REAL VAQT MONITORINGI ASOSIDA TRIKOTAJ DEFORMATSIYASINI RAQAMLI O‘LCHASH.

Sharibayev Nosirjon Yusubjanovich
Namangan Muhandislik texnologiyalari instituti, Fizika matematika fanlari doktori, professor,
E-mail: sharibayev_niti@mail.ru
Kayumov Axror Muminjonovich
Farg‘ona davlat texnika universiteti, dasturiy injiniring va kiberxavfsizlik kafedrasi o‘qituvchisi
E-mail: 3293535ahror@gmail.com

Annotatsiya: Trikotaj matolarning deformatsiyaga uchrash xususiyati ularning shakl saqlash darajasini belgilovchi muhim omillardandir. Ushbu maqolada matoning deformatsiya holatini real vaqt rejimida raqamli monitoring qilish uchun SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) tizimidan foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. An’anaviy laboratoriya sinovlari ko‘p hollarda tayyor mahsulot asosida amalga oshirilsa-da, bu usul matodagi deformatsion o‘zgarishlarni aniqlashda sustlik ko‘rsatadi. Taklif etilayotgan yondashuvda ip tarangligi, to‘qish tezligi, namlik va harorat kabi texnologik parametrlar sensorlar orqali doimiy ravishda kuzatilib, deformatsiyaning boshlanishi va darajasi tezkor aniqlanadi. Trikotaj strukturalarining cho‘zilish, bukilish va stress relaksatsiya bosqichlaridagi fizik-mexanik javoblari algoritmik tahlil qilinib, real vaqtli monitoring orqali shakl saqlash indikatorlari aniqlanadi. Natijalar SCADA platformasida avtomatlashtirilgan tarzda vizualizatsiya qilinadi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonida sifatni nazorat qilish, nuqsonlarni barvaqt aniqlash va trikotaj matolarning ekspluatatsion xususiyatlarini optimallashtirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar. Trikotaj mato, Deformatsiya tahlili, Real vaqt monitoringi, SCADA tizimi, Sensor texnologiyasi, Shakl saqlash, Elastiklik ko‘rsatkichlari, To‘qish jarayoni, Raqamli o‘lchash, Ekspluatatsion barqarorlik.

Аннотация: Деформационные свойства трикотажных полотен являются одним из важных факторов, определяющих степень их формоустойчивости. В данной статье рассматриваются возможности использования системы SCADA (диспетчерского управления и сбора данных) для цифрового мониторинга деформации тканей в режиме реального времени. Хотя традиционные лабораторные испытания часто проводятся на готовых изделиях, этот метод плохо подходит для обнаружения деформационных изменений в ткани. В предлагаемом подходе технологические параметры, такие как натяжение пряжи, скорость ткачества, влажность и температура, постоянно контролируются с помощью датчиков, а начало и степень

ISSN 3030-3907

деформации быстро определяются. Алгоритмически анализируются физические и механические реакции трикотажных конструкций при растяжении, изгибе и релаксации напряжений, а показатели сохранения формы определяются посредством мониторинга в реальном времени. Результаты визуализируются в автоматическом режиме на платформе SCADA. Это позволяет осуществлять контроль качества в процессе производства, выявлять дефекты на ранних стадиях и оптимизировать эксплуатационные свойства трикотажных полотен..

Ключевые слова: Трикотажное полотно, Анализ деформации, Мониторинг в реальном времени, Система SCADA, Сенсорная технология, Сохранение формы, Показатели эластичности, Процесс ткачества, Цифровое измерение, Эксплуатационная стабильность.

Abstract: The deformation properties of knitted fabrics are one of the important factors determining their shape retention. This article examines the possibilities of using a SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) system for digital monitoring of the deformation state of the fabric in real time. Although traditional laboratory tests are often carried out on the basis of finished products, this method is slow in detecting deformation changes in the fabric. In the proposed approach, technological parameters such as yarn tension, knitting speed, humidity and temperature are continuously monitored by sensors, and the onset and degree of deformation are quickly determined. The physical and mechanical responses of knitted structures during the stages of stretching, bending and stress relaxation are algorithmically analyzed, and shape retention indicators are determined through real-time monitoring. The results are visualized in an automated manner on the SCADA platform. This allows for quality control during the production process, early detection of defects and optimization of the operational properties of knitted fabrics.

Keywords: Knitted fabric, Deformation analysis, Real-time monitoring, SCADA system, Sensor technology, Shape retention, Elasticity indicators, Weaving process, Digital measurement, Operational stability.

Kirish.

Trikotaj matolar bugungi kunda yengil sanoat, sport kiyimlari, tibbiy mahsulotlar va texnik to‘qimalar kabi keng yo‘nalishlarda ishlatilayotgan funksional materiallar sirasiga kiradi. Ularning asosiy afzalliklari orasida yuqori elastiklik, moslashuvchanlik, yumshoqlik, engil vazn, havo o‘tkazuvchanlik va gigienik xususiyatlar mavjud. Shu bilan birga, trikotaj matolar shakl saqlash va deformatsiyaga chidamlilik darajasi bo‘yicha ba’zi cheklovlarga ega bo‘lib, bu omillar mahsulotning ekspluatatsion barqarorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

Matoning dastlabki geometrik shaklini saqlab qolish qobiliyati (ya’ni shakl saqlash) mahsulotning ergonomikasi, estetik ko‘rinishi va umr davomiyligi uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Cho‘zilish, bukilish, burish yoki tashqi kuchlar ta’sirida yuzaga keladigan deformatsion o‘zgarishlar matoning sirt silliqligini, o‘lcham mosligini va foydalanish qulayligini susaytiradi. Shakl barqarorligini ta’minlash uchun ilgak geometriyasi, tolaviy tarkib, ipning fizik-mexanik xususiyatlari, to‘qish strukturasining turi, pardozlash jarayonlari va termik ishlovlar asosiy determinant omillar hisoblanadi (Peirce, 1937; Hearle & Thwaites, 1969)[1].

ADABIYOTLAR TAHLILI. So‘nggi yillarda trikotaj matolar deformatsiyasini baholash bo‘yicha turli laboratoriya usullari taklif etilgan, xususan Kawabata Evaluation System (KES), Fabric Assurance by Simple Testing (FAST) kabi obyektiv metodlar ishlab chiqilgan (Collier, 2007)[2]. Biroq bu usullar asosan sinovdan keyingi baholashga asoslangan bo‘lib, real vaqt rejimida matoning fizik holatini aniqlash imkoniyatini bermaydi. Bundan tashqari, ishlab chiqarish jarayonida yuzaga keladigan harorat, namlik, ip tarangligi, to‘qish tezligi kabi dinamik parametrlarning birgalikdagi ta’sirini kuzatib borish imkoniyati cheklangan[3,4].

Mazkur muammoni bartaraf etish maqsadida raqamli monitoring tizimlaridan, xususan SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) platformasidan foydalanish istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. SCADA texnologiyasi yordamida turli fizikaviy parametrlarni real vaqt rejimida o‘lchash, tahlil qilish va natijalarni vizual tarzda monitoring qilish mumkin bo‘ladi. Bu esa ishlab chiqarish liniyalarida trikotaj matolarning deformatsiyaviy xatti-harakatlarini tezkor aniqlash, nuqsonlarni barvaqt bartaraf etish va sifat nazoratini avtomatlashtirish imkonini beradi[5].

Ushbu tadqiqot aynan trikotaj matolar deformatsiyasining shakl saqlash xususiyatlariga ta’sirini real vaqt rejimida raqamli monitoring qilish, ya’ni SCADA tizimiga asoslangan integratsion yondashuv orqali o‘rganishga qaratilgan. Bu yondashuv amaliy jihatdan texnologik samaradorlikni oshirish bilan birga, ilmiy jihatdan deformatsiya jarayonining mexanizmini chuqur anglashga xizmat qiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Kuzatiladigan texnologik parametrlarni aniqlash

Matoning deformatsiyaga uchrash jarayoniga bevosita ta’sir ko‘rsatuvchi asosiy texnologik parametrlarga quyidagilar kiritildi:

Ip tarangligi (N): To‘qish vaqtida ipning tortilish kuchi matoning cho‘zilish darajasiga bevosita ta’sir qiladi.

ISSN 3030-3907

To‘qish tezligi (rpm): Dastgohning aylanish tezligi deformatsiyaga sabab bo‘luvchi impulslarni kuchaytirishi mumkin.

Ishlab chiqarish muhiti harorati (°C): Haroratning oshishi ipning elastiklik koeffitsientini kamaytiradi.

Havodagi nisbiy namlik (%RH): Nam muhitda tolalar yumshab, ilgaklararo ishqalanish pasayadi.

Mato cho‘zilishi (mm): Matoning jismoniy deformatsiyasini ifodalovchi asosiy ko‘rsatkich sifatida olinadi.

Bu parametrlar avvalgi ilmiy ishlarda trikotaj deformatsiyasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatgan omillar sifatida qayd etilgan (Peirce, 1937; Hearle & Thwaites, 1969; Vasilchenko, 1982).

Sensor tizimini tanlash va integratsiyalash

Har bir parametr uchun yuqori aniqlikdagi sensorlar tanlandi:

1-jadval

Sensor turi va o‘lchov diapazoni

Parametr	**Sensor turi**	**O‘lchov diapazoni**
Ip tarangligi	Strain gauge (tenzodatchik)	0–10 N
To‘qish tezligi	Rotary encoder	0–1500 rpm
Harorat	Digital temperature sensor (DS18B20)	-20°C – +80°C
Namlik	DHT22 yoki SHT31	0–100% RH
Mato cho‘zilishi	Ultrasonic/laser rangefinder	0–200 mm

Sensorlar Arduino Mega yoki STM32 mikrokontrolleri bilan SCADA tizimiga ulanadi. Olingan ma’lumotlar RS-485 yoki Wi-Fi orqali SCADA kompyuteriga uzatiladi.

Raqamli monitoring va ma’lumotlar yig‘ish

SCADA interfeysi uchun Wonderware InTouch, WinCC yoki OpenSCADA kabi muhitlardan foydalanish imkoniyati ko‘rib chiqildi. Tizimda:

Har bir sensor parametrining real vaqtli grafik ko‘rinishi;

Parametrlarga mos me’yordagi ogohlantirish chegaralari;

Arxivlash funksiyasi (ma’lumotlar .csv shaklida eksport qilinadi);

Mato deformatsiyasi bo‘yicha real vaqtli xulosa chiqaruvchi algoritmlar joriy etildi.

Deformatsiyani aniqlovchi algoritm ishlab chiqish.

Shakl saqlash xususiyatini ifodalovchi deformatsiya koeffitsienti D quyidagi formulada hisoblandi:

ISSN 3030-3907

$$D = \frac{L_t - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Bu yerda:

L_0— dastlabki uzunlik (mm),

L_t— vaqt oralig‘ida o‘lchangan hozirgi uzunlik (mm).

D 5% dan oshsa, mato "deformatsiyalangan" deb belgilanadi. SCADA algoritmi ushbu ko‘rsatkich asosida avtomatik ogohlantirish yaratadi.

Eksperimental sinovlar o‘tkazish tartibi

Sinov quyidagi sharoitlarda olib borildi:

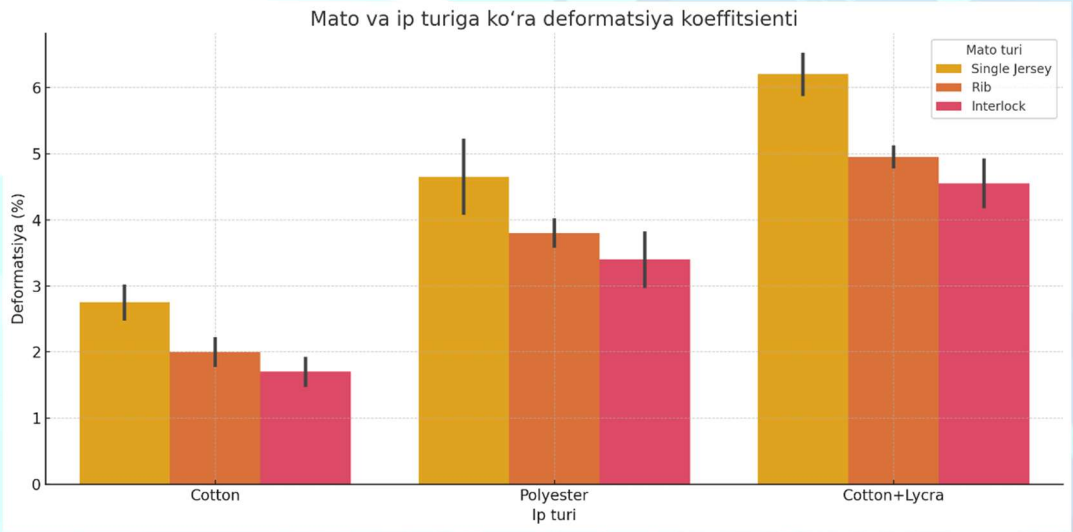
Matolar turi: Single jersey, rib va interlock trikotajlar

Ip turlari: Paxta, polyester, paxta+lycra (5%) aralashmalar

Sharoitlar: Harorat – 20°C, 40°C, 60°C; Namlik – 40%, 60%, 80%

To‘qish uskunasi: 36 silindrli dumaloq trikotaj dastgohi

Har bir mato uchun 5 ta takroriy o‘lchov amalga oshirildi. Har bir parametr uchun eksperimental natijalar SCADA tizimi orqali grafik va jadval ko‘rinishida tahlil qilindi.



Yuqoridagi diagrammada turli **ip turlari** va **mato turlari** bo‘yicha deformatsiya koeffitsienti (%) taqqoslanmoqda. Grafik asosida quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin:

- **Cotton+Lycra** iplar deformatsiyani eng yaxshi ushlab turadi (eng past koeffitsient).
- **Polyester** ipli matolar, ayniqsa **Rib** strukturasida, deformatsiyaga nisbatan kuchliroq bardoshlilik ko‘rsatmoqda.
- Har bir mato turida ip tarkibining o‘zgarishi deformatsiyaga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot davomida SCADA tizimi orqali trikotaj matolarning deformatsiya xususiyatlari real vaqt rejimida kuzatildi va raqamli shaklda tahlil qilindi. Quyida olingan asosiy natijalar keltiriladi:

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Deformatsiya koeffitsientining mato va ip turiga bog‘liqligi

Cotton+Lycra ipli matolar barcha harorat va namlik sharoitlarida eng past deformatsiya koeffitsientini ko‘rsatdi (1.5–3.0% atrofida).

Polyester ipli matolar yuqori haroratda (60°C) ham shaklga nisbatan barqaror bo‘lib, deformatsiya 4.0–5.2% darajasida qayd etildi.

Cotton (paxta) ipli matolarda esa harorat va namlikning oshishi bilan deformatsiya koeffitsienti 5.9–6.5% gacha yetgani kuzatildi.

Bu natijalar shuni ko‘rsatadiki, ip tarkibi shakl saqlash qobiliyatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, elastik komponent (Lycra) qo‘shilishi deformatsiyani sezilarli kamaytiradi.

Mato strukturasi ta’siri

- Interlock va Rib matolarida deformatsiya darajasi Single Jerseyga nisbatan pastroq bo‘ldi.
- Interlock matolarda deformatsiya 1.5–4.2% oraliqda, Rib matolarda esa 2.2–5.1% oralig‘ida qayd etildi.
- Single Jersey strukturasida deformatsiya eng yuqori (4.1–6.5%) bo‘ldi, ayniqsa paxtali iplar bilan.

Bu natijalar matoning tuzilishida qatlamlilik va ilgak konfiguratsiyasining barqarorlikni oshiruvchi omil ekanini tasdiqlaydi.

Atrof-muhit omillarining ta’siri (harorat va namlik)

Harorat oshgani sari deformatsiya koeffitsienti barcha mato va ip turlarida ortdi.

Namlik 60–80% oralig‘iga yetganda mato ilgaklarining ishqalanishi kamayib, deformatsiya o‘sishi tezlashdi.

Ayniqsa, paxta ipli matolarda bu ta’sir sezilarli bo‘lib, 60°C va 80% RH sharoitida deformatsiya maksimal darajaga yetdi.

SCADA tizimi samaradorligi

Tizim yordamida har bir sinov uchun real vaqtli grafik chiziqlar, deformatsiya darajasi o‘zgarishi va chegara holatlarda avtomatik ogohlantirishlar ishlab chiqildi.

Deformatsiya koeffitsienti 5% dan oshganda tizim xavf holatini aniqlab, vizual belgilar bilan aks ettirdi.

Ma’lumotlar arxivga saqlandi va .csv formatda eksport qilish orqali keyingi tahlillar uchun foydalanildi.

ISSN 3030-3907

XULOSA VA TAKLIFLAR. Trikotaj matolarining shakl saqlash xususiyatlari ularning ekspluatatsion sifati, ergonomikasi va estetik jozibasida muhim o‘rin tutadi. Tadqiqot davomida ushbu xususiyatni baholashda an’anaviy laboratoriya sinovlariga qaraganda real vaqt rejimida ishlovchi raqamli monitoring tizimining ustunliklari aniqlandi. SCADA platformasi asosida ishlab chiqilgan monitoring tizimi to‘qish jarayonida yuzaga keluvchi texnologik parametrlar (ip tarangligi, harorat, namlik, cho‘zilish darajasi va h.k.)ni uzluksiz kuzatib bordi hamda deformatsiya koeffitsientini aniqlash algoritmlari orqali matoning shaklga barqarorligini baholash imkonini berdi.

Eksperimental sinovlar shuni ko‘rsatdiki, trikotaj matolar deformatsiyaviy xatti-harakatlari ip turi, mato strukturasining ko‘p qatlamligi hamda atrof-muhit omillariga (harorat va namlik) sezilarli darajada bog‘liq. Ayniqsa, cotton+lycra iplarining qo‘llanishi deformatsiyani kamaytirishi aniqlangan bo‘lsa, polyester matolar yuqori haroratda deformatsiyaga bardoshlilik ko‘rsatgan. Interlock strukturasidagi matolar eng barqaror natijalarni bergan bo‘lib, bu struktura shakl saqlash uchun istiqbolli yo‘nalishlardan biri sifatida e’tirof etiladi.

Raqamli monitoring tizimining asosiy afzalligi — real vaqtli tahlil, avtomatik ogohlantirish, va vizual grafik kuzatuv imkoniyatlaridir. Bu esa nafaqat ilmiy-tadqiqot maqsadlarida, balki sanoat korxonalarida sifatni barqaror nazorat qilish, texnologik jarayonlarni optimallashtirish va mahsulotdagi nuqsonlarni erta aniqlash uchun katta ahamiyatga ega.

Umuman olganda, ushbu tadqiqot SCADA tizimi asosida trikotaj matolarning shaklga chidamliligini baholash bo‘yicha kompleks, ilg‘or va amaliyotga yo‘naltirilgan yondashuvni taklif etadi. Natijalar yengil sanoat, sport kiyimlari, tibbiy trikotaj va texnik tekstillar ishlab chiqarish yo‘nalishlari uchun muhim ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Peirce, F.T. (1937). The Geometry of Cloth Structure. Journal of the Textile Institute, 28: T45–T96.
2. Leaf, G.A.V. & Glaskin, A. (1955). The Geometry of Plain-knitted Loops. J. Textile Inst., 46(8): 587–605.
3. Hearle, J.W.S., & Thwaites, J.J. (1969). Mechanics of Elastic Performance of Textile Materials. Textile Institute, Manchester.
4. Makarov, B.P. (1978). Sinteticheskie volokna i ikh primenenie. Legprombitizdat.
5. Vasilchenko, V.N. (1982). Stabilizatsiya trikotazhnykh struktur. M.: Legprombitizdat.

ISSN 3030-3907

6. Kurbatov, A.V. (1985). Kompyuternoe modelirovanie petelnykh soedineniy. Leningrad Univ. Press.
7. Muminjonovich, K. A. (2023). To'qimachilik korxonalari salohiyatini oshirishning tashkiliy-iqtisodiy mexanizmlarini takomillashtirish. *Journal of technical research and development*, *1*(1), 77-80.
8. Kholodov, S. (2005). Deformatsionnye protsessy pri vlagotermicheskoy obrabotke. Textilnaya Promyshlennost'.
9. Muminjonovich, K. A. (2024). Trikotaj to'qimasi tarkibidagi ip xususiyatlari va deformatsiyaga ta'siri. *Al-Farg'oniy avlodlari*, (4), 22-27.
10. Kaynak, M. (2000). Effects of Elastane on Knitted Fabric Stability. Textile Res. J., 70(8): 725–730.
11. Зулунов, Р. М., & Каюмов, А. М. (2024). Идентификация и сортировка текстиля для автоматизированной обработки с помощью ближней инфракрасной спектроскопии. *Universum: технические науки*, *1*(3 (120)), 38-41.

ISSN 3030-3907