

ИВАНА ВЕЉОВИЋ

Универзитет уметности у Београду, Факултет примењених уметности, Одсек Текстил, Београд, Србија
ivfpudesign@gmail.com

ИРЕНА ЖИВКОВИЋ

Универзитет уметности у Београду, Факултет примењених уметности,
Одсек Конзервација и рестаурација, Београд, Србија
irena.zivkovic@fpu.bg.ac.rsТЕРМОХРОМАТСКЕ БОЈЕ У ПРИМЕЊЕНИМ
УМЕТНОСТИМА И ДИЗАЈНУ

Категорија чланка: прегледни рад

Апстракт: Рад представља приказ примене термохроматских боја на различитим материјалима са циљем добијања тзв. паметних материјала (енгл. *smart materials*), примењених у савременом дизајну и примењеним уметностима. Приказује се сложен дизајнерски метод иновативне надоградње текстилних и других материјала употребом термохроматских боја у стварању нове естетске целине. Термохроматске боје карактерише способност да реагују на топлотни извор и мењају своју обојеност. Промена боје је повратна и може да утиче на визуелну текстуру материјала. Овакав приступ је нашао примену у области дизајна целулозних тканих и нетканих материјала, производа од синтетских полимерних материјала, керамичких производа и неорганских стакала. Термохроматски оптички квалитет побољшава перформансе материјала захваљујући потенцијалу да обезбеди динамички одговор на окружење. У раду се приказује динамика промена површине материјала условљена специфичношћу и реверзибилношћу боје у интеракцији с корисником и његовим окружењем. Примена термохроматских боја на природној кожи уводи нове креативне могућности захваљујући динамичким променама. Динамика промена омогућава другачију перцепцију визуелних садржаја и сензација, мимо уобичајених тумачења боје и облика. Јединствени сензорни квалитети материјала омогућавају симулирање различитих реакција, чинећи материјал сложеном површином софистициране структуре. Ова својства иницирају нове креативне приступе у обликовању и коришћењу у интеракцији са окружењем.

Кључне речи: интеракција, паметни материјали, термохроматске боје.

Увод: Паметни материјали

Важну улогу у савременим тенденцијама обликовања производа и комуникацији између потрошача и производа представљају „паметни материјали“ (енгл.

smart materials; Erlhoff and Marshall 2008: 363). Они пружају савременом дизајну нови доживљај естетике и могућност коришћења нових метода обликовања.¹ Интеракција између корисника и производа укључује и временску димензију. Ритам акције и реакције у односу тактилно–визуелно, додаје нову могућност перципирања и интеракције, чинећи дизајн комплекснијим и занимљивијим. Захваљујући овим новим могућностима и поступцима дизајнирања, производ се може посматрати као дигитални интерфејс.²

„Памет“ материјала (или система) дефинише се као способност препознавања и примања спољних надражаја и реаговања на исте променом боје³, облика, или на неки други начин. Термохроматска боја као рецептор активно реагује на промену услова из окружења (промена температуре) и даје динамичан одговор кроз визуелну промену, у зависности од интензитета спољашњег надражаја.

Термохромизам – примена

Термохроматске боје⁴ су температурно осетљиве материје које при загревању или хлађењу мењају

¹ Интерактивни дизајн (дизајн интеракције) је метод „дизајна усмереног ка кориснику“ створеног на подручју рачунарског дизајна „у циљу осмишљавања дигиталног интерфејса“ (Ferrara and Bengisu 2014:92).

² „Главно подручје дизајна интерфејса јесте креирање интерфејса као приступнице дигиталној информацији. Важно је да веза створена између корисника и дигиталне апликације садржи ниво повратне информације – другим речима, систем може одговорити на команду корисника, комуникацију или селекцију.“ (Erlhoff and Marshall 2008: 225).

³ Хромогенски материјали (*chromogenic materials*) су материјали који реверзибилно мењају боју као одговор на промене услова у окружењу. Промена боје материјала може се индуковати фотохемијски (фотохромизам), термички (термохромизам), електрицитетом (електрохромизам), притиском (пиезохромизам), магнетним пољем (магнетохромизам) и на други начин. (Ferrara and Bengisu 2014:11–12).

⁴ Термохроматске боје јављају се у два облика, као течни кристали и као леуко боје (енгл. *leuco dye*). (Christie et al. 2007: 2).

обојеност из необојеног у обојено или из обојеног у необојено стање, или из једног тона у други. Промена обојености се дешава у одређеном температурном интервалу⁵, а температура трансформације при којој почиње промена назива се температура активације и изнад те температуре боја достиже своју коначну промену (Koogoshnia 2013b: 1). Између осталог, промена обојености може се иницирати тактилно – додиром или изазвати струјним колом (регулисани температурни профил). Модификовањем површине материјала термохроматским бојама ствара се јединствена естетска целина која омогућује побољшање својстава под одређеним условима. Трансформација статичне површине у динамичку у интеракцији са околином, истиче визуелне особине производа и чини га занимљивим и привлачним. Набројане карактеристике и специфичности термохроматских боја у односу на конвенционалне боје омогућују експериментисање ради побољшања карактеристика производа и новог сагледавања у естетском и функционалном смислу. Ствара се физички и емотивни дијалог између предмета и корисника који је изражен у динамичној игри између облика и функције.

Функционалне термохроматске боје данас налазе широку примену. Интезивно се користе у дизајну текстила, ентеријера, производа, архитектуре (паметне куће), изради сензора и дисплеја у електроници. Последњих двадесетак година, значајна истраживања усмерена су на развој нове, такозване „паметне“ амбалаже. Примена термохроматских боја је разноврсна: почев од текстилних апликација које су биле популарне деведесетих година прошлога века, шоља за топле напитке, интерактивних сигурносних кашичица за храњење беба, разних играчака, пластичних производа итд. Један од примера јесте њихова комерцијална употреба од стране Пилот корпорације из Јапана⁶ (Pilot Corporation of Japan).⁶ Погодне су и за коришћење код индикатора⁷ који указују на просечне температуре за хладно, топло и вруће (Koogoshnia 2013a: 2). Веома је значајна употреба термохроматских боја у медицинске сврхе.⁸

Инспирисани паметним материјалима и термохроматским бојама, као новој области развоја дизајна, уметници и дизајнери се баве експериментисањем са променама колорита и визуелних својстава материјала. Циљ је интерактивни дизајн, као врхунска функци-

оналност и одговорност. Технологија промене и динамика реверзибилног својства боје представљају изазов и пружају нове креативне могућности.

Утицај термохроматских боја на дизајн

Потреба уметника да сагледавају предмет у његовој суштини и да га интегришу у свакодневни живот одувек је била присутна. Савремени дизајн ствара и оживљава предмет и он опстаје као ентитет. Паметни материјали и термохроматске боје пружају ту могућност. Интеракција постаје све присутнија и производ може да мења облик у интеракцији са окружењем. Још почетком XX века, појава нових технологија инспирише поједине уметнике да их користе у свом раду. Фасциниран светлошћу, бојом и технолошким достигнућима, мађарски уметник Ласло Мохољи Нађ (Lazslo Moholy-Nagy), занима се за фотографију и рекламно приказивање. Свој уметнички концепт назива „кинетичка оптичка композиција“ (Christie et al. 2007: 3).

Дизајнер текстила и уметница Ени Алберс (Anni Albers) увиђа још давне 1947. године „да се на пољу дизајна текстила десило померање у корист вештине, када је акценат стављен на занатско умеће и повратак на контакт са материјалом, чиме се појачава експресија у раду са текстилом, и на естетском, и на функционалном нивоу“ (Worbin 2010: 15). Баш како је Алберс навела пре више од седамдесет година, још увек постоји потреба да се ради директно са материјалом како би се побољшала естетика и функција. Увођењем нових технологија дошло је до фундаменталне промене у дизајну и начинима обликовања материјала. Термохроматске боје и паметни системи, захваљујући својој функцији и карактеристикама, дају нам сугестије за њихово коришћење у сензорским системима. Термохроматске боје се најчешће користе у дизајну текстила. Интезивно се експериментише на овом пољу. Текстил, као површина и конструкција, омогућује штампање активним бојама и уградњу дигиталних система који га чине „паметним текстилом“⁹, а он представља будућност паметне одеће, моде и дизајна. Савремени дизајнери који се баве истраживањем у овој области интерактивног дизајна и иновативних технологија у дизајну препознају потенцијал термохроматских боја и користе их у свом раду. Важни истраживачи у овој области су: Линда Ворбин (Linda Worbin), Џоана Берзовска (Joanna Berzowska), Мери Орт (Maggie Orth), дизајн студио НуноЕрин (NunoErin), архитекта Јирген Мајер (Jürgen Mayer).

⁹ Паметним текстилом се сматра материјал који може да испољи поновљене шеме понашања као одговор на стимуланс попут механичког напрезања или промене температуре. Такво понашање може да се интегрише у структуру тканине или влакна и може да се окарактерише као пасивно, реактивно или интерактивно. Видети у (Kettleby 2016: 10).

⁵ Термохроматске боје могу да мењају боју у температурном опсегу од -15°C до 60°C. (Koogoshnia 2013a: 2).

⁶ Пилот корпорација из Јапана користила је овде боје деведесетих година за производе које је пласирала на тржишту пластике и текстила, тј. за прстење расположења или штампану одећу (Philips 2000: 100).

⁷ Пример комерцијалне употребе термохроматске технологије деведесетих година представља индикатор трајања на Дурасел (Duracell) батеријама (Philips 2000: 100).

⁸ Директним комбиновањем термохроматских материјала са финим влакнима добијеним електро-испредањем (electrospinning) могу се добити влакнасти материјали велике осетљивости на температурне промене применљиви у медицини, безбедности и контроли квалитета (Malherbe et al. 2010: 5037–5043).



1. Линда Ворбин, Табуре са геометријском динамичком шаром, 2011.
1. Linda Worbin, Footstool with a geometric dynamic pattern, 2011

Интерактивни текстил Линда Ворбин

Линда Ворбин¹⁰, дизајнер текстила, проучава паметне материјале и интерактивни текстил.¹¹ У оквиру свог докторског рада, развила је методологију рада са динамичким дезенима на текстилу. Ворбин истиче да су дизајнери навикли на алате и технике рада прилагођене статичким дезенима, али експресивни потенцијал термохроматских боја захтева нови приступ. Динамизам који се у дизајну тканог и нетканог текстила постиже термохроматским бојама уноси просторну и временску димензију коју Линда Ворбин посматра као вишеслојну информацију: „Можете замислити ткани или штампани текстил који реагује на топлоту и који има више семиотичких слојева, а не само један. Исти текстил може да пружи вишеслојну динамичку информацију“ (Kettley 2016: 148). У пројекту *IT +Textiles 2002–2005*¹², Линда Ворбин је у једном од експеримената израдила прототип торбе *Phone Bag*¹³, у ком пулсирајуће шаре на површини торбе замењују звук звона или вибрацију мобилног телефона. У овом пројекту, термохроматска боја примењена је на текстилу од памука комбинованог са

електро-проводљивим предивом на полеђини, како би се регулисала промена боје.¹⁴ Функција торбе је да замени звук и вибрацију као сигнале, мењајући боју текстилног узорка на спољној и унутрашњој страни торбе. Нове дизајнерске могућности и промене могу се описати као однос између података и визуелне експресије. Подаци који се односе на визуелну експресију динамичких шара, повремено се мењају. Могу се генерисати у реалном времену, снимити унапред или реализовати одложено. Пројекат такође предлаже и даје примере новог понашања текстилних образаца, исто као и интеракцију са мобилним телефонима.

Следећи важан пројекат Линде Ворбин, који је реализовала у сарадњи са Линеом Нилсон (Linnea Nilson), Миком Сатоми (Mika Satomi), Аном Валгарда (Anna Valgarda) и фирмом *Ire Möbel, јесте табуре с геометријским динамичком шаром* (сл. 1). Табуре је пресвучен памучном тканином на којој је геометријска шара одштампана стандардним бојама за текстил у комбинацији са термохроматским бојама, које се активирају на 27°C. У табуре и саму текстилну пресвлаку уграђен је паметни систем.¹⁵ Био је изложен на Сајму намештају у Стокхолму и на Салону намештаја у Милану и представља експеримент у области примене паметних система у дизајну намештаја. Могућности тканине у погледу динамике огледају се у ритму смењивања активних и пасивних боја. Систем се покреће активацијом сензора изазваном притиском тела. Притисак активира електрични напон који пролази кроз жице и загрева их. Топлота се са електричне инсталације, целом дужином

¹⁰ Др Линда Ворбин је виши предавач дизајна текстила на Универзитету у Боросу (Borås) у Шведској. У својој докторској дисертацији под насловом *Дизајнирање динамичних дезена за текстил* бавила се интерактивним текстилом (Worbin 2010: 15).

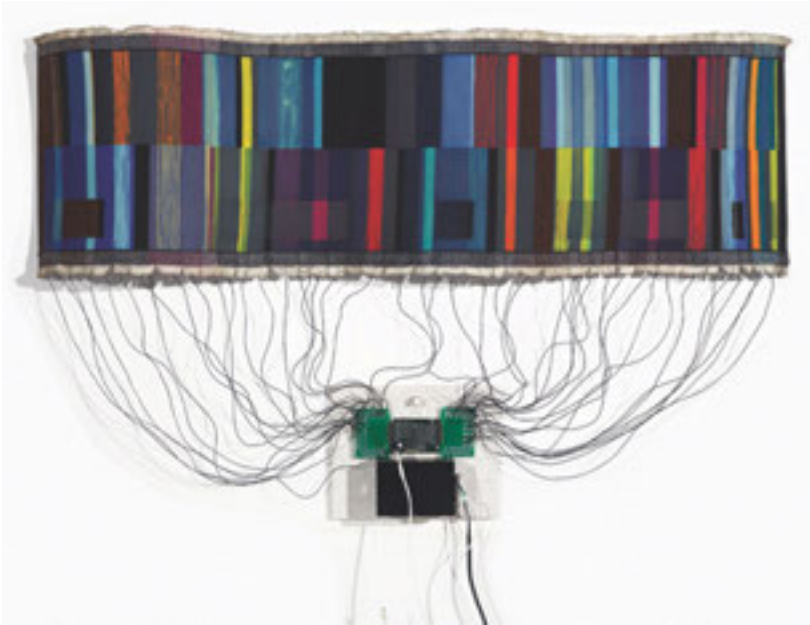
¹¹ Интерактивни текстил – преносива технологија која је интегрисана у одевни предмет или се контролише путем интегрисаног панела или тастера (Kettley 2016: 10).

¹² Пројекат који је реализовао шведски Re-form студио дизајна у Гетеборгу, уз финансијску подршку шведског Интерактивног института. Циљ пројекта је било комбиновање паметних материјала и информационог технологија. Инспириран иницијативом Меги Орт, пројекат је настојао да у ово укључи и естетику конвенционалних тканина (Colchester 2007: 106).

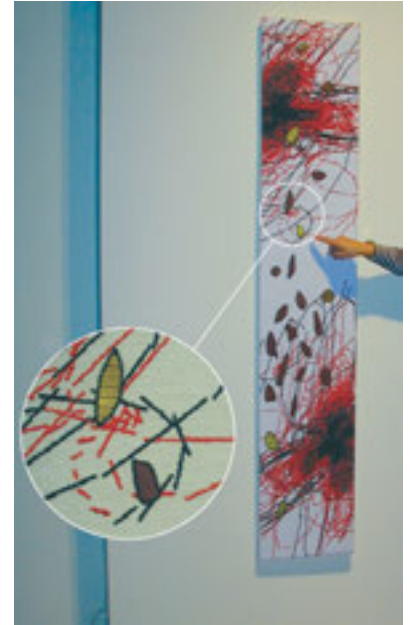
¹³ *The Fabrication Project*, <http://www.cse.chalmers.se/research/group/idc/projects/fabrication/> [приступљено 12. априла 2018]

¹⁴ *Паметни систем* је употпуњен батеријом од 14 V за напајање, базичним програмом X и микроконтролером BX24 (Ferrara and Bengisu 2014: 125).

¹⁵ Паметни систем садржи и два сензора притиска (испод тканине) који укључују струју чим неко седне на табуре; Ардуино табле (унутар табуреа), које контролишу струју која циркулише жицама различите проводљивости; струјне кругове и елементе напајања и контроле (Ferrara and Bengisu 2014: 131).



2. Меги Орт, 100 електронских уметничких година, 2009.
2. Maggie Orth, 100 Electronic Art Years, 2009



3. Џоана Берзовска, Блистави цвет, 2004.
3. Joanna Berzowska, Shimmering Flower, 2004

жица, преноси на тканину и активира промену боје. Мешање боја и њихове међусобне комбинације условљене су различитим временским интервалима загревања и хлађења електричне инсталације.

Меги Орт

Меги Орт¹⁶ је оснивач *Међународних модних машина* (IFM – International Fashion Machines)¹⁷, компаније из Сијетла, која производи ткани текстил у чију се структуру током самог ткања уграђује струјно коло повезано са извором енергије. Поједини делови тканине боје се термохроматским бојама, које се активирају загревањем постављених инсталација.¹⁸ Меги Орт комбинује специјализоване софтверске алате и ткање обојено термохроматским бојама и истражује ликовне вредности и потенцијал колористичких промена. Пројекат *Динамичко двоструко ткање* (*Dinamic double weave*) представила је 2003. и 2004.

године.¹⁹ У питању је тканина ручне израде штампана термохроматским бојама. Пропуштањем струје кроз струјно коло, оно се загрева, па тканина мења обојеност. Како сама каже, текстил је њен омиљени медиј како у области ликовних уметности, тако и у области дизајна: „Текстил ми омогућује да рукама обликујем сопствени компјутерски медијум, стварајући струјна кола и електричне системе симултано са естетиком и дизајном. Избор текстила као медијума дозвољава ми да физички трансформишем технологију из тврдог, функционалног и масовно произведеног у нешто меко, сензуално и интимно“ (Quin 2013: 69–70). Ауторка ставља текстил у службу креативности и чулности, а на прво место, као суштински важне за искуство човека, поставља естетику и стварање „лепих објеката“ (Quin 2013: 69–70).

Истражујући животни век електронског текстила, Меги Орт је 2009. године представила уметнички рад под називом *100 електронских уметничких година*²⁰ (сл. 2). Овим пројектом је желела да истакне двојаку природу (променљивост боје) електронског профила, као и његов ограничени век, као што је и век електронских уметничких дела ограничен. Код свих материјала који мењају боју, светле боје ће на крају трајно нестати у површини уметничког дела,

¹⁶ Док је изводила докторска истраживања у медијској лабораторији на Технолошком институту у Масачусетсу (Massachusetts Institute of Technology), Орт је изумела одевне компјутерске интерфејсе, електронске тканине и музичке инструменте направљене од електронских делова и механичких текстилних компонената. Она је своје истраживачке пројекте заштитила патентима, а када је дипломирала, успоставила је своју лабораторију (Quin 2013: 69).

¹⁷ Компанија се бави флексибилном електронском уметношћу тако што у производима широке потрошње одређује нове технолошке концепте (Christie et al. 2007: 4).

¹⁸ Maggie Orth, Blip, YouTube, available from: <https://www.youtube.com/watch?v=LZMej1-KiDE&feature=youtu.be> [accessed 11 February 2018].

¹⁹ Maggie Orth, *Dinamic double weave*, YouTube, available from: <https://www.youtube.com/watch?v=No2tNYDzbZY&t=91s> [accessed 11 February 2018].

²⁰ Maggie Orth, *100 Electronic Art Years*, YouTube, available from: <https://www.youtube.com/watch?v=3KlIsXzFjFY&feature=youtu.be> [accessed 15 March 2018].



4. Нуно Ерин, Интерактивна столица, 2011.
4. Nuno Erin, Interactive stool, 2011

стварајући трајни запис софтвера и физичког артефакта. На питање, колико дуго ће свако дело опстати, Меги Орт даје одговор: „само у електронским уметничким годинама“.²¹ У *100 електронских уметничких година*, ткани материјал штампан је термохроматским мастилом. Управљачка електроника шаље струју у проводљиво предиво, које се због појаве отпора загрева и производи промену боје мастила. Експресивни софтвер контролише дезене и ритам промене боја.

Џоана Берзовска

Џоана Берзовска²² је оснивач *XS Laboratory*, 2002. године на Универзитету Конкордија (Concordia University), дизајнерског истраживачког студија који развија иновативне методе и могућности њихове примене у електронском текстилу и интерактивним одевним предметима (Berzowska 2010: 11). Године 2004, Берзовска реализује *Светлуцави цвет* (*Shimmering Flower*; сл. 3) у техници жакар ткања, у чију је мекану структуру уграђено проводљиво предиво и струјно коло контролисано компјутером. Софтвер наизменично контролише активацију боје и динамику промене која се одвија у реалном времену. Проводљива предива су уткана заједно са непроводљивим, изолаторским предивима, како би се добила ткања подлога на којој се затим штампало термохроматском бојом. Слање електричне енергије у различита подручја електронског текстила у циљу загревања боје регулише се електронски. Како сама ауторка објашњава, „текстил се мења на спор и контемплативан начин, упућујући на процес ткања,



5. Јирген Мајер, У врелини, 2005.
5. Jürgen Mayer, In Heat, 2005

плетења и других текстилних конструкционих техника. Добијене слике ублажавају границе између дигиталног приказа и мотива текстилног дизајна“ (Berzowska 2004: 1). Берзовска појашњава циљ свог пројекта, његову функционалност и софистицираност у интеракцији с корисником: „Моји пројекти баве се мекоћом, разиграношћу и тактилним аспектима одевних материјала који се лако прилагођавају контурама људског тела и сложеностима људских потреба и жеља“ (Quin 2013: 46–47). *Блистави цвет* је мекан, анимиран „визуелни дисплеј“ (Ferrara and Bengisu 2014: 86), направљен од меких компоненти, проводљиве пређе и влакана за напајање струјом, комуникацију и умрежавање.

Тактилни намештај Нуно Ерин

Када су Ерин Хајн (Erin Hayne) и Нуно Гонсалвес Фереира (Nuno Goncalves Ferreira) 2006. године основали свој дизајн студио *НуноЕрин* (NunoErin)²³, материјали који мењају боју били су практично неистражени. Хајн и Фереира су почели да „дају сензорни доживљај свакодневним предметима“ (Quin 2013: 286). Интересују се за материјале и технологије којима се боја мења на додир. Поетску замисао у њиховом раду са термосензитивним материјалима најбоље илуструје коментар самих аутора: „Термосензитивни материјали дозољавају људима да користе своје тело како би означили тренутак у времену. То је елегантан начин да се региструје ваше присуство и остави податак о вашој присутности и после вас“ (Quin 2013: 286).

Једно од најинтересантнијих открића НуноЕрина јесте да термохроматски материјали, поред функционалне улоге, имају и терапеутско дејство на децу с посебним потребама, што је показано у делу

²¹ Maggie Orth, *100 Electronic Art Years*, Maggie Orth : Art, Technology, Design, http://www.maggiorth.com/art_100EAYears.html [accessed 15 March 2018].

²² Џоана Берзовска је ванредни професор на Одсеку за дизајн и компјутерску уметност (Design and Computation Arts) на Универзитету Конкордија (Concordia University), а члан је и истраживачког института *Хексаграм* (Hexagram) истраживачког института (Quin, 2013: 46).

²³ НуноЕрин (NunoErin), <http://nunoerin.com/about/> [accessed 13 April 2018].



6. Раде Пејовић, Активација боје – тактилно, 2017.
6. Rade Pejovic, Activation colour – by touch, 2017.

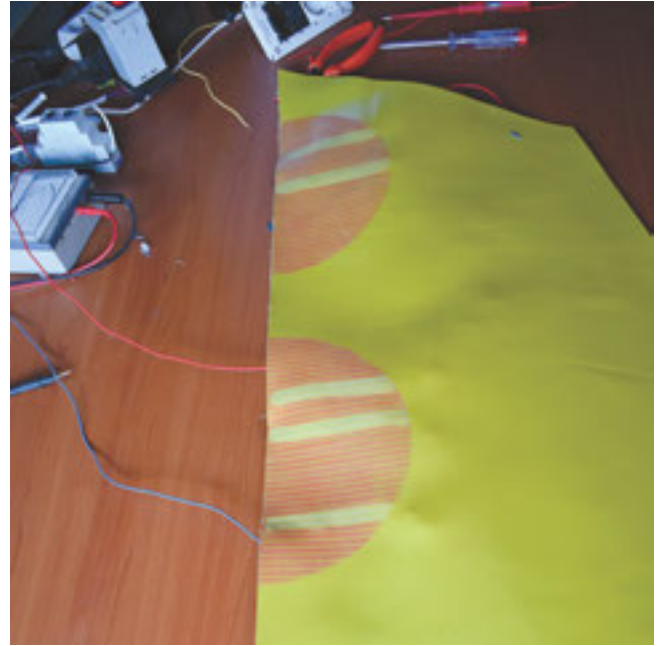
Интерактивна столица из 2011. године (сл. 4). Столица је пресвучена тканином која реагује на топлоту. Довољан је додир да изазове краткотрајну промену на материјалу, а боја се може променити и са порастом температуре у околном простору. Додиривањем термосензитивне површине и посматрањем процеса појављивања отиска длана показан је однос између узрока и последице. То помаже деци да разликују боје и помаже у тактилној стимулацији и самосвести. Хајн и Фереира верују да су термосензитивне боје забавне и привлачне за чула због својих својстава. Подстичу на игру и имају терапеутска дејства, не само код деце с посебним потребама, већ и код одраслих који желе да се забаве и обнове енергију. „Верујемо да је, без обзира на публику, снага наших материјала у спони коју могу направити између тела и ума“, каже Хајн (*ibid*: 286).

Јирген Мајер

Немачки архитекта Јирген Мајер се, поред дистигнућа у архитектури (Ferrara and Bengisu 2014: 108–109), бави филозофијом дизајна и уметности. Интересивање за термосензитивне површине приказује на инсталацијама „као метафоре, сличне обрасцима заштите података“ (Ferrara and Bengisu 2014: 109). Једна таква инсталација је *У врелини*, (сл. 5), изложена галерији HUA – *Henry Urbach Architecture* у Њујорку 2005. године. Инспирацију за рад *У врелини* проналази у изложби Фридриха Кислера (Friedrich Kiesler), представљеној у њујоршкој галерији *Хуго* (Hugo) 1947. године (Ferrara and Bengisu 2014: 110). У Мајеровом раду, зидови и седишта су обојени термохроматском бојом која реагује на додир тела. Термосензитивне површине представљају тродимензионалну слику, где „посматрач, креирајући додиром температурну сенку, ствара свеопшти дизајн изложбе“ (*ibid*: 110).

Дизајн на кожи термохроматским бојама

Сагледавање дизајна на кожи²⁴, кроз широко поље могућности интервенисања традиционалним и савременим поступцима, омогућује даље истраживање и експериментисање. На Факултету примењених умет-



7. Раде Пејовић, Активација боје – струјним кругом, 2017.
7. Rade Pejovic, Activation colour – by circuit, 2017

ности у Београду, на одсеку Текстил, у оквиру докторских студија, спроводи се истраживање термохромизма на кожи, а представљени су и први резултати.²⁵ Надоградња површине коже термо-хроматским бојама представља изазов у ликовном и технолошком смислу и приказује сложен дизајнерски процес надоградње површине коже у стварању јединствене естетске целине. Применом термо-хроматских боја, површина коже добија динамички карактер који добија активну улогу када се стимулише променом температуре. Активација боје²⁶ и њена оптичка модификација остварују се двојачко: директном интеракцијом – тактилно (топлотном енергијом људског тела; сл. 6) и посебно дизајнираним струјним колом, које загревањем медија утиче на промену боје (сл. 7).

Боја има улогу сензора и бележи емитовање променљивих сензација, опонашајући биолошки живот коже. *Кожа која реагује на топлоту* директно користи енергију људског тела, складишти ту енергију, и потом је употребљава како би променила своју појавност, сугеришући метафору свог претходног живота. Настале промене отварају, својом динамиком, могућност да се визуелни садржаји и сензације, перципирају другачије, ван уобичајених тумачења боје и облика. Јединствене сензорне способности коже омогућавају симулацију мноштва реакција, чинећи је сложеном површином софистициране структуре, захваљујући чему се може прибегавати новим начинима обликовања и коришћења у интеракцији са окружењем. Детектујући интезитет

²⁴ Кожа као базни материјал, животињског порекла.

²⁵ Самостална изложба (*Невидљиво*, Музеј примењене уметности, Галерија Жад, Београд, (16–30. маја 2017), аутор Раде Пејовић.

²⁶ Активација коришћене термохроматске боје остварује се на 30С

специфичног стимулуса, кожа даје одговарајући одговор променом боје, обезбеђујући специфичну и реверзибилну реакцију у оптичким карактеристикама, аналогну биолошким системима.

Дизајн предмета од коже употребом термохроматских боја отвара могућности даљег истраживања примене дизајнираног предмета од коже као „паметног материјала“ са уграђеним термохроматским сензором. Подстиче се дискусија о природи функционалности као и интеракција са околином. Кроз модификацију оптичких својстава коже, могуће је послати поруку и информацију корисницима, као што је порука о томе шта се догађа унутар предмета или како се он користи. Термохромизам побољшава перформансе материјала захваљујући способности динамичке реакције на окружење.

Закључак

Спољни трендови и захтеви тржишта непрекидно утичу на дизајнере. Непрестано се трага за формама које се заснивају на новим материјалима и њиховим специфичностима. У конципирању новог дизајна примарна је идеја о директној интерактивној вези између производа и корисника. Усавршавање и рад са хромогенским материјалима кључни су у симбиози технологије и дизајна. Хромогенски материјали представљају нове потенцијале како у дизајнирању материјала, тако и методама дизајна. Достигнућа која се појављују на пољу паметних материјала, обезбеђују приступ новим иновативним материјалима и системима бојења, што дизајнеру нуди нове могућности. Допринос ових материјала се све више сагледава. Њихов убрзани развој и њихова разноврсност важни су у перцепцији дизајна и нових праваца. Имајући у виду интеракцију између корисника и производа, дизајн добија другачију димензију од уобичајене –предмету се додаје временска

димензија повезана са ликовним елементима: бојом, обликом и текстуром. Овај нови аспект одређује дизајн и методе истраживања дизајна, кроз „дизајн интеракције“ и „дизајн искуства“ (Ferrara and Bengisu 2014: 92–93). „Дизајн интеракције“ и „дизајн искуства“ пружају нове поетике у доживљавању и проучавању реалности. Искусвени дизајн посматра корисника у односу на дизајн, његово емотивно стање и задовољство производом. Самим тим, да би остварио квалитет и циљ, моменат интеракције неминовно укључује научне дисциплине као што су психологија (перцептивна и когнитивна), лингвистика, семиотика, и остале.

Технологија примене термохроматских боја је сложена. Оне се не могу користити као конвенционалне боје због своје високе цене. Дизајнери експериментишу углавном методом покушаја и погрешака. У одређеним околностима, век активности ових боја и стабилност на текстилним материјалима могу бити ограничени. Дуготрајно излагање ултраљубичастом зрачењу нарушава пигменте и боја губи способност промене. Самим тим, ограничен је век трајања оваквих текстилних производа. На кожним материјалима (у случајевима када се боја загрева електричним напоном), услед учесталог и неконтролисаног активирања струјног кола, на местима слабог засићења, боја престаје да се мења. Остаје видљив траг као нови бојени квалитет текстуре коже.

Дизајнери препознају техничка ограничења термохроматских боја и прихватају изазове у креирању што стабилнијег и функционалнијег производа. Потенцијал ових боја подстиче технолошко-уметничко експериментисање на овом пољу, које би се могло наставити и у новим контекстима и функционално-естетским видовима.

ЛИТЕРАТУРА

- Kettley, S. 2016
Designing with smart textiles, London, New York: Bloomsbury Publishing Plc.
- Ferrara, M. and Bengisu, M. 2014
Materials that Change Color : Smart Materials Intelligent Design, Springer, 5, 11–12, 83, 91–92, 108–110, 125, 131–132.
- Kooroshnia, M. 2013a
Demonstrating color transitions of leuco dye-based thermochromic inks as a teaching approach in textile and fashion design, *Proceedings of the Nordic Design Research Conference, 9–12 June 2013*, Copenhagen–Malmö, Copenhagen–Malmö: Nordes, 173–181.
- Kooroshnia, M. 2013b
Leuco dye-based thermochromic inks: recipes as a guide for designing textile surfaces, *13th Autex World Textile Conference 2013* : Dresden, Germany, May 22–24, 2013, Technische Universität Dresden, Auditorium Centre; Book of abstracts, Dresden: Technische Universität Dresden.
- Quin, B. 2013
Textile visionaries : Innovation and Sustainability in Textile Design, London: Laurence King Publishing, 46, 68.
- Berzovska, J. 2010
XS Labs : Seven years of desing research and experimentation in electronic textiles and reactive garments, Montreal: XS Labs, 11–12, available through http://xslabs.net/catalogue-pdf/XS_catalogue.pdf [accessed 12 March 2018].
- Malherbe, I., Sanderson, R. and Smith, E. 2010
Reversibly thermochromic micro-fiber by coaxial electrospinning, *Polymer* 51, 22: 5037–5043.
- Worbin, L. 2010
Designing Dynamic Textile Patterns, Department of Computer Science and Engineering, Chalmers University of Technology, *The Nordic Textile Journal* 2/2010 (Special Edition: Smart textiles): 15–19, available from: https://www.hb.se/PageFiles/3251/Filer/CTF_10_Nr2.pdf [accessed 8 February 2018].
- Erlhoff, M. and Marshall, T. (Eds.) 2008
Design Dictionary : Perspectives on Design Terminology, Basel–Boston–Berlin: Birkhäuser Verlag AG, 363.
- Christie, R., Robertson, S. and Taylor, S. 2007
Design Concepts for a Temperature-sensitive Enviroment Using Thermochromic Colour Change, *JAIC – Journal of the International Colour Association*, 1: 1–11, available from: <http://jaic.jsit-services.co.uk/index.php/JAIC/article/view/80/74> [accessed 25 February 2018]
- Colchester, C. 2007
Textiles today : a global survey of trends and tradition, London: Thames & Hudson, 106.
- Berzovska, J. 2004
Very Slowly Animating Textiles: Shimmering Flower, *ACM SIGGRAPH 2004 Sketches on SIGGRAPH '04*, Los Angeles: ACM Press, 34.
- Philips, G. 2000
Combining Thermochromics and Conventional Inks to Deter Document Fraud, *Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques III*, ed. by Rudolf L. van Renesse, Willern Vliegthart, San Jose: SPIE, 99–104. (Proceedings of SPIE Vol. 3973)

Summary

RADE PEJOVIĆ

University of Arts in Belgrade, Faculty of Applied Arts, Applied Arts and Design Department, Belgrade, Serbia
rpejovic@politehnika.edu.rs

IVANA VELJOVIĆ

University of Arts in Belgrade, Faculty of Applied Arts, Textile Design Department, Belgrade, Serbia
ivfpudesign@gmail.com

IRENA ŽIVKOVIĆ

University of Arts in Belgrade, Faculty of Applied Arts, Conservation and Restoration Department, Belgrade, Serbia
irena.zivkovic@fpu.bg.ac.rs

THERMOCHROMIC INKS IN APPLIED ARTS AND DESIGN

This work presents the complex designer procedure of thermochromic ink application which is used for upgrade of textile and non-textile materials in the process of creation of new aesthetic unities with the aim to produce “smart materials”. Thermochromic inks are temperature sensitive materials that, while heated, change colour either from colourless to coloured state or from coloured to colourless, or from one tone to another. Inspired by the possibilities for development of new and creative designer directions with respect to interaction, responsibilities and ultimate functionality, artists and designers show an intensively growing interest in smart materials. This work presents several contemporary artists who use thermochromism in analysis of spectral reflexivity and sensory impressions which are the consequence of external stimuli.

Textile designers Linda Worbin, Joanna Berzowska and Maggie Orth study smart materials and interactive textiles. Within the projects, which have been analysed in this work, they develop methodologies for working with dynamic patterns on textiles equipped with smart systems. Experiments conducted by the mentioned authors aim both

to explore expressive possibilities of fabrics in terms of colour dynamics and to develop innovative methods as well as their application possibilities when working with electronic textiles and reactive garments.

Design studio NunoErin (Nuno Goncalves Ferreira and Erin Hayne) and German architect Jürgen Mayer are interested in thermosensitive materials used in the field of furniture and interior design. One of the most interesting findings of NunoErin is the fact that thermochromic materials have both functional and therapeutic effect on children with special needs. Jürgen Mayer also involves the viewer, i.e. participant as a focal point of his work, placing him/her in the central part of his installations.

One of the materials that serve as the basis for observation of design and thermochromism in this work is the leather (being the substantial material). The wide scope of research and experimenting on upgrade of the leather surface using thermochromic inks represents a challenge in terms of art and technology, and indicates the elaborate design process in upgrade of the leather surface while forming the unique aesthetic unity.