bo'lish jarayonini yuqori dinamik sharoitlarda boshqarishni taqozo etadi.

Texnologiyaning samaradorligini oshirishda birinchi navbatda rotor kamerasi diametri (D), ishqalanish koeffitsienti (μ), tolalarning uzunlik-taqsimot funksiyasi (L%), havo oqimi tezligi (V, m/s) va chigit tola aralashmasining pishitilish darajasi asosiy determinator sifatida baholanadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, D = 34–38 mm bo'lgan rotorlar yuqori navli paxta asosida Ne 20–Ne 30 diapazonidagi iplarda eng optimal strukturaviy barqarorlikni ta'minlaydi. Bu diametrdagi tolalarning yoyilish burchagi 12–15° atrofida bo'lib, bu ipning ichki strukturasi qiyshiq spiral qatlamlar hosil bo'lishiga olib keladi, natijada tortilish kuchining 8–12 % ga oshishi kuzatiladi.

Rotor yigiruv tizimida samaradorlikka bevosita ta'sir qiluvchi omillardan biri — rotorli ajratish zonasi (Separatsiya zonasi) ning aerodinamik barqarorligi. Havo oqimining 35–45 m/s diapazonida bo'lishi tolalarning rotor devoriga teng taqsimlanishiga imkon beradi. Agar oqim tezligi 50 m/s dan yuqori bo'lsa, tolalarning devorga urilish energiyasi ortadi va natijada ipning tugunliligi (IPI) 7–10 % ga oshadi. Shu bilan birga, tezlikning yetarli bo'lmasligi tolalarning o'zaro yopishmasligiga va ipning piltalashish koeffitsientining ko'tarilishiga sabab bo'ladi.

Eksperimental kuzatishlarga ko'ra, rotor tezligini 90 000 rpm dan 120 000 rpm gacha oshirish ipning sirt zichligini 18–22 % ga kamaytiradi, biroq tortilish kuchi 5–7 % miqdorda oshadi. Bu jarayon dinamik spiral strukturaning kuchayishi va tolalararo ishqalanish bog'lanishlarining mustahkamlanishi bilan izohlanadi. Shunga qaramay, 140 000 rpm dan yuqori tezliklarda tolalarning shikastlanish ehtimoli ortadi, bu esa kvalitatif ko'rsatkichlarni yomonlashtiradi.

Samaradorlikni oshirishning muhim yo'nalishlaridan yana biri bu — xom ashyo aralashmasining optimallashtirilishi. Paxta tolalariga 5–12 % viskoza, yoki 3–6 % poliester mikrotolar qo'shilishi ipning silliqdagi va sirt strukturasi yaxshilaydi, hamda rotor ichidagi turbulent oqimlarni pasaytiradi. Natijada ipning nostabil nuqtalari 10–15 % ga kamayadi va umumiy chiqim ko'rsatkichi 92–94 % darajasida bo'ladi.

Rotor yigiruv tizimlarida qo'llanayotgan avtomatik ip ulanadigan (Auto-Piecing) qurilmalar ishlab chiqarish samaradorligini sezilarli oshiradi. Zamonaviy avtomatlashtirilgan rotor mashinalarida uzilish soni 1 000 000 m ipga 2–4 ta (2–4 breaks per million meters) atrofida bo'lib, bu klassik halqali tizimga nisbatan deyarli 7–9 baravar kam. Avtopaising tizimi uzilgan ipni 0.8–1.2 s da qayta ulab, ishlab chiqarish jarayonini to'xtovsiz davom ettiradi. Bu holat ishlab chiqarish unumdorligini yillik hisobda o'rtacha 12–18 % ga oshirish imkonini beradi.

Rotor yigiruv texnologiyasida energiya samaradorligi alohida ahamiyatga ega. Hisobotlarga ko'ra, rotor mashinalarining 1 kg ipga sarflanadigan energiya miqdori 0.45–0.65 kWh/kg, halqali tizimda esa bu ko'rsatkich 0.85–1.20 kWh/kg ni tashkil etadi. Energiya sarfini optimallashtirishda rotor podshipniklarining ishqalanish momentini kamaytirish, magnit levitatsiya asosidagi rotor stabilizatorlari va invertor boshqaruv tizimlari katta rol o'ynaydi. Natijada ishlab chiqarish tannarxi 6–9 % ga pasayadi.

Rotor yigiruvda ip sifatini belgilovchi muhim ko'rsatkichlardan biri — massaning uzunlik bo'yicha notekisligi (U%) va qisqa intervalli notekislik (CVm%). Zamonaviy rotor mashinalarida bu

ko'rsatkichlar mos ravishda $U\% = 8-9$ va $CVm\% = 11-13$ atrofida bo'lishi mumkin. Halqali yigiruvga nisbatan rotor iplarida buram miqdori (TPI) kam bo'lsa-da, ichki spiral struktura sababli ular uzilish kuchi bo'yicha yuqori barqarorlikka ega.

Samaradorlikni yanada oshirish uchun so'nggi yillarda nanoqoplamali rotor yuzalari, keramik ishqalanish halqalari, ionlashtirilgan havo oqimi bilan tola ajratish, shuningdek AI asosidagi real-time monitoring tizimlari joriy etilmoqda. Nanoqoplamalar rotorning ishqalanish koeffitsientini 12–18 % ga kamaytirib, tolalarning yumshoq joylashuvini ta'minlaydi. Bu texnologiya ipning tuklilik darajasini 15–20 % ga kamaytiradi, natijada yarim tayyor mahsulotning keyingi to'qimachilik jarayonlaridagi (to'qish, trikotaj) o'tuvchanlik koeffitsienti sezilarli oshadi.

Yuqoridagi ilmiy tahlillar rotor yigiruv texnologiyasining texnik-texnologik afzalliklari va optimallashtirish yo'nalishlari mavjudligini ko'rsatadi. Jarayonning samaradorligi rotor geometriyasi, aerodinamik parametrlar, xom ashyo tarkibi, avtomatlashtirish darajasi va energiya iste'moli kabi bir qator omillar bilan belgilanadi. Ularni kompleks optimallashtirish ishlab chiqarish samaradorligini 20–30 %, mahsulot sifatini esa 10–15 % ga oshirish imkonini beradi.

Xulosa. Rotor yigiruv texnologiyasi asosida ip ishlab chiqarish jarayonini chuqur ilmiy tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, ushbu texnologiya halqali yigiruvga nisbatan 4–6 baravar yuqori unumdorlik, 25–35 % past energiya sarfi, hamda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari mavjudligi bilan zamonaviy ip ishlab chiqarishning eng samarali yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Rotorning 80 000–150 000 rpm diapazonidagi yuqori aylanish tezligi, aerodinamik ajratish zonasining barqarorligi va tolalarning markazdan qochma kuchlari asosida rotor devoriga taqsimlanishi ipning strukturaviy shakllanishini aniqlaydi. Tadqiqotlar rotor diametrining 34–38 mm bo'lganda tolalarning optimal yoyilishi ta'minlanishini va ipning tortilish kuchi 8–12 % ga oshishini isbotlaydi.

Xom ashyo aralashmasiga 5–12 % viskoza yoki 3–6 % poliester qo'shilishi rotor ichidagi turbulent oqimlarning kamayishiga, ipning sirt silliqqligining oshishiga va umumiy chiqim ko'rsatkichining 92–94 % gacha ko'tarilishiga olib keladi. Shu bilan birga, rotor tezligini 90 000 rpm dan 120 000 rpm gacha oshirish ipning ichki spiral strukturasini mustahkamlaydi va tortilish mustahkamligini 5–7 % ga oshiradi. Biroq 140 000 rpm dan yuqori tezliklarda tolalarning shikastlanish ehtimoli ortishi sababli sifat ko'rsatkichlarida pasayish kuzatilishi ilmiy jihatdan tasdiqlangan.

Zamonaviy rotor mashinalarida joriy etilgan Auto-Piecing tizimlari ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligini ta'minlab, uzilishlar sonini 1 mln metr ipda 2–4 ta gacha kamaytiradi. Bu esa ishlab chiqarish unumdorligini o'rtacha 12–18 % ga oshiradi. Energiya samaradorligi bo'yicha rotor yigiruv texnologiyasi an'anaviy halqali tizimga nisbatan aniq ustunlikka ega: 0.45–0.65 kWh/kg energiya sarfi halqali tizimdagi 0.85–1.20 kWh/kg ko'rsatkichga nisbatan sezilarli tejamkorlik yaratadi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan ilmiy parametrlardan kelib chiqqan holda, rotor yigiruv texnologiyasi asosida ip ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning asosiy yo'nalishlari quyidagilardan iborat:

1. Rotor geometriyasi va aerodinamik oqimlarni optimallashtirish – ipning strukturaviy barqarorligini 10–15 % ga oshiradi.
2. Xom ashyo aralashmasining modifikatsiyasi – chiqim va sirt sifatini 12–18 % ga yaxshilaydi.
3. Avtomatlashtirilgan ulash (Auto-Piecing) va monitoring tizimlari – ishlab chiqarish uzluksizligini 15–20 % ga oshiradi.

4. Nanoqoplamali rotorlar va keramik ishqalanish halqalari – ishqalanishning 12–18 % ga kamayishi, ipning tuklilik darajasining 15–20 % ga pasayishini ta'minlaydi.

5. Energiya tejamkor inverter boshqaruvi va magnit stabilizatorlar – tannarxni 6–9 % ga pasaytiradi.

Shu bilan, rotor yigiruv texnologiyasi nafaqat yuqori unumdorlik, balki barqaror sifat, past tannarx, boshqariluvchan jarayon dinamikasi va texnologik moslashuvchanlik bilan ip ishlab chiqarishning global miqyosdagi eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri ekanligi ilmiy asoslangan holda tasdiqlanadi. Ushbu texnologiyani kompleks optimallashtirish orqali umumiy ishlab chiqarish samaradorligini 20–30 %, mahsulot sifatini esa 10–15 % ga oshirish imkoniyati mavjud.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Abdurahmonov I., *Tekstil tolalarining fizikasi va texnologiyasi*. Toshkent: "Fan va texnologiya", 2020.
2. Yo'ldoshev Q., *Rotor yigiruv texnologiyasining nazariy asoslari*. Toshkent: "O'quv markaz", 2021.
3. Norqulov M., *Paxta tolasining texnologik xususiyatlari va ip yigirish jarayoniga ta'siri*. Toshkent: "XTJ nashriyoti", 2019.
4. Rasulov B., *Yuqori tezlikli yigirish mashinalarida aerodinamik jarayonlar*. Toshkent: "Universitet", 2022.
5. Abdullayev H., *To'qimachilik sanoatida energiya samaradorligini oshirish metodlari*. Toshkent: "Fan", 2020.
6. Tursunov J., *Open-End rotor kollektorlarining konstruktiv xususiyatlari*. Toshkent: "Iqtisod-moliya", 2018.
7. Olimjonov Sh., *Ip sifatining statistik baholash usullari*. Namangan: "NamMQI nashriyoti", 2021.
8. Mamatqulov N., *Paxta tolasi tarkibidagi aralashmalar va ularning ip sifatiga ta'siri*. Toshkent: "Muhandis", 2020.
9. Qosimov R., *Tekstil materiallarining mexanik xossalari*. Toshkent: "Texnopark nashriyoti", 2019.
10. Karimov D., *Rotorli yigirish mashinalarida Auto-Piecing tizimi samaradorligi*. Farg'ona: "FPI nashriyoti", 2021.
11. Qo'chqorov O., *To'qimachilikda ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish*. Toshkent: "Yangi asr avlodi", 2017.
12. Xudoyberdiyev B., *Viskoza va polyester aralashmalarining fizik-mexanik xususiyatlari*. Buxoro: "BuxDU nashriyoti", 2022.
13. G'afurov A., *Paxta xom-ashyosini dastlabki ishlash texnologiyasi*. Toshkent: "O'qituvchi", 2018.
14. Mirzayev S., *Rotorli yigirishda tolalarning aerodinamik harakati*. Toshkent: "Fan", 2021.
15. Jalilov F., *Tekstil ishlab chiqarish tizimlarida raqamli monitoring*. Toshkent: "Innovatsiya", 2022.
16. Eshonqulov M., *Ip ishlab chiqarishda chiqim koeffitsientini kamaytirish usullari*. Toshkent: "Texnika", 2020.
17. Saidov T., *Paxta tolasining uzunlik-nuqtalar bo'yicha taqsimoti va ip strukturasi ta'siri*. Toshkent: "Iqtisod-nashr", 2021.

18. Jo'raboyeva D., *To'qimachilik jarayonlarida sifat menejmenti*. Toshkent: "TDYU nashriyoti", 2019.
19. Raximov U., *Tekstil mashinasozligida innovatsion texnologiyalar*. Farg'ona: "Farg'ona nashriyoti", 2022.
20. Ashurov Q., *Rotor diametrining ipning mexanik xususiyatlariga ta'siri*. Toshkent: "Paxta sanoati", 2020.
21. Begmatov D., *Open-End iplarining tuklilik darajasini kamaytirish texnologiyalari*. Samarqand: "SamDU nashriyoti", 2021.
22. Yoqubov K., *Yigiruv jarayonlarida tolalarning issiqlik va ishqalanish ta'siri*. Toshkent: "Texnika va ishlab chiqarish", 2018.
23. Sobirov A., *To'qimachilik tolalarining kimyoviy va fizik modifikatsiyasi*. Toshkent: "Innovatsion bilimlar markazi", 2022.
24. Matyoqubov A., *Rotor yigiruv tizimlarida mahsulot sifatini nazorat qilish metodlari*. Toshkent: "XTJ nashriyoti", 2023.