

ÎMBRĂCĂMINTE TEXTILĂ INTELIGENTĂ: CONFORT ȘI FUNCȚIONALITATE

Olesea ROTARU

Departamentul Design și Tehnologii în Textile și Poligrafie, grupa DDP 121M, Facultatea Textile și Poligrafie,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, R. Moldova

Autorul corespondent: Olesea Rotaru, e-mail: olesea.rotaru@dttp.utm.md

Rezumat. În articol s-a prezentat definiția, caracterizarea fibrelor și sistemelor textile inteligente pe baza cercetărilor anterioare. Aportul textilelor inteligente electronice privind satisfacerea cerințelor de confort și funcționalitate ale utilizatorului în diverse aplicații. Varietatea produselor anterioare și actuale, existente în comercializare și perfecționarea lor în direcțiile funcționale, confort, estetic, durabilitate.

Cuvinte cheie: fibre și sisteme textile inteligente; textile cu schimbare de fază; textile inteligente cu memorie de formă; textile inteligente cromice; textile electronice inteligente; conceptul „wearable”;

Introducere

Îmbrăcămintea textilă inteligentă a fost concepută odată cu apariția fibrelor și sistemelor textile inteligente. Una din primele definiții oficializate „Textilele inteligente sunt compuse din materiale sau structuri care simt și reacționează la stimuli din mediu, cum ar fi cele mecanice, termice, chimice, magnetice sau altele” a fost propusă de Xiaming Tao în 2001 în cartea „Fibre, țesături și îmbrăcăminte inteligente” [1]. În Raportul tehnic al Comitetului European pentru Standardizare din 2011 [2], materialele textile inteligente (MTI) sunt definite ca „Textile funcționale care interacționează cu mediul înconjurător”. La fel este definită și noțiunea de Sistem textil inteligent care prezintă “Ansamblu de textile și non-textile integrate într-un produs care își păstrează proprietățile textile”. În multiple cazuri termenii „Sistem textil” și „Produs textil” sunt interschimbabili.

Există diverse abordări ale clasificării materialelor textile inteligente. În dependență de reacția la stimul, de exemplu, deosebim: MTI pasive, care doar sesizează stimulul; MTI active care sesizează și reacționează la stimuli și MTI super inteligente care sesizează, reacționează și se adaptează la stimuli [2-3].

Conform Comitetului European pentru Standardizare [2] se deosebesc următoarele categorii de MTI: Materialele textile cromice, materialele textile cu schimbare de fază, materialele textile cu memorie de formă, polimeri și geluri super absorbante, materialele textile auxetice și materialele textile care se dilată și se îngroașă prin forfecare.

1. Caracterizarea fibrelor și sistemelor textile inteligente

Fibre și materiale textile cu schimbare de fază (PCM). Fibrele cu schimbare de fază se obțin prin combinarea fibrelor convenționale cu un material cu schimbare de fază. Acest material, oferă fibrei posibilitate de reglare termică bidirecțională și adaptare prin conversie reversibilă solid- lichid, solid- solid. În conformitate cu modul de stimul-răspuns la temperatura circumstanței exterioare, materialele pot fi împărțite în trei categorii: material textil termo-izolator, textil de răcire și material textil termoregulator [4].

Fibre și materiale cu memorie de formă. Fibra cu memorie de formă, este fibra care își poate recupera forma inițială în anumite condiții, după deformare plastică. Materialele cu memorie de formă, se referă de obicei la un material textil cu performanțe superioare precum recuperare ridicată după deformare, rezistență bună la șocuri și adaptabilitate [4].

Materialele inteligente cromice. Materialele care absorb, transmit, reflectă lumina în funcție de impulsurile unui stimul din exterior (lumina (fotocroma), căldură (termocromă), presiune (piezocromă), enzime (biocrome)) [2].

Fibre inteligente de hidrogel. Se referă la fibra gelatinoasă care se poate schimba în volum sau formă prin stimulare din exterior (temperatura, valoarea pH-ului, lumina, electricitatea, etc.) În funcție de diferite condiții de stimul, fibrele gelatinoase inteligente pot fi clasificate în principal în fibre gel sensibile la pH, sensibile la temperatură, fibre fotosensibile și electrosensibile [4-5].

Materiale textile auxetice. Materialele auxetice au proprietatea de a deveni mai groase atunci când sunt întinse și mai înguste atunci când sunt comprimate. Materialele auxetice au proprietăți mecanice îmbunătățite, cum ar fi modulul de forfecare, absorbția de energie, amortizarea vibrațiilor, absorbția sunetului și comportamentul sincron-elastic [6].

Fibre electronice inteligente. Fibra electronică inteligentă este un nou tip de fibră dezvoltat pe baza tehnologiei electronice, senzor de fuziune, comunicare, inteligență artificială și alte mijloace de înaltă tehnologie (fibre antistatice, conductoare). Sunt folosite pentru eliminarea sarcinii electrostatice deoarece au o conductivitate înaltă (exemplu de fibră conductoare - compozitul polimeric cu umplutură de negru de fum) [4].

Textile electronice inteligente. Textilul electronic inteligent este un nou tip de material textil dezvoltat pe seama tehnologiei electronice de aplicare a mijloacelor de înaltă tehnologie precum senzorul, comunicarea și inteligența artificială, la tehnologia textilă [4].

E-textile conțin funcții precum cea senzorială, transfer de date, colectare de date, afișare termocromică, elemente de încălzire etc. Conceptul de „Wearable” se referă la integrarea completă a electronicelor portabile în îmbrăcăminte [7].

2. Domenii de aplicare a textilelor inteligente electronice.

Supravegherea și colectarea datelor despre purtător de la distanță se realizează prin asistență „wireless”. Pe baza domeniilor lor de aplicare, îmbrăcăminte inteligentă electronică poate fi clasificată în următoarele grupe [7]:

- ✓ *Îmbrăcăminte electronică inteligentă pentru sănătate;*
- ✓ *Îmbrăcăminte electronică inteligentă pentru securitate și militară;*
- ✓ *Îmbrăcăminte electronică inteligentă pentru sport;*
- ✓ *Îmbrăcăminte electronică inteligentă pentru fitness;*
- ✓ *Îmbrăcăminte electronică inteligentă pentru necesități sociale;*

Sistemele bazate pe textile care pot măsura biosemnalele cu ajutorul senzorilor, pot fi utilizate pentru detectarea și monitorizarea afecțiunilor medicale și pot sprijini recuperarea și reabilitarea, sunt identificate ca „SeCS pentru sănătate. Supravegherea și colectarea datelor despre purtător de la distanță, se realizează prin asistență „wireless” [7].

Sistemele specializate pentru monitorizarea sănătății militarilor (protecție împotriva rănilor, detectarea ranilor, monitorizarea sănătății și a stresului) și îmbunătățirea abilităților pe câmpul de luptă sunt sisteme „SeCS pentru mediul securitate”

Sistemele, care sunt promovate pentru aplicații sportive, inclusiv monitorizarea condițiilor fizice și a performanței jucătorilor și sportivilor și ajutând jucătorii/sportivii și antrenorii acestora la antrenament, sunt considerate „SeCS pentru sport” [7].

Sistemele care ajută consumatorii generali cu activitățile zilnice de fitness, cum ar fi mersul pe jos, joggingul, alergarea, yoga și exercițiile fizice, sunt raportate ca „SeCS pentru fitness” [7].

Una dintre principalele cerințe pentru îmbrăcăminte inteligentă este posibilitatea de a fi spălată. La început, înainte de spălare era necesar să se îndepărtareze toate componentele electronice. Îmbrăcăminte inteligentă mai inovatoare poate fi spălată în întregime.



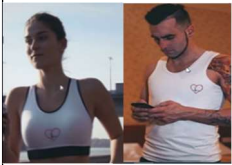



Au apărut diverse tipuri de produse vestimentare și accesorii inteligente: Pantofi, sutiene, eșarfe, costume, rochii, cămăși, jachete, pantaloni, ciorapi, brățuri etc. [7]. În general, îmbrăcăminte inteligentă urmărește diversificarea îmbrăcăminte obișnuite. În tabelul 1, se prezintă

produse existente pe piața actuală cu descrierea funcțională, mediul de utilizare, tipul produsului și originea [7-10].





Printre companiile de succes care experimentează și cooperează în obținerea îmbrăcăminte inteligente sunt: Under Armour, Levi's, Tommy Hilfiger, Samsung, Ralph Lauren, Google. Câteva din companiile mai mici includ: Sensora, Loomia, Komodo Technologies, OmSignal, BioMan, Awear Soluções, Hexoskin [8].

Tabelul 1

Exemple de produse textile vestimentare inteligente și mediul acestora de utilizare [7-10].

Nr. ord.	Funcțiile produsului, mediu de utilizare.	Tipul produsului	Furnizor	Origine	Prezentare produs
1	2	3	4	5	6
1.	Diagnosticarea posibilelor probleme cardiace la copii și maturi. <i>Mediu sănătate.</i>	Tricou și vestă pentru adulți și copii	Biodevices SA Biodispozitive	Portugalia	
2.	Îmbrăcăminte pentru monitorizare precisă și continuă a bătăilor inimii, a respirației în timpul activităților și somnului. <i>Sănătate/ social.</i>	Cămașă maturi și juniori	Hexoskin	Canada	
3.	Îmbrăcăminte inteligentă pentru urmărirea ritmului cardiac și ECG în timpul activității fizice. <i>Sport.</i>	Tricou sport, sutien-sport	Emglare	Statele Unite ale Americii	
4.	Vestă cu diagnosticare precisă a telemetriei cardiace în dinamică, servicii de tele-sănătate de monitorizare a pacienților inclusiv la domiciliu. <i>Sănătate.</i>	Vestă	Healthwatch	Israel	
5.	Șosete care măsoară temperatura piciorului pentru a reduce riscul de ulcer. <i>Sănătate</i>	Siren-șosete	Siren	S.U.A.	
6.	Produsul măsoară ritmul cardiac, frecvența respiratorie, saturația de oxigen din sânge, temperatura. <i>Sănătate.</i>	Căciuliță pentru bebeluși	Neopenda	S.U.A.	

Continuare tabelului 1

1	2	3	4	5	6
7.	Monitorizează ritmul cardiac al bebelușului, asigurându-se că somnul și respirația nu au fost întrerupte. Ajută la identificarea problemelor de sănătate, nereguli de somn, RSV, pneumonie, bronșită, tulburări pulmonare cronice și defecte cardiace. <i>Sănătate</i>	Șosete pentru bebeluși.	Owlet Smart Sock	S.U.A.	
8.	Îmbrăcăminte inteligentă cu senzori încorporați pentru spălare delicată, uscată. Ghidarea prin vibrații și accelerometre în jurul șoldurilor, genunchilor și gleznelor contribuie la însușirea yoga pas cu pas. Sisteme pentru fitness. <i>Sănătate-sport</i>	Colanți pentru Yoga	Nadi X	Sidney Australia	
9.	Produsul oferă analiza caracteristicilor: pragul anaerob individual; variabilitatea ritmului cardiac; nivel de fitness; nivel de stres; <i>Sănătate-sport.</i>	Cămașă sport	Ambiotex	Germania	
10.	Proudusele sunt echipate cu un senzori UV, integrați, impermeabili, detașabili, în stil medalion, care împiedică utilizatorul să stea prea mult la soare. <i>Sănătate-social.</i>	Costume de baie	<u>Neviano UV Protect</u>	Franța	

Concluzii:

Lucrarea prezintă unele rezultate ale studiilor anterioare și actuale despre fibre și sisteme textile inteligente, diversitatea fibrelor și materialelor inteligente, proprietățile individuale specifice. Importanța produselor de îmbrăcăminte inteligente electronice în activitățile obișnuite și specializate, adaptarea lor la cerințele utilizatorului în procesul de monitorizare biomedicală în diferite aplicații: în medii de sănătate, mediu securitate, în timpul activităților din viața de zi cu zi, sport și fitness, îngrijire la domiciliu, medii de lucru.

Au fost identificate și prezentate succint unele produse inteligente electronice existente pe piață, create pentru a satisface cerințe speciale ergonomice, estetice, de monitorizare, de exploatare necesare mediului de aplicare.

Companii de succes cooperează în perfecționarea posibilităților funcționale, confort, de exploatare îndelungată, lavabilitate mai îndelungată, asigurarea fiabilității senzorilor pe un termen cât mai lung, design mai modern. Rezultatele actuale sunt deosebite și folositoare în prelungirea duratei de viață sănătoasă a umanității.

Mulumiri:

Sincere mulumiri cadrului didactic conf. univ., dr. Bulgaru Valentina si conf. univ., dr. Irovan Marcela, pentru sprijinul si indrumarea in realizarea lucrarii de cercetare.

Referințe bibliografice:

1. XIAMING, TAO. *Smart Fibres, Fabrics & Clothing*. 1st. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge England. pp. 1-3. Edition- october 4, 2001, [online], [accesat 25. 01. 22]. Disponibil: http://textilelibrary.weebly.com/uploads/1/1/7/4/11749432/smart_fibres_fabrics_and_clothing_xiaoming_tao_2001.pdf
2. CEN/TR 16298:2011, *Textiles and textile products - Smart textiles - Definitions, categorisation, applications and standardization needs*. Brussels, pp. 4-13, [online], [accesat 25. 01. 22] Disponibil: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/bc5e8f0a-eae5-4d47-98e9-420a25ca22f3/cen-tr-16298-2011>
3. ROBERT, E, NEWNHAM. *Smart, Very Smart, and Intelligent Materials*. Published online by Cambridge University Press: 29 November 2013, [online], [accesat 28. 01. 22]. Disponibil: <https://www.cambridge.org/core/journals/mrs-bulletin/article/abs/smart-very-smart-and-intelligent-materials/DCC0B24247A46350B829A6A5DC7939BD>
4. SHEN, LEI., REN, XIANGFANG., ZHANG, XIYING., CHEN, HAN., *Research status and prospect of intelligent fibres and textiles*, Jiangnan University, China, pp 274-282, [online], [accesat 28. 01. 22]. Disponibil: <http://revistaindustriatextila.ro/images/2021/3/07%20SHEN%20LEI%20Industria%20Textila%2032021.pdf>
5. LUYIZHENG, SHUAL., ZI HAO, GUO., PANPAN, ZHANG., JUNMIN, WAN., XIONG, PU., ZHONG, LIN, WANG., *Stretchable, self-healing, conductive hydrogel fibers for strain sensing and triboelectric energy-harvesting smart textiles*. *Nano Energy*. Volume 78, December 2020, 10538, [online], [accesat 02. 02. 22]. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211285520309666>
6. HONG, HU., ADEEL, ZULIFGAR., *Auxetic textile materials - A review*, Journal of Textile Engineering & Fashion Technology, eISSN: 2574-8114 [online], [accesat 02. 02. 22]. Disponibil: <https://medcraveonline.com/JTEFT/auxetic-textile-materials---a-review.html>
7. MUHAMMAD, SAYEM AS., SIEW, HON, TEAY., HASAN, SHAHARIAR., PAULA, LUISE, FINK., ALHUSSEIN, ALBARBAR., *Review on Smart Electro-Clothing Systems (SeCSs)*, Journal Sensors, Articles from Sensors (Basel, Switzerland), Published: 21 January 2020, [online], [accesat 20. 02. 22]. Disponibil: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/3/587#>
8. REBECCA, HUNT. Journal The VOU., *15 Best Smart Clothing For Top Performance & Health (2022)*, [online], [accesat 21. 02. 22]. Disponibil: https://thevou-com.translate.google/fashion/smart-clothing/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=ro&x_tr_hl=ro&x_tr_pto=sc
9. Biodevices, Biomedical Engineering Systems, S.A. Vital Jacket Baby, [online], [accesat 22. 02. 22]. Disponibil: <https://www.vitaljacket.com/en/vitaljacket-baby-2/>
10. REBECCA HUNT., F2F NEWSLETTER, *13 Best Smart Clothing For Performance And Health*, Published: Apr 2021, [online], [accesat 25. 02. 22]. Disponibil: <https://www.fibre2fashion.com/industry-article/8983/13-best-smart-clothing-for-performance-and-health-2021-update>