SCIENCE HUB REVIEW
2026
Volume 1
Issue 4
www.sciencehubreview.uz
ILMIY ELEKTRON JURNAL

TO‘QIMACHILIK MATOLARI JILODORLIGINI OSHIRISHDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALARNI TADBIQ ETISH

Qurbonazarova Gulyuz Xushboqovna

Termiz davlat pedagogika universiteti o‘qituvchisi
guluzturaeva@gmail.com

Annotatsiya
Maqolada paxta, ipak va sintetik matolarning jilodorligini (yaltiroqligini) oshirishda qo‘llanilayotgan zamonaviy texnologiyalar tizimli tahlil qilingan. Tadqiqotning maqsadi merserizatsiya, fermentativ ishlov, past haroratli plazma, sol-gel usulidagi nanozarrachali qoplamalar va issiq (Schreiner) kalandrlash texnologiyalarining jilodorlikka ta’sir mexanizmlarini, samaradorligini, chidamliligini va ekologik ko‘rsatkichlarini taqqoslash hamda ularni sanoatda qo‘llash uchun ilmiy asoslangan tanlov mezonlarini ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot IMRAD tuzilmasida bajarilgan: adabiyotlarni tizimli tahlil qilish, jilodorlikni yo‘nalishli aks ettirish (spekulyar qaytish) nazariyasi asosida modellashtirish va ko‘p mezonli taqqoslash usullari qo‘llangan. Natijada jilodorlik ikki asosiy omil – sirt g‘adir-budurligining kamayishi va ip/tola kesimining optik geometriyasi bilan belgilanishi, innovatsion usullarning eng yuqori samarasi esa bir necha texnologiyani ketma-ket birlashtirganda (merserizatsiya + fermentativ ishlov + nanoqoplama) kuzatilishi asoslab berildi. Maqola oxirida tajriba tadqiqotlari uchun standartlashtirilgan protokol taklif etilgan.

Kalit so‘zlar
jilodorlik, yaltiroqlik, merserizatsiya, plazma ishlovi, fermentlar, nanoqoplama, kalandrlash, spekulyar qaytish, to‘qimachilik pardozlash.

Kirish

To‘qimachilik mahsulotlarining iste’molchilik sifatini baholashda tashqi ko‘rinish – rang, to‘kilma, tuzilma va jilodorlik – hal qiluvchi o‘rin tutadi. Jilodorlik matoning yuzasidan yorug‘likning yo‘nalishli qaytish darajasini ifodalaydi va bevosita sezgi orqali «sifatli», «nafis» yoki «mayin» degan baho shakllanishiga ta’sir etadi [1, 2]. Ayniqsa,

ichki kiyim, ko‘ylaklik, uy to‘qimachiligi va hashamatli bezak matolari segmentida jilodorlik mahsulotning qo‘shilgan qiymatini oshiruvchi muhim omil hisoblanadi.

An’anaviy usullarda (kuchli kalandrlash, kraxmal va smola bilan pardozlash) erishilgan jilodorlik odatda vaqtinchalik bo‘lib, yuvish va ishqalanish natijasida yo‘qoladi. Bundan tashqari, formaldegid saqlovchi smolalarning ekologik va sanitar-gigiyenik cheklovlari sanoatni yangi, barqaror va «yashil» yechimlar izlashga undamoqda. Shu bois so‘nggi yillarda fermentativ biotexnologiyalar, past haroratli plazma, nanokompozit qoplamalar va modifikatsiyalangan merserizatsiya jarayonlari faol o‘rganilmoqda [3–6].

Biroq mavjud adabiyotlarda quyidagi muammolar saqlanib qolmoqda: (a) turli usullar turlicha o‘lchash sharoitlarida baholanganligi sababli ularning natijalarini bevosita taqqoslash qiyin; (b) jilodorlikning optik mexanizmi va ishlov parametrlari o‘rtasidagi bog‘liqlik yetarlicha tizimlashtirilmagan; (c) texnologiyalarni birgalikda qo‘llashning sinergik samarasi kam o‘rganilgan.

Tadqiqotning maqsadi – matolar jilodorligini oshirishga yo‘naltirilgan innovatsion texnologiyalarni ilmiy asosda taqqoslash va ularni sanoatga tadbiq etish mezonlarini ishlab chiqish.

Tadqiqot vazifalari:

1) Jilodorlikning fizik-optik asoslarini va uni belgilovchi omillarni aniqlash;

2) Beshta asosiy texnologiyaning ta’sir mexanizmlarini tizimlashtirish;

3) Texnologiyalarni jilodorlik samarasi, chidamlilik, mexanik xossalarga ta’sir va ekologik ko‘rsatkichlar bo‘yicha taqqoslash;

4) Kombinatsiyalangan texnologik sxemani asoslash va tajriba tekshiruvi uchun protokol taklif etish.

Ilmiy faraz: matoning jilodorligi sirtning mikro- va nanoqiyaliqdagi tekisligi hamda tolalar kesimining yorug‘likni yo‘nalishli qaytaruvchi geometriyasiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘liq bo‘lib, bir necha texnologiyani ketma-ket qo‘llash alohida usullarning ta’siridan yuqori samara beradi.

Materiallar va usullar

Tadqiqot uch bosqichda olib borildi: (1) Scopus, Web of Science, ScienceDirect va Google Scholar bazalarida «fabric luster», «gloss», «mercerization», «plasma treatment», «biopolishing», «sol-gel coating» va «calendering» kalit so‘zlari bo‘yicha adabiyotlarni tizimli qidirish va saralash; (2) jilodorlik fizikasiga asoslangan analitik modelni qurish; (3) texnologiyalarni ko‘p mezonli (vaznli ball) usulida taqqoslash va tajriba protokolini shakllantirish. Saralashda 2000-yildan keyin chop etilgan, o‘lchash usuli aniq ko‘rsatilgan va takrorlanuvchi natijalar keltirilgan ishlar tanlab olindi.

Tadqiqot obyektlari

Tahlil uchun uch guruh matolar ko‘rib chiqildi: sellyuloza asosidagi (paxta, viskoza), oqsil asosidagi (tabiiy ipak, jun) va sintetik (poliefir, poliamid) matolar. Bu guruhlar tola kimyosi, kesim shakli va sirt energiyasi bo‘yicha farqlanishi sababli bir xil texnologiyaga turlicha javob beradi.

Merserizatsiya. Paxta matolarini taranglik ostida konsentrlangan ishqor (taxminan 20–30 % NaOH) yoki suyuq ammiak bilan ishlash. Tola shishadi, kesim shakli buyraksimon shakldan yumaloqlashadi va lumen qisqaradi, tola tekis va yorug‘likni yaxshiroq qaytaradigan bo‘ladi [3, 7].

Fermentativ ishlov (biopolishing). Sellyuloza fermentlari bilan tola yuzasidagi chiqib turuvchi mikrotolachalarni (hairiness) gidrolizlash. Natijada sirt tekislanadi, pilling tendensiyasi kamayadi [4, 8].

Past haroratli plazma. Atmosfera yoki vakuum sharoitida inert (Ar, He) yoki reaktiv (O_2, N_2, havo) gazlar plazmasi bilan nanometr chuqurlikda sirt modifikatsiyasi. Usul suvsiz bo‘lib, tolaning ommaviy xossalariga ta’sir qilmaydi [5, 9].

Sol-gel nanoqoplamalar. SiO_2, TiO_2 yoki ularning gibrid prekursorlari (masalan, tetraetoksisilan) asosida yupqa, shaffof qoplama hosil qilish. Qoplama sirt mikrog‘adir-budurligini to‘ldiradi va moddaning sinish ko‘rsatkichi hisobiga qaytarishni kuchaytiradi [6, 10].

Issiq (Schreiner) kalandrlash. Qizdirilgan valiklar orasida yuqori bosim ostida matoni ishlash; Schreiner kalandrida valik yuzasida ingichka qiya chiziqlar bo‘lib, ular ip tuzilmasini tekislab, ipaksimon yaltiroqlik hosil qiladi [1, 11].

Jilodorlikni baholash usullari

Jilodorlik standart yo‘nalishli aks ettirish asosida o‘lchanadi: glossmetr yordamida 20°, 60° va 85° burchaklarda, ISO 2813 va ASTM D523 standartlariga muvofiq, gloss birliklarida (GU) [12, 13]. To‘qimachilikda mato tuzilmasi anizotrop bo‘lgani uchun o‘lchash tola (iplar) yo‘nalishi bo‘ylab va ko‘ndalangiga bajarilishi, hamda goniofotometr yordamida burchakli taqsimot egri chizig‘i olinishi tavsiya etiladi [2]. Qo‘shimcha ravishda sirt topografiyasi uchun skanerlovchi elektron mikroskop (SEM), atom-kuch mikroskopi (AFM) yoki konfokal profilometr; mexanik xossalar uchun uzilishdagi yuk, yirtilish va qattiqlik (Kawabata tizimi), pilling uchun ISO 12945-2 usullari qo‘llanishi mumkin.

Analitik model va taqqoslash usuli

Yo‘nalishli aks ettirish ulushi sirt tekisligi va sinish ko‘rsatkichiga bog‘liq. Kamida sirt g‘adir-budurligi σ ning yorug‘lik to‘lqin uzunligi λ ga nisbatan kichik bo‘lganda spekulyar komponent ulushi taxminan quyidagicha kamayadi:

$$R_{spek} \approx R_0 \cdot \exp\left[-\left(\frac{4\pi \cdot \sigma \cdot cos\theta}{\lambda}\right)^2\right]$$

bu yerda: R_0 - ideal silliq sirtning Fresnel qaytarish koeffitsiyenti (sinish ko‘rsatkichi n ga bog‘liq), θ – tushish burchagi.

Formuladan ikki xulosa kelib chiqadi: (1) σ kamayishi jilodorlikni eksponensial ravishda oshiradi; (2) n ning oshishi (masalan, TiO_2 qoplama) R_0 ni oshiradi. Bu model sifat jihatdan texnologiyalarni tahlil qilish uchun xizmat qiladi, haqiqiy mato esa ip tuzilmasi sababli qo‘shimcha geometrik omillarga ega.

Texnologiyalarni taqqoslashda to‘rt mezon bo‘yicha vaznli ball tizimi qo‘llandi: jilodorlik samarasi (vazn 0,35), chidamlilik (0,25), mexanik xossalarga ta’sir (0,20), ekologik va iqtisodiy ko‘rsatkichlar (0,20). Har bir mezon 1 dan 5 gacha shkalada adabiyotlardagi ma’lumotlar asosida ekspert baholash orqali ballandi.

Natijalar

Jilodorlikni belgilovchi omillar

Tahlil shuni ko‘rsatdiki, mato jilodorligi to‘rt darajali tuzilma bilan belgilanadi: (I) tola sirti (nano/mikro g‘adir-budurlik); (II) tola kesimi shakli; (III) ip (egirish, buramlar,

tukdorlik); (IV) mato tuzilmasi (to‘qima turi, zichlik, «flot» uzunligi). Uzun flotli satin to‘qimalar yorug‘likni yo‘nalishli qaytaruvchi uzluksiz sirt hosil qilgani sababli tekis to‘qimalardan yuqori jilodorlik ko‘rsatadi [1, 2]. Tola sirtini tekislovchi har qanday ishlov (T1–T4) va ip tuzilmasini tekislovchi ishlov (T5) alohida omillarga ta’sir qiladi, shu sababli ularni birlashtirish mantiqan asoslangan.

Texnologiyalarning ta’sir mexanizmlari

Merserizatsiya. Taranglik ostidagi shishish tola kesimini yumaloqlashtiradi va tola o‘qi bo‘ylab ko‘ndalang burmalar (konvolutsiyalar) kamayadi. Bu holat tolaning optik jihatdan bir xil «silindr» ga yaqinlashishiga, ya’ni kuchli yo‘nalishli qaytarishga olib keladi. Shu bilan birga bo‘yoqni o‘zlashtirish va mustahkamlik ham yaxshilanadi [3, 7]. Suyuq ammiak bilan ishlov kimyoviy tejamkorlik va tolani yumshoq saqlash bilan ajralib turadi, ammo uskuna va xavfsizlik talablari yuqori.

Fermentativ ishlov. Ferment to‘g‘ridan-to‘g‘ri yorug‘likni qaytaruvchi qatlam hosil qilmaydi, ammo tola uchlari va mikrotolachalarni olib tashlab, yorug‘likni sochuvchi markazlar sonini kamaytiradi. Natijada «tiniq» ko‘rinish va jilodorlik oshadi; yon samara sifatida pilling va tukdorlik kamayadi, mato qo‘l bilan sezilganda yumshoqroq bo‘ladi. Kamchiligi – ortiqcha ishlovda vazn va mustahkamlik yo‘qotilishi, shuning uchun jarayon pH, harorat, vaqt va mexanik ta’sir bo‘yicha qat’iy nazorat qilinishi lozim [4, 8].

Plazma ishlovi. Plazma tola yuzasida nanometrlar tartibida emirish (etching) va funksional guruhlar hosil qilish orqali sirt energiyasini oshiradi. Sirtning nanoqiyaligi o‘zgarishi jilodorlikka ikki yoqlama ta’sir qilishi mumkin: kuchli emirish g‘adir-budurlikni oshirib, jilodorlikni kamaytiradi, optimallashtirilgan yumshoq rejim esa mayda nuqsonlarni tozalab, keyingi qoplama yoki kalandrlashning samarasini oshiradi. Shu bois plazma yakka holda emas, ko‘pincha tayyorlovchi (aktivatsiya) bosqichi sifatida samarali bo‘ladi [5, 9].

Sol-gel nanoqoplama. Nano-SiO_2 qoplama sirtdagi mikro g‘ovaklarni to‘ldirib, sirtni tekislaydi, TiO_2 esa yuqori sinish ko‘rsatkichi (taxminan 2,4–2,6) hisobiga R_0 ni oshiradi. Qoplama qalinligi odatda yuzlab nanometrdan oshmasa, matoning havo o‘tkazuvchanligi va qo‘l bilan sezilishi deyarli saqlanadi. Qoplama qalin bo‘lib ketsa, mato qotadi va

yorilib, jilodorlikni pasaytiradi [6, 10]. Sol-gel qoplamalar qo‘shimcha funksiyalar (ultrabinafsha himoya, kir yuqtirmaslik, antibakterial) ham berishi bilan afzal.

Schreiner kalandrlash. Issiqlik va bosim ip tuzilmasini yassilaydi, ip sirtini silliqlaydi va yorug‘likni qaytaruvchi yassi maydonlarni kengaytiradi. Natija darhol seziladi, ammo suv va mexanik ta’sirdan oldin yassilangan iplar tiklanadi, ya’ni chidamlilik past; mustahkamlash uchun yengil bog‘lovchi (past formaldegidli yoki akril/poliuretan asosli) bilan birgalikda qo‘llash talab etiladi [1, 11].

Texnologiyalarning qiyosiy tahlili

1-jadval

Innovatsion texnologiyalarning jilodorlikka ta’sirini sifat jihatidan taqqoslash (adabiyotlar tahlili asosida)

Texnologiya	**Asosiy ta’sir obyekti**	**Jilodorlik samarasi**	**Chidamlilik**	**Mexanik xossalarga ta’siri**	**Ekologik jihat**
Merserizatsiya	Tola kesimi va shakli	Yuqori	Yuqori	Mustahkamlik oshadi	Ishqor oqava suvlari; ammiakda yopiq sikl
Fermentativ ishlov	Mikrotolachalar	O‘rta	Yuqori (tola darajasida)	Ortiqcha ishlovda mustahkamlik pasayadi	Biologik parchalanadi, yumshoq sharoit
Plazma	Nano sirt qatlami	O‘zgaruvchan; asosan tayyorlov	O‘rta (sirt «qarishi»)	Ommaviy xossalarga ta’sir kam	Suvsiz, kimyoviy moddasiz
Sol-gel nanoqoplama	Sirt g‘adir-budurligi va n	Yuqori	O‘rta–yuqori (bog‘lanishga bog‘liq)	Qalin qoplamada qotish	Prekursor va erituvchiga bog‘liq
Schreiner kalandr	Ip va mato tuzilmasi	Juda yuqori (darhol)	Past (qo‘shimcha mustahkamlovchisiz)	Mato zichlashadi	Energiya sarfi yuqori

2-jadval

Ko‘p mezonli baholash natijalari (1–5 ball shkalasi, vaznli o‘rtacha; baholash muallif ekspert tahlili asosida bajarilgan)

Texnologiya	Samara (0,35)	Chidamlilik (0,25)	Mexanik (0,20)	Ekologiya/iqtisod (0,20)	Umumiy ball
Merserizatsiya	4	5	5	3	4,25
Fermentativ ishlov	3	4	3	5	3,65
Plazma (yakka)	2	3	5	5	3,45
Sol-gel nanoqoplama	4	4	3	3	3,60
Schreiner kalandr	5	2	3	2	3,25

Baholash natijalariga ko‘ra yakka usullar ichida paxta uchun merserizatsiya eng muvozanatli texnologiya hisoblanadi, kalandrlash esa eng yuqori darhol effektni berib, chidamlilik bo‘yicha eng zaif. Bu ballar nisbiy ekspert bahosi bo‘lib, aniq mato turi va ishlov parametrlariga qarab o‘zgaradi va tajriba yo‘li bilan tasdiqlanishi lozim.

Kombinatsiyalangan texnologik sxema

Olingan tahlil asosida paxta va viskoza matolari uchun quyidagi ketma-ketlik ilmiy asoslangan deb topildi:

1) *Tayyorlash:* shlixtalarni olib tashlash va pishirish (kir tozalash);

2) *Merserizatsiya* (taranglik ostida) – tola kesimini optimallashtirish;

3) *Fermentativ tozalash* – mikrotolachalarni tozalash;

4) *Yumshoq plazma aktivatsiyasi* (ixtiyoriy) – qoplamaning yopishuvini kuchaytirish;

5) *Nano-SiO_2/TiO_2 qoplama* – sirtni tekislash va qaytarishni oshirish;

6) *Yengil Schreiner kalandrlash* – ip tuzilmasini yakuniy tekislash va qoplamani mustahkamlash.

Bu sxemada har bir bosqich jilodorlikning alohida tarkibiy qismiga (tola shakli, mikrotolachalar, sirt qatlami, ip tuzilmasi) ta’sir qilgani uchun ta’sirlar bir-birini qoplamaydi, aksincha, kalandrlash samarasining chidamliligi nanoqoplama va merserizatsiya hisobiga oshadi. Ipak va sintetik matolar uchun merserizatsiya o‘rniga tola kesimini optimallashtirish (uchburchak kesimli poliefir, ipakda sirt oqsilini tozalash) hamda 3–6 bosqichlar tavsiya etiladi.

Muhokama

Tahlil natijalari jilodorlikni «bir omilli» emas, balki ko‘p darajali optik hodisa sifatida ko‘rish zarurligini ko‘rsatdi. Merserizatsiyaning yuqori ballga ega bo‘lishi uning tola geometriyasiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’siri va natijaning chidamliligi bilan izohlanadi, bu boshqa tadqiqotlarda ham qayd etilgan [3, 7]. Kalandrlashning eng yuqori darhol samarasi, lekin past chidamliligi esa an’anaviy sanoat amaliyotida kuzatiladigan muammoni – ya’ni yuvilgandan so‘ng jilodorlikning yo‘qolishini – tushuntiradi [1, 11].

Plazma ishlovining yakka holda past ball olishi uning jilodorlikni oshirish emas, balki sirtni faollashtirish vositasi ekanligini ko‘rsatadi. Bu xulosa plazma bo‘yicha sharhlardagi tavsiyalarga mos keladi: samara parametrlarga (gaz turi, quvvat, ta’sir vaqti) kuchli bog‘liq bo‘lib, noto‘g‘ri rejim sirtni g‘adir-budur qilishi mumkin [5, 9].

Sol-gel qoplamalarning afzalligi funksional ko‘p maqsadlilikda; biroq qoplama qalinligi, bog‘lovchi turi va yuvishga chidamlilik haligacha sanoat miqyosida muammo bo‘lib qolmoqda [6, 10]. Fermentativ ishlov esa ekologik jihatdan eng jozibador, ammo jarayonni boshqarish murakkabligi sababli sanoatda barqaror sifatga erishish qat’iy nazoratni talab qiladi [4, 8].

*Tadqiqotning cheklovlari***.** (1) 2-jadvaldagi ballar ekspert asosida bo‘lib, tajriba ma’lumotlari bilan tasdiqlanishi shart; (2) turli adabiyotlarda jilodorlik turli geometriya va asboblarda o‘lchangan; (3) mato to‘qima turi va ip tuzilmasining ta’siri alohida model sifatida to‘liq hisobga olinmadi.

Amaliy ahamiyati. Taklif etilgan sxema to‘qimachilik korxonalarida mahsulotning bozor qiymatini oshirish, formaldegid saqlovchi smolalardan voz kechish va resurs tejamkorligiga erishish imkonini beradi. Ilmiy jihatdan esa jilodorlikni baholashning yagona protokoli kelgusi tadqiqotlar uchun asos bo‘ladi.

Xulosa

1) Mato jilodorligi tola sirti, tola kesimi, ip va mato tuzilmasidan iborat to‘rt darajali omillar bilan belgilanadi; spekulyar qaytarish sirt g‘adir-budurligi kamayishi bilan eksponensial oshadi.

2) Yakka texnologiyalar ichida paxta uchun merserizatsiya eng muvozanatli (samara, chidamlilik, mexanik xossa) natija beradi; kalandrlash eng yuqori, ammo eng

vaqtinchalik effektga ega; sol-gel nanoqoplamalar yuqori samara va qo‘shimcha funksiyalar beradi; fermentativ ishlov ekologik jihatdan afzal; plazma esa asosan tayyorlovchi bosqich sifatida samaralidir.

3) Texnologiyalarni ketma-ket birlashtirish (merserizatsiya → ferment → plazma aktivatsiyasi → nanoqoplama → yengil kalandrlash) jilodorlikning turli tarkibiy qismlariga ta’sir qilgani uchun eng yuqori va chidamli natija berishi ilmiy asoslandi.

4) Natijalarni tasdiqlash uchun ISO 2813 / ASTM D523 asosidagi, tola yo‘nalishini hisobga oluvchi, yuvishdan keyingi chidamlilikni o‘z ichiga olgan tajriba protokoli taklif etildi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Hunter R.S., Harold R.W. The Measurement of Appearance. 2nd ed. New York: Wiley, 1987.

2. Booth J.E. Principles of Textile Testing. 3rd ed. London: Butterworths, 1983.

3. Hsieh Y.-L. Chemical structure and properties of cotton. In: Gordon S., Hsieh Y.-L. (eds.) Cotton: Science and Technology. Cambridge: Woodhead Publishing, 2007.

4. Araújo R., Casal M., Cavaco-Paulo A. Application of enzymes for textile fibres processing. Biocatalysis and Biotransformation, 2008, 26(5), 332–349.

5. Shishoo R. (ed.) Plasma Technologies for Textiles. Cambridge: Woodhead Publishing, 2007.

6. Mahltig B., Haufe H., Böttcher H. Functionalisation of textiles by inorganic sol–gel coatings. Journal of Materials Chemistry, 2005, 15, 4385–4398.

7. Lewin M. (ed.) Handbook of Fiber Chemistry. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

8. Cavaco-Paulo A., Gübitz G.M. (eds.) Textile Processing with Enzymes. Cambridge: Woodhead Publishing, 2003.

9. Kan C.W. A Novel Green Treatment for Textiles: Plasma Treatment as a Sustainable Technology. Boca Raton: CRC Press, 2014.

10. Wei Q. (ed.) Surface Modification of Textiles. Cambridge: Woodhead Publishing, 2009.

11. ISO 2813:2014. Paints and varnishes — Determination of gloss value at 20°, 60° and 85°.

12. Qurbonazarov Suhrob Erkin o‘g‘li - Tarvuz yetishtirishning bugungi holati va urug‘ tayyorlash sirlari. “Yangi O‘zbekistonda barqaror rivojlanish uchun ilm-fan va innovatsiyalar” mavzusidagi respublika ilmiy konferensiyasi. №1 2026-yil Avgust. 109-112 betlar.