AQLLI MATO (SMART TEXTILE) TEXNOLOGIYALARI: SO‘NGGI YUTUQLAR VA MUAMMOLAR

TOSHKENT KIMYO TEXNOLOGIYALARI XALQARO UNIVERSITETI
Libos dizayni yo‘nalishi 1-kurs talabasi
Aliqulova Marjona Valijon qizi
Ilmiy rahbar: **Eshmamatov Baxodir Xolmirzayevich**

Annotatsiya: *To‘qimachilik mahsulotlari qadim zamonlardan beri inson hayotida, ham iqtisodiy, ham ijtimoiy munosabatlarda keng qo‘llanilib kelinmoqda. Hozirgi kunda esa aqlli matoga bo‘lgan ehtiyoj yanada ortib bormoqda. Muayyan funksiyalarni bajarishga mo‘ljallangan yuqori sifatli va yuqori samaradorlikka ega aqlli matolar tobora ommalashib bormoqda. Masalan, haroratni tartibga soluvchi va mushak tebranishlarini nazorat qiluvchi (kosmik kostyumlar kabi) kiyimlar keng qo‘llanilmoqda. Ularning qo‘llanish sohasi oddiy kundalik kiyimlardan tashqari tibbiyot va sog‘liqni saqlash, ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish, harbiy va aerokosmik sohalargacha kengayib bormoqda. Ushbu maqola aqlli matolar sohasidagi so‘nggi yutuqlar va muammolarni yoritishga qaratilgan. Aqlli matolar asosida yaratilgan mahsulotlarning imkoniyatlari nihoyatda keng bo‘lib, ular tibbiy qurilmalar, moda, ko‘ngilochar soha va mudofaa tizimlarida qo‘llanilishi mumkin. Bunda foydalanuvchilar uchun qulaylik muhim omil hisoblanadi. Aqlli matolarni ishlab chiqish ko‘p tarmoqli yondashuvni talab qiladi, ya’ni aqlli matolar, mikroelektronika va kimyo sohalari bilimlari to‘qimachilik ishlab chiqarish jarayonlari bilan uyg‘un holda qo‘llanilishi zarur.*

Kalit so‘zlar: *aqlli matolar; to‘qimachilik; qo‘llanilish sohalari.*

Аннотация: *Текстильные изделия с древних времён широко используются в жизни человека как в экономических, так и в социальных отношениях. В настоящее время потребность в интеллектуальных материалах значительно возрастает. Умные ткани высокого качества и высокой эффективности, предназначенные для выполнения определённых функций, становятся всё более популярными. Например, широко применяются изделия (такие как космические костюмы), способные регулировать температуру и контролировать мышечные вибрации. Область их применения выходит за рамки повседневной одежды и охватывает медицину и здравоохранение, экологию и охрану окружающей среды, а также военную и аэрокосмическую сферы. Данная статья направлена на освещение последних достижений и проблем в области умных тканей. Возможности продукции на основе умных тканей чрезвычайно широки и охватывают медицинские устройства, моду, индустрию развлечений и оборону. При этом важным фактором является комфорт для пользователя. Разработка умных тканей требует междисциплинарного подхода, объединяющего знания в области интеллектуальных материалов, микроэлектроники и химии с глубоким пониманием текстильного производства.*

Ключевые слова: *умные ткани; текстиль; области применения.*

Abstract:. *Textile products have been widely used in human life since ancient times, both in economic and social relations. Nowadays, the demand for intelligent materials is rapidly increasing. High-quality and high-performance smart textiles designed to perform specific functions are becoming increasingly popular. For example, garments capable of regulating temperature and controlling muscle vibrations (such as spacesuits) are widely used. Their applications extend beyond everyday clothing to fields such as*

medicine and healthcare, ecology and environmental protection, as well as military and aerospace industries. This article aims to highlight recent advances and challenges in the field of smart textiles. The potential of products based on smart textiles is immense, covering medical devices, fashion, entertainment, and defense sectors. User comfort remains a key factor for acceptance. The development of smart textiles requires a multidisciplinary approach, integrating knowledge of intelligent materials, microelectronics, and chemistry with a deep understanding of textile production processes

Keywords: *smart textiles; textiles; applications.*

Kirish. To‘qimachilik sanoatining rivojlanishi insoniyat taraqqiyoti bilan bevosita bog‘liqdir. Uning tarixini barglardan tayyorlangan kiyimlardan boshlab, keyinchalik ipak va paxta kabi tabiiy mahsulotlarning paydo bo‘lishi orqali kuzatish mumkin. Bu materiallar insonning farovonligi va qulayligini oshirdi. So‘ngra esa sintetik materiallar paydo bo‘lib, so‘nggi asr davomida hayotimizni sezilarli darajada yaxshiladi. Hozirgi kunda yuqori sifatli mahsulotlarga bo‘lgan talab mavjud to‘qimachilik qo‘llanmalarini yanada rivojlantirishga turtki bermoqda.

Zamonaviy jamiyat rivojlanishi natijasida tabiiy tolalar (masalan, paxta yoki kanop) hamda kimyoviy tolalar (masalan, poliamid yoki viskoza) endilikda barcha talablarni to‘liq qondira olmayapti. Iste’molchilar ehtiyojlari ortib borayotgani sababli, tolalar energiya yig‘ish, rang o‘zgartirish va sog‘liqni nazorat qilish kabi maxsus xususiyatlarga ega bo‘lishi talab etilmoqda. Shuningdek, shakl xotirasi yoki issiqlikni saqlash xususiyatlariga ega materiallarga ham ehtiyoj ortmoqda.

Shu sababli, tabiiy va kimyoviy matolar paydo bo‘lgan dastlabki davrdan boshlab, ular kompozit materiallar bilan mustahkamlanib kelmoqda. Hozirgi

kunda esa elektr o‘tkazuvchan yoki antibakterial xususiyatlarga ega funksional tolalar, ilg‘or xususiyatlarga ega aqlli tolalar, energiya yig‘uvchi, energiya saqlovchi, shaklni eslab qoluvchi, issiqlikni boshqaruvchi materiallar keng qo‘llanilmoqda. Bularning barchasi to‘qimachilikning nisbatan yangi avlodi hisoblangan aqlli matolar (smart textiles) deb ataladi.

Aqlli matolar uch turga bo‘linadi:

- **passiv aqlli matolar** (tashqi muhitni sezadi),
- **faol aqlli matolar** (tashqi ta’sirga javob beradi),
- **ultra-aqlli matolar** (sezadi, javob beradi va muhitga moslashadi).

[1]

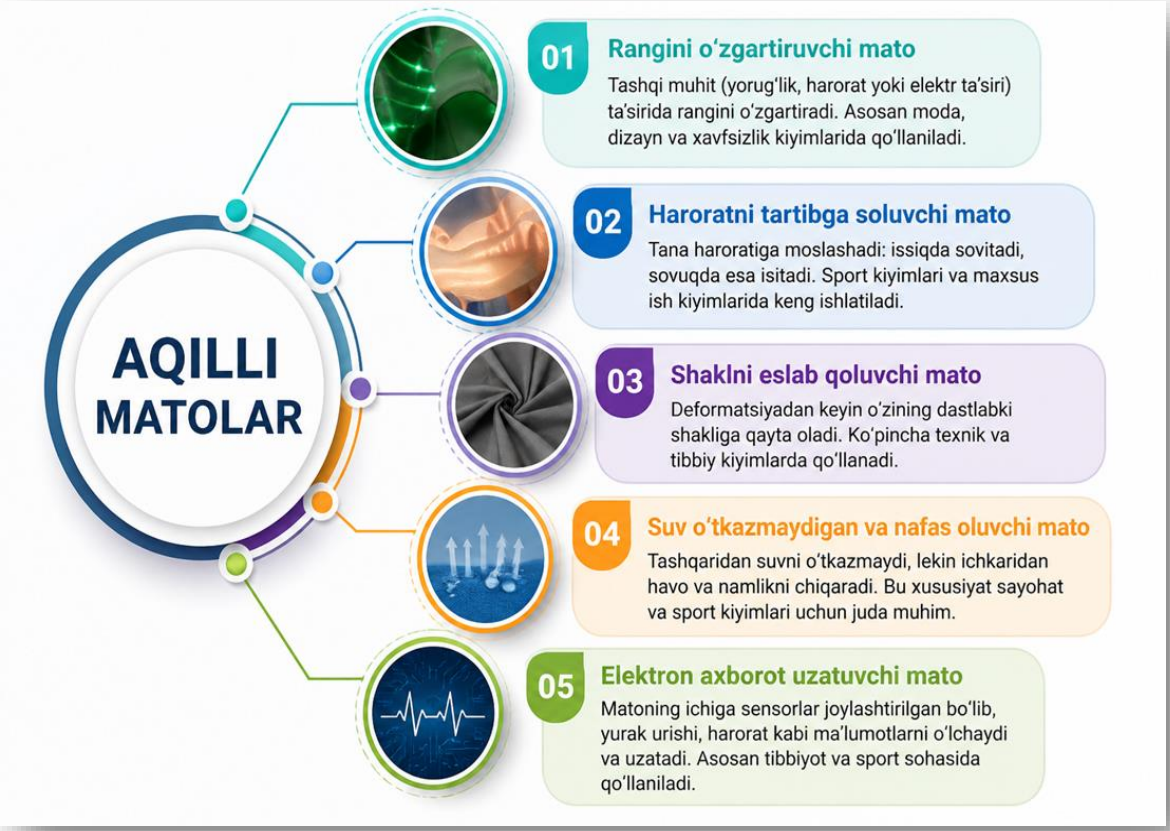
Asosiy qism.

1.**Aqlli matolar** — bu atrof-muhit holatini kuzata oladigan, ma’lumot almasha oladigan va foydalanuvchining holatini aniqlab, uni qayta ishlay oladigan intellektual tizimlardir.

Aqlli matolar ilk bor 1980-yillarning oxirida Yaponiyada paydo bo‘lgan. O‘sha paytda ipak iplar xotira effektiga ega material sifatida ishlatilgan. Shundan buyon bu yo‘nalish turli sohalarda keng qo‘llanilishi sababli katta qiziqish uyg‘otib, rivojlanib bormoqda. Ilm-fan rivoji natijasida aqlli matolar texnologiyasi kiyim ishlab chiqarish, sun’iy intellekt, biotexnologiya, axborot texnologiyalari, xaos nazariyasi va nanotexnologiya kabi ko‘plab sohalar bilan integratsiyalashmoqda.

So‘nggi yillarda kiyiladigan texnologiyalar asosidagi shaxsiy tizimlar — sog‘liqni nazorat qilish, himoya va xavfsizlikni ta’minlash, sog‘lom turmush tarzini qo‘llab-quvvatlash — keng rivojlanmoqda. Shu sababli aqlli matolarga bo‘lgan talab yanada ortib bormoqda. Masalan, rangini yoki shaklini o‘zgartira oladigan kiyimlar, tana haroratini tartibga soluvchi va mushak

Aqlli matolarning bir nechta qo‘llanilish sohalari.



tebranishlarini boshqaruvchi kostyumlar katta yutuq hisoblanadi.undan tashqari, dori vositalarini yoki namlikni ajratib chiqaruvchi matolar ham ishlab chiqilgan. Aqlli matolar qo‘llanishi nafaqat

kundalik kiyimlarda, balki tibbiyot, ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish, harbiy va aerokosmik sohalarda ham kengayib bormoqda.[2]

Ushbu aqlli matolar inson hayotining deyarli barcha sohalarida juda katta salohiyatga ega (2-rasm). Ular estetik qo‘llanmalar, qulaylik hissini ta’minlash (hatto juda yuqori yoki past harorat sharoitida ham), himoya, kasalliklarni monitoring qilishdan tortib harbiy mudofaa sohalarigacha keng qo‘llaniladi. Shunga ko‘ra, tashqi ta’sir yoki sharoitga (mexanik, issiqlik, magnit, kimyoviy, elektr yoki boshqa manbalar) bog‘liq holda, bu matolar uchta asosiy tarkibiy qism — sensorlar (sezuvchi elementlar), aktuatorlar (faol aqlli matolar uchun),

va boshqaruv bloklari (yuqori darajadagi aqlli matolar uchun) mavjudligi tufayli atrof-muhitga mos ravishda sezadi va javob beradi. Metall materiallar, elektr o‘tkazuvchan polimerlar yoki o‘tkazuvchan siyohlar to‘qimachilik tuzilmasiga integratsiya qilinishi mumkin. Bu orqali butun mato bo‘ylab yoki ma’lum bosilgan qismlarda (masalan, elektr o‘tkazuvchanlik kabi xususiyatlarni ta’minlash uchun) maxsus funksiyalar hosil qilinadi hamda ular elektr zanjirlarini faollashtirish uchun kalit sifatida xizmat qilishi mumkin.[2]

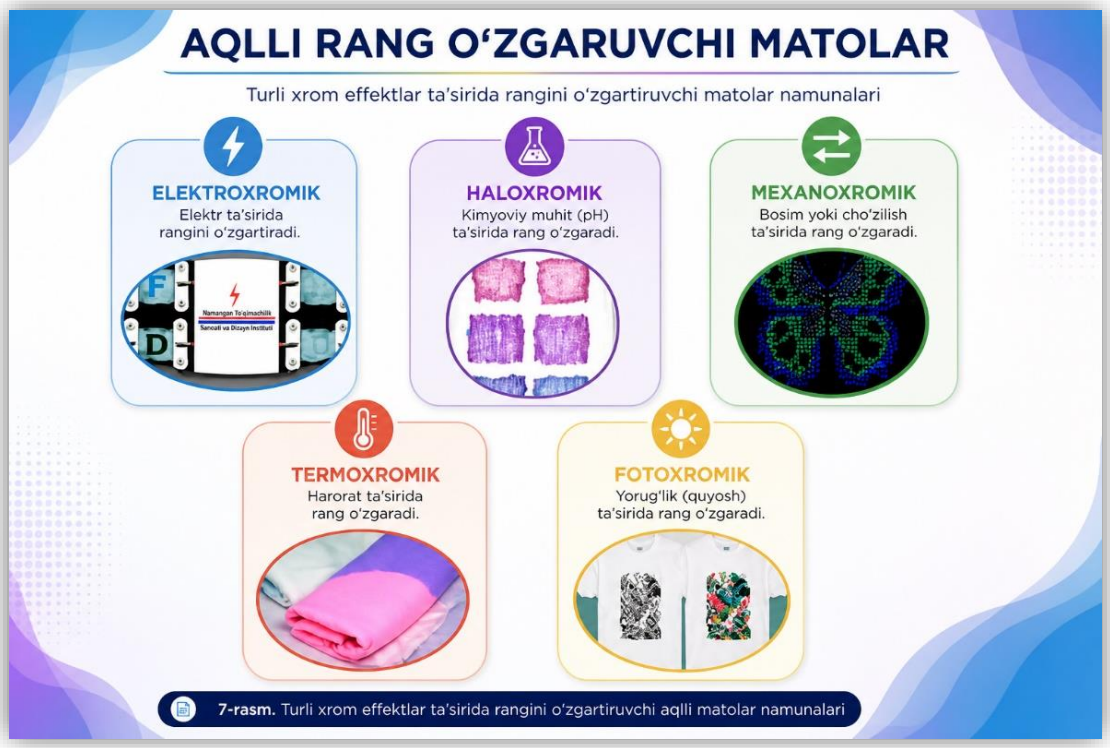
Yuqorida ta’kidlanganidek, aqlli matolarning afzalliklari 1990-yillarning boshlaridan boshlab yanada yaqqol namoyon bo‘la boshladi. So‘nggi tadqiqotlar aqlli matolarning qo‘llanish sohalari juda keng ekanligini ko‘rsatdi. Peng va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda shaxsiy issiqlikni boshqarish va energiya bilan bog‘liq masalalar o‘rganilib, inson tanasi va tashqi muhit o‘rtasidagi issiqlik almashinuvini samarali boshqaruvchi matolarni ishlab chiqish muhimligi ta’kidlangan. Chen va boshqalar esa elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun mo‘ljallangan aqlli matolarni o‘rganib, energiya inqirozi, atrof-muhit ifloslanishi va jamoat salomatligi muammolarini hisobga olgan holda, ushbu matolarning biomexanik energiya, tana issiqligi energiyasi, biokimyoviy energiya, quyosh energiyasi va boshqa gibrid energiya turlarini yig‘ish imkoniyatlarini tahlil qilgan.

Massaroni va boshqalar tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotlarda esa uzluksiz fiziologik kuzatuvga muhtoj bemorlar uchun optik tolali texnologiyaga asoslangan tibbiy aqlli matolar ko‘rib chiqilgan. Revaiah va boshqalar o‘z tadqiqotlarida aqlli matolarning harbiy sohadagi qo‘llanilishiga e’tibor qaratib, olovga chidamli kostyumlar, ekstremal sovuq iqlim kiyimlari, yuqori balandlikda ishlash uchun maxsus kostyumlar, anti-G kostyumlar va suv osti qutqaruv kostyumlari kabi yo‘nalishlarni tahlil qilgan. Huang va boshqalar

esa piezorezistiv sensorlar asosidagi aqlli matolarni o‘rganib, ularning xususiyatlarini yaxshilash yo‘llarini ko‘rsatib bergan.

Tibbiyot va sog‘liqni saqlash sohalari ham katta e’tibor qozonmoqda. Bu, asosan, aholining soni ortib borayotgani, umr davomiyligining uzayishi, tibbiy muolajalar sifatining yaxshilanishi, bemorlarning tiklanish jarayonlari va zamonaviy tibbiy qurilmalar rivoji bilan bog‘liqdir.

1.Rangini o‘zgartiruvchi aqlli matolar. UV nurlaridan himoya qiluvchi yoki suv o‘tkazmaydigan matolar kabi passiv aqlli matolar faqat tashqi muhitni sezadi. Biroq rangini o‘zgartiruvchi aqlli matolar tashqi ta’sirlarni faol ravishda sezib, ularga javob qaytaradi.



1-rasm. Turli xrom effektlar (elektroxromik, haloxromik, mexanoxromik, termoxromik va fotoxromik) ta’sirida rangini o‘zgartiruvchi aqlli matolar.

Rang o‘zgarishi asosan materialning elektron zichligi yoki molekulyar tuzilmasining tashqi ta’sirlar natijasida o‘zgarishiga bog‘liq bo‘lib, bu rangning

o‘zgarishiga olib keladi. Tashqi ta’sir yo‘qolgach, mato yana o‘zining dastlabki holatiga qaytadi, chunki bu holat barqarorroq hisoblanadi.

Rang o‘zgarishi quyidagi omillar ta’sirida yuz berishi mumkin:

elektroxromik (elektr ta’sirida)

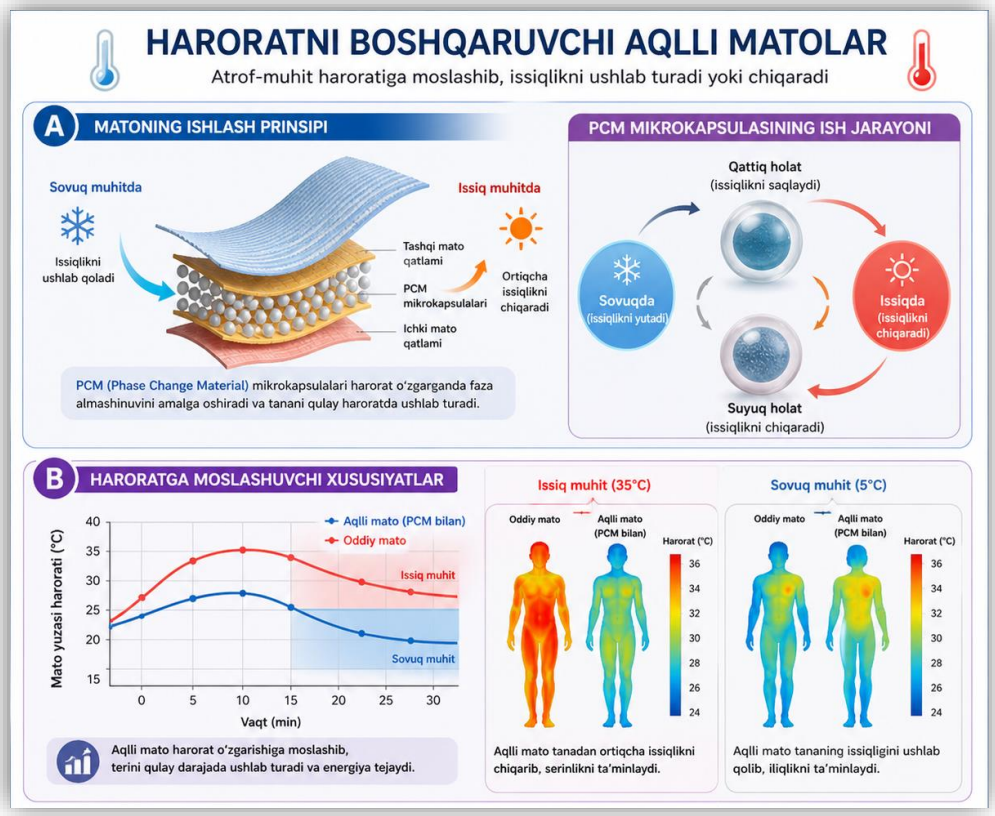
haloxromik (pH darajasi)

mexanoxromik (bosim ta’sirida)

Termoxromik (ishqalanish ta’sirida)

fotoxromik (yorug‘lik ta’sirida)

2. Haroratni boshqaruvchi aqlli matolar. Haroratni nazorat qiluvchi yuqori texnologiyali matolarni yaratishning asosiy sababi — tashqi muhitdan qat’i nazar, inson uchun qulay haroratni ta’minlash zaruratidir. Issiqlik berish yoki sovitish natijasida faza o‘zgarishiga ega materiallar 1980-yillarda NASA tomonidan ishlab chiqila boshlangan. Bu materiallar katta miqdordagi energiyani yutish yoki ajratish bilan birga, qattiq holatdan suyuq holatga o‘tish xususiyatiga ega.[3]



2-rasm Haroratni boshqaruvchi aqlli matolar

Ba’zi texnologiyalarda mato tarkibida tana haroratiga qarab ochilib-yopiladigan o‘zgaruvchan o‘lchamdagi teshiklar mavjud bo‘ladi. Masalan, issiq va quruq sharoitda teshiklar ochiladi, sovuq va nam sharoitda esa yopiladi. Bu esa matoning nafas oluvchanligi va suv o‘tkazmaslik xususiyatlarini yaxshilaydi.

Shaxsiy sovitish uchun ishlatiladigan issiqlik o‘tkazuvchan matolar imkoniyatlari ko‘rsatilgan. Masalan, yuqori darajada yo‘naltirilgan bor nitridi (BN) va polivinil spirt (PVA) asosida yaratilgan **a-BN/PVA mato** issiqlikni samarali uzatish xususiyatiga ega bo‘lib, insonni sovitishga yordam beradi.[4]

3. Shaklni eslab qoluvchi aqlli matolar. Shaklni eslab qoluvchi matolar pardozlash, nafas oluvchanlik, amortizatsiya, terini parvarish qilish, yara bog‘lash, dezodorant xususiyatlari va energiyani saqlash kabi foydali xususiyatlarga ega bo‘lishi mumkin. Ularning ishlash prinsipi turli tashqi ta’sirlar (kimyoviy, mexanik, magnit yoki elektr) ostida dastlab berilgan shaklni “eslab qolish” va keyinchalik uni tiklash qobiliyatiga asoslanadi.

Bu materiallarning aktivlashuvi odatda tana haroratiga yaqin haroratda sodir bo‘ladi. Shakl xotirali qotishmalar turli haroratlarda qattiqlik va elastiklik xususiyatlari bilan farqlanadigan ikki yoki undan ortiq elementlarning kombinatsiyasidan iborat bo‘ladi.

To‘qimachilikda qo‘llanganda, bunday matolar tekis ko‘rinishni saqlash, bukilish izlarini ushlab turish va cho‘zilgandan keyin o‘z holatini tiklash kabi xususiyatlarni namoyon etadi. Masalan, Italiyadagi **Corpo Nove** kompaniyasi dazmollashni talab qilmaydigan futbolka yaratgan. shaklni eslab qoluvchi matolarga misol keltirilgan.

Shaklni eslab qoluvchi polimer matoning ikki qatlami orasiga joylashtiriladi. Harorat oshganda molekulalar harakati kuchayadi va turli holatlar yuzaga keladi, natijada matoning g‘ovak tuzilmasi tana issiqligini tashqariga chiqarishga yordam



3-rasm. Shaklni eslab qoluvchi aqlli matolar

beradi. Ma’lum bir past haroratda esa zich tuzilma hosil bo‘lib, issiqlik, suv yoki shamolning tana atrofida o‘tishini cheklaydi. Shu tariqa, bu polimer harorat o‘zgarishlariga moslashuvchi elastik to‘siq sifatida ishlaydi va turli sharoitlarda optimal qulaylikni ta’minlaydi.[4]

Shaklni eslab qoluvchi matolar uch o‘lchamli shakl hosil qila olish xususiyati tufayli turli sohalarda qo‘llaniladi. Nikel–titan asosidagi shakl

xotirali qotishmalar yuqori haroratdan himoya qilishda ishlatiladi. Tibbiyotda esa o‘z-o‘zidan yig‘iluvchi jarrohlik iplar endoskopik operatsiyalar

uchun mo‘ljallangan bo‘lib, kichik kesmalar bilan operatsiya qilish imkonini beradi, natijada davolanish vaqti qisqaradi va infeksiya xavfi kamayadi.

4. Suv o‘tkazmaydigan va nafas oluvchi aqlli matolar. Inson harakat qilganda tana terlaydi va issiqlikni issiqlik to‘lqinlari hamda terlash orqali chiqaradi. Shuning uchun mato nafaqat tashqi omillardan (issiqlik, shamol yoki suv) himoya qilishi, balki tana issiqligini saqlashi va teridan tashqi muhitga bug‘ning samarali chiqishini ta’minlashi kerak.

Shu sababli, mato ikki asosiy xususiyatga ega bo‘lishi lozim:

(I) suv bug‘ining erkin chiqishini ta’minlash uchun nafas oluvchanlik,



4-rasm. Suv o’tkazmaydigan va nafas oluvchi aqlli matolar

(II) tashqi muhitdan suvning ichkariga o‘tishini oldini olish uchun suv o‘tkazmaslik.

Ba’zi mahsulotlarning dizayni ham aynan shu xususiyatlarga bog‘liq. Odatda

bunday matolar suyuq suvni o‘tkazmasligi uchun ishlab chiqiladi (mato teshiklari suv tomchisidan taxminan 20 000 marta kichik bo‘ladi), lekin suv bug‘ining o‘tishiga imkon beradi (teshiklar suv molekulasidan taxminan 700 marta katta).

Yana bir muhim ko‘rsatkich — namlik bug‘ining o‘tish tezligidir. Agar terlash darajasi yuqori bo‘lsa (masalan, yong‘in o‘chirish yoki sport faoliyati vaqtida), mato bug‘ni optimal darajada chiqarishi va insonni tashqi issiqlik hamda bosimdan himoya qilishi kerak.[5]

Suv o‘tkazmaydigan va nafas oluvchi matolarning asosiy xususiyatlari:

- Issiqlik va namlikni optimal darajada boshqarish
- Ortiqcha issiqlikni yutish
- Suv o‘tkazmaslik
- Havo va suv bug‘ini yaxshi o‘tkazish
- Tez qurish (sovqotishning oldini olish), chidamli va oson parvarishlanadi
- Suv bilan aloqada bo‘lganda ham o‘lcham barqarorligini saqlash
- Yengil, yumshoq va teginishga yoqimli

5. Kiyiladigan elektron aqlli matolar. Kiyiladigan elektron qurilmalar asosan elektr energiyasidan foydalanish, uni ishlab chiqarish va saqlash kabi funksiyalarga asoslanadi. Elektron matolar tarkibida matoga biriktirilgan komponentlar mavjud bo‘lib, ular tashqi ta’sirlar natijasida chirmashib qolmasligi yoki shikastlanmasligi kerak.

Bunday elektron qurilmalar kiyim sifatida foydalanish uchun maxsus talablarga javob berishi lozim. Ularning asosiy xususiyati — foydalanuvchining harakati va xulq-atvor holatini aniqlay olishidir.



5-rasm Kiyiladigan elektron aqlli matolarga oid ba’zi misollar keltirilgan.

Shuningdek, ular atrof-muhitdagi vaziyatni ham aniqlab, ushbu ma’lumotlar asosida tizim sozlamalari va funksiyalarini avtomatik ravishda moslashtira olishi kerak.

Har qanday elektron element yoki ulanish tizimi matoning fizik egiluvchanligiga xalaqit bermasligi va yakuniy mahsulotda ko‘zga tashlanmaydigan darajada kichik bo‘lishi kerak.

Kiyiladigan elektronika sohasida ko‘plab mahsulotlar ishlab chiqilgan. Masalan, biologik monitoring uchun mo‘ljallangan kiyimlar (EKG va nafas olishni kuzatish), turli kasalliklarni aniqlash va davolash uchun biomedik kiyimlar, tana suyuqliklarini aniqlashga mo‘ljallangan sensorli matolar, EKG va EMG ko‘rsatkichlarini kuzatuvchi kontakt sensorlar hamda boshqa hayotiy ko‘rsatkichlarni o‘lchaydigan qurilmalar shular jumlasidandir.[6]

6. Aqlli matolarning kelgusi yillarda asosiy qo'llanilish sohalari. Aqlli mato va kiyiladigan texnologiyalarning kelajakdagi asosiy qo'llanilish yo'nalishlari ko'rsatilgan. Bu texnologiyalar inson hayotining turli sohalarida keng qo'llanilishi kutilmoqda.

- Tibbiyot: sog'liqni monitoring qilish (yurak urishi, EKG, nafas olish)
- Sport: jismoniy faollik va natijalarni kuzatish
- Xavfsizlik: harbiy va favqulodda holatlarda himoya
- Kundalik hayot: qulaylik, stress va uyquni nazorat qilish
- Aloqa: ma'lumot uzatish va sensorli kiyimlar
- Moda: interaktiv va rang o'zgartiruvchi kiyimlar
- Sanoat va transport: ishchilar xavfsizligi va monitoring
- Ekologiya: energiya tejash va ekologik materiallar



6-rasm. Aqlli matolarning kelgusi yillardagi asosiy qo'llanilish sohalari.

Ushbu texnologiyalar inson hayotining barcha jabhalarida keng qo‘llanilishi va jamiyat farovonligini oshirishga xizmat qilishi kutilmoqda**.[7]**

Rasm izohi:

Kelgusi yillarda aqlli matolar va kiyiladigan texnologiyalarning asosiy qo‘llanilish sohalari sxematik tarzda tasvirlangan. Diagrammada turli sohalar o‘zaro bog‘langan holda ko‘rsatilgan bo‘lib, aqlli matolarning ko‘p funksiyali va keng imkoniyatlarga ega ekanligini ifodalaydi.

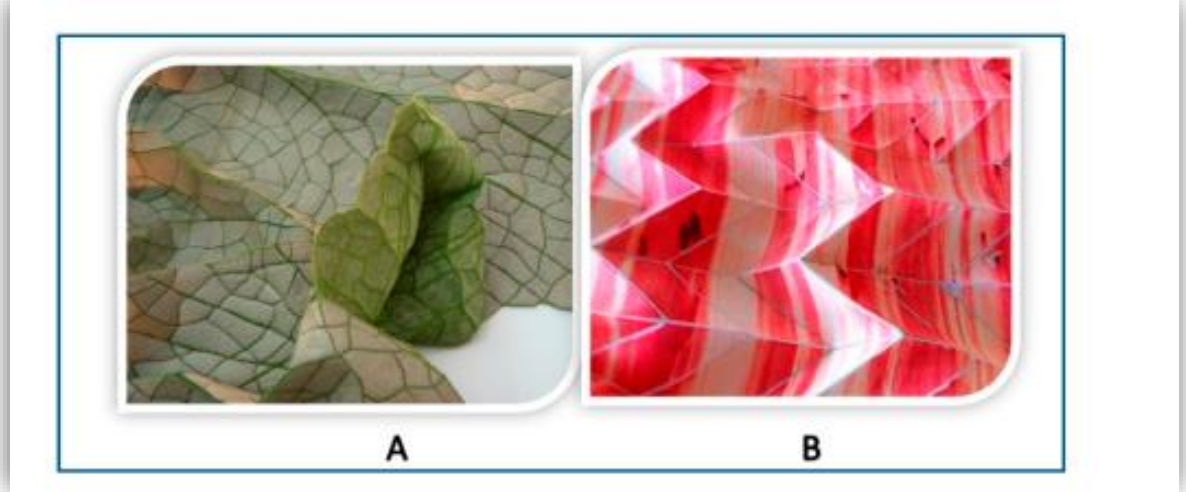
lmiy tadqiqotlar hajmining ortib borishi hamda aqlli matolar sohasining jadal rivojlanishi ushbu yo‘nalishning global miqyosda kengayishiga olib keldi. Turli sanoat tarmoqlari va yangi qo‘llanilish sohalarida innovatsion matolarga bo‘lgan yuqori talab ushbu o‘sishning asosiy drayveri hisoblanadi.

Prognozlarga ko‘ra, global aqlli matolar bozori 2021–2031-yillar oralig‘ida yillik o‘rtacha 25% (CAGR) o‘sish sur’atini saqlab qoladi va 2031-yilga borib 23,82 milliard AQSh dollaridan oshadi. Ushbu jarayon natijasida yangi ishlab chiqarish quvvatlari va texnologik platformalar joriy etilib, aqlli matolarga bo‘lgan talabni qondirish imkoniyatlari kengaymoqda.

Shuningdek, sun’iy intellekt (AI) va buyumlar interneti (IoT) kabi ilg‘or texnologiyalarning rivojlanishi aqlli matolarning funksional imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirmoqda. Ushbu texnologiyalar turli jarayonlarni monitoring qilish va mahsulot xususiyatlarini nazorat qilishda muhim rol o‘ynamoqda.

Mazkur kontekstda ushbu sharh maqola aqlli matolar sohasidagi so‘nggi ilmiy-texnologik yutuqlar hamda mavjud muammolarni tizimli ravishda tahlil qilishga qaratilgan.[8]

7. StartUp Fashion tomonidan ishlab chiqarilgan 3D matolar. To‘qish va trikotaj jarayonlari bo‘lib, ular katta yuzali to‘qimachilik materiallarini hosil qiladi. To‘qish jarayonida ikki o‘zaro perpendikulyar ip tizimi (asos va arqoq) bir-biriga ulanib, 2D (ikki o‘lchamli) matoni hosil qiladi.

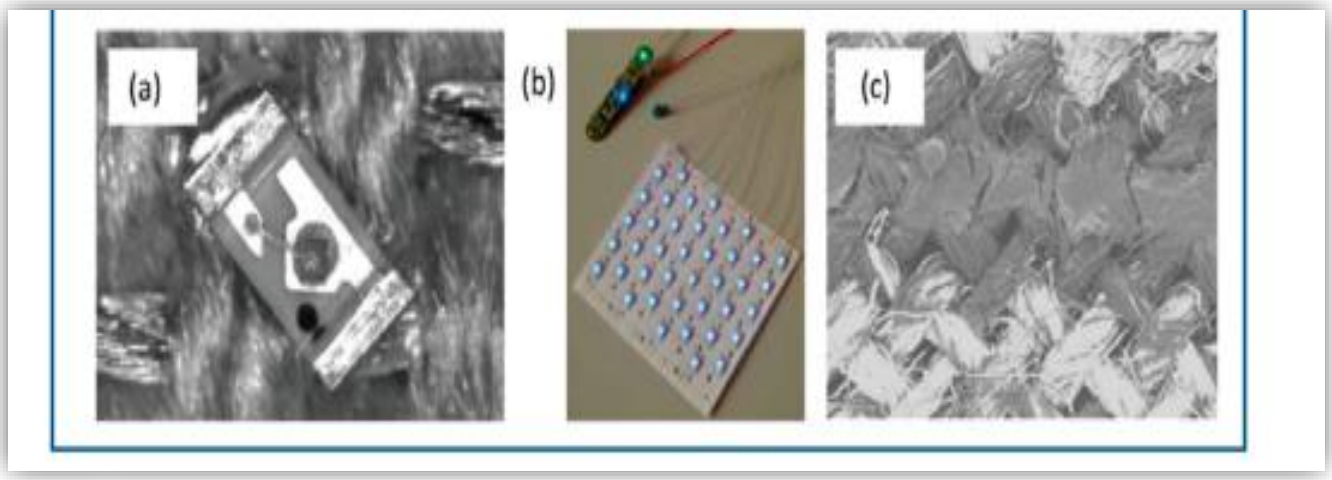


7-rasm. (A, B) — StartUp Fashion tomonidan ishlab chiqarilgan 3D matolarga misollar

Shuningdek, 3D (uch o‘lchamli) tuzilmalar ham mavjud bo‘lib, ular uzunlamasına (X yo‘nalish), ko‘ndalang (Y yo‘nalish) va vertikal (Z yo‘nalish) yo‘nalishlarda o‘zaro chirmashgan tolalar yoki iplar asosida yaratiladi.

5A va 5B-rasmlarda 3D matolarga misollar keltirilgan. Manbalarga ko‘ra, bunday matolar tarkibiga qattiqroq material qo‘shilganda ham o‘zining qulaylik xususiyatini yo‘qotmaydi. Bundan tashqari, uch o‘lchamli shakllari tufayli ularning tashqi ko‘rinishi ham juda jozibador hisoblanadi.[9]

8. Aqlli matolar va ularning elektron hamda tolaviy tuzilmalari. Bu aqlli matolarga ishlab chiqarishdan keyin yakuniy ishlov berish orqali ma’lum funksiyalarni kiritishdir. Masalan, mato ichidagi liniyalarni o‘zaro bog‘lash uchun elektron qurilmalarni integratsiya qilish mumkin. Bunda asosiy muammo — mato tuzilmasi bilan elektron qurilmalar o‘rtasida ishonchli elektr aloqasini ta’minlashdir. a–c-rasmlarda bunga oid misollar keltirilgan.



8-rasm. Aqlli matolar va ularning elektron hamda tolaviy tuzilmalari

(a) o‘tkazuvchan yopishtiruvchi yordamida mikro-ulanish va LED;

(b) tor to‘qilgan matoda funksional LEDlar;

(c) deformatsiyani o‘lchash sensori sifatida ishlatiladigan matoda chop etilgan PEDOT liniyasi. [10]

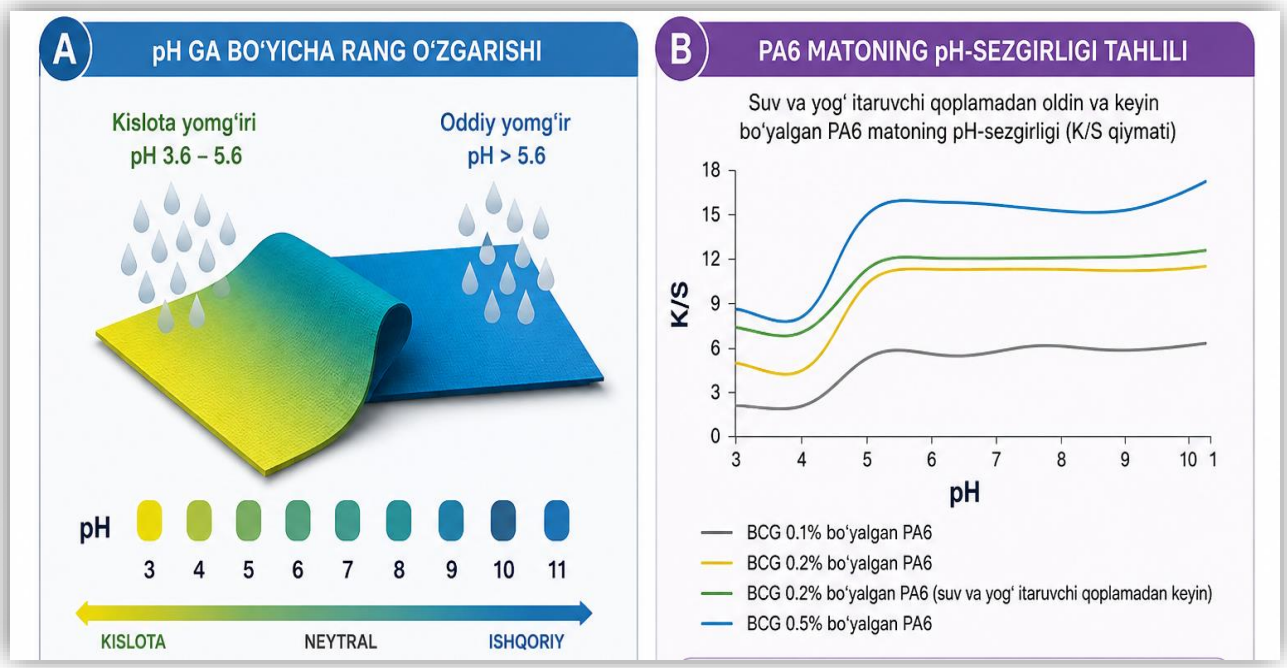
9. pH ga sezgir aqlli matolar va ularning rang o‘zgarish xususiyati. Kelajakda bunday matolar moda va bezak sohalarida (futbolkalar, sumkalar, bosh kiyimlar va boshqalar) keng qo‘llanilishi kutilmoqda. Ularning global salohiyati yuqori bo‘lib, rang o‘zgarish mexanizmlari hozirgi mavjud omillardan tashqari boshqa ta’sirlar bilan ham boyib boradi. 7-rasmda turli xromik effektlarga asoslangan rang o‘zgartiruvchi matolarga misollar keltirilgan.

Estetik ko‘rinishdan tashqari, rangini o‘zgartiruvchi aqlli matolar muhim amaliy sohalarda ham qo‘llaniladi, masalan, yong‘in o‘chiruvchilar kiyimida. Qoramtir rang issiqlikni ko‘proq yutsa, och rang uni qaytaradi. Shu sababli, juda yuqori haroratda mato oq rangga o‘tib, yorug‘likni qaytaradi.

Termoxromik bo‘yoqlar tolalarning tuzilishini o‘zgartirib, haroratni tartibga solishga yordam beradi. Yuqori haroratda tolalar qisqaradi, mato teshiklari kengayadi va ko‘proq havo kiradi, natijada tana soviydi. Past haroratda esa tolalar cho‘ziladi, teshiklar yopiladi va tana issiqligi saqlanadi.

Tadqiqotlarda pH ta’sirida rang o‘zgaruvchi matolar ham ishlab chiqilgan. Masalan, ipak tarkibi o‘zgartirilib, pH sezgir moddalar bilan boyitilgan va u kiyilganda inson charchoq darajasini aniqlash uchun ishlatilgan. Bunday matolar kislotali yomg‘irni aniqlovchi sensor sifatida ham qo‘llanilishi mumkin.

Masalan, poliamid-6 asosidagi mato (Bromokrezol yashil bo‘yoq bilan) havodagi kislotalilik oshganda darhol rangini o‘zgartiradi.[11]



9-rasm. Turli pH qiymatlarida rang o‘zgarishini ko‘rsatuvchi sxema. Kislotali yomg‘irda pH 3,6–5,6 oralig‘ida, oddiy yomg‘irda esa pH 5,6 dan yuqori bo‘ladi.

Xulosa. Ilmiy izlanishlar va rivojlanish bosqichlaridan so‘ng aqlli matolar to‘qimachilik sanoatining kelajagi sifatida qaralmoqda. To‘qimachilik texnologiyalari, nanotexnologiyalar, biosensorlar, yangi materiallar va miniatur elektronikaning jadal rivojlanishi natijasida ko‘plab tijorat mahsulotlari paydo bo‘ldi.

Aqlli matolarning qo‘llanilish sohasi kundan-kunga kengayib bormoqda: tibbiyotdan tortib ko‘ngilochar soha va mudofaa tizimlarigacha. Kelajakda bu soha yanada tez rivojlanishi uchun ilmiy tadqiqotlarga investitsiyalarni oshirish muhim ahamiyatga ega.

Kiyiladigan qurilmalar uchun eng muhim omil — qulaylikdir. Shu bilan birga, yakuniy mahsulotlarda mexanik mustahkamlik va chidamlilik ham e’tiborga olinishi kerak. Aqlli matolarni yanada rivojlantirish uchun ko‘p tarmoqli yondashuv zarur bo‘lib, bu yanada ilg‘or va samarali materiallar yaratishga imkon beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Cherenack, K.; van Pieterson, L. *Aqlli matolar: muammolar va imkoniyatlar*. J. Appl. Phys. 2012, 112, 091301.

2. van Langenhove, L.; Hertleer, C. *Aqlli kiyim: yangi bosqich.* Int. J. Cloth. Sci. Technol. 2004, 16, 63–72.

3. Stanković, S.B.; Novaković, M.; Popović, D.M.; Poparić, G.B.; Bizjak, M. *Kanop tolalari asosidagi matolarning issiqlik qulayligini optimallashtirish bo‘yicha yangi muhandislik yondashuvi.* Text. Inst. 2019, 110, 1271–1279.

4. Wei, D.W.; Wei, H.; Gauthier, A.C.; Song, J.; Jin, J.; Xiao, H. *Sellüloza va paxta matolarining supergidrofob modifikatsiyasi: metodologiyalar va qo'llanilishlar.* J. Bioresour. Bioprod. 2020, 5, 1–15.

5. van Rijswijk, K.; Teuwen, J.J.E.; Bersee, H.E.N.; Beukers, A. *Tolali mustahkamlangan anion poliamid-6 kompozitlari.* Compos. Sci. Technol. 2009, 69, 1–10.

6. Pigatto, C.; Santos Almeida, J.H.; Luiz Ornaghi, H.; Ramírez, A.L.; Mahlmann, C.M.; Amico, S.C. *Sisal tolalari bilan mustahkamlangan polimer kompozitlar.* Compos. Sci. Technol. 2012, 33, 2262–2270.

7. Júnior, H.L.; Zattera, A.J.; Amico, S.C. *Mexanik xususiyatlar va dinamik mustahkamlik.* Polym. Compos. 2015, 36, 161–166.

8. Lee, J.; Kwon, H.; Seo, J.; Shin, S.; Koo, J.H.; Pang, C.; Son, S.; Kim, J.H.; Jang, Y.H.; Kim, D.E. *Kiyiladigan elektronika uchun tolaga asoslangan sensorlar.* Adv. Mater. 2015, 27, 2433–2439.

9. Huang, L.; Lin, S.; Xu, Z.; Zhou, H.; Duan, J.; Hu, B.; Zhou, J. *Inson energiyasidan foydalanadigan tolaga asoslangan qurilmalar.* ACS Appl. 2020, 32, 1902034.

10. *Moda sohasida aqlli matolar: turlari va misollar.* (onlayn manba).

11. *Aqlli mato texnologiyalari.* (onlayn manba).