

Създаване на комбинирани модели облекло чрез съчетаване на класически равнинен метод за проектиране с тримерно проектиране

Магдалена Павлова, Радка Атанасова

Разработката предлага дизайнерско проектиране на авторски комбинирани модели авангардно облекло на основата на подобие с природни био- и зооформи. Изделията се състоят от вътрешен слой (подплата) от еластичен текстилен материал с раменна и поясна част, който се облича под тримерно принтиран външен (горен) слой за пояската част на облеклото. Двумерната конструкция е разработена автоматизирано по равнинен метод за проектиране. Тримерният външен слой на облеклото е проектиран с програма с общо предназначение за 3D дизайн на промишлени изделия. За производството на моделите се прилагат иновативни индустриални технологии за наслявяване на материал при използване на 3D принтер.

Ключови думи: комбинирани модели облекло, равнинен метод за проектиране, тримерно проектиране, принтиране на облекло.

Creating Combined Garment Models by Matching a Classic Flat Pattern Making Method with 3D Design

Magdalena Pavlova, Radka Atanasova

In the paper are presented three designs of authors' combined models of avantgarde clothing based on the similarity of natural bio- and zooforms. The apparel consists of an inner layer (lining) of elastic textile material with top and bottom part, which is dressed under a three-dimensional printed outer (upper) layer for the bottom part of the garment. The two-dimensional construction has been CAD developed with a flat pattern making method. The three-dimensional outer layer of the garment is designed with a universal 3D design program for industrial products. Innovative industrial technology for the layering of material with 3D printer for producing the models is used.

Keywords: combined garment models, flat pattern making method, three-dimensional design, 3D-printing of apparel.

Въведение

В ерата на високите технологии дизайнът на облекло се насочва в посока на индивидуализация. Сериозните екологични проблеми поставят въпроса за производство на изделия при използване на безотпадни технологии с респект към изчерпаемите природни ресурси на планетата. За решаването на тези проблеми дизайнери, инженери и архитекти работят в екип, предлагайки интелигентни решения за приложение на 3D печатането при производството на облекло [2], [7], [8].

Фиг. 1а. Диз. Ирис Ван Херпен [13]



Въпросът относно създаване на комбинирани модели облекло чрез класически равнинен метод за проектиране с тримерно проектиране и принтиране на облекло става значим и актуален. Тези тенденции оказват влияние върху модата – дизайнери като Iris van Herpen, Michael Schmidt, Danit Peleg, Zac Posen и Живко Седларски представят облекло/изкуство, изработено тримерно от полимерни материали и метал (Фиг. 1а,б).



Фиг. 1б. Диз. Живко Седларски [14]

В момента и NASA експериментира с 3D принтери, за да създаде нов вид костюми за своите астронавти [15].

Същинска част

1. Ескизи на авторски модели.

Предложените модели са вдъхновени от живата и неживата природа. Приложен е т.нар. дизайн на облекло на основата на подобие с природни био- и зооформи [1]. Идеята е да се попълни пазарната ниша в сегмента на авангардното облекло.

За производството на проектираните модели се прилагат иновативни индустриални технологии за наслояване на материал, което се извършва с внимание към изчерпаемите ресурси на планетата.

При композиционното изграждане на проектираните авторски модели за тримерно проектиране и принтиране са използвани изразни средства като симетрия и асиметрия. Някои от формите са с ритмически строеж при закономерно, последователно редуване на съизмерими елементи на формата. Тази зрителна динамика свързва

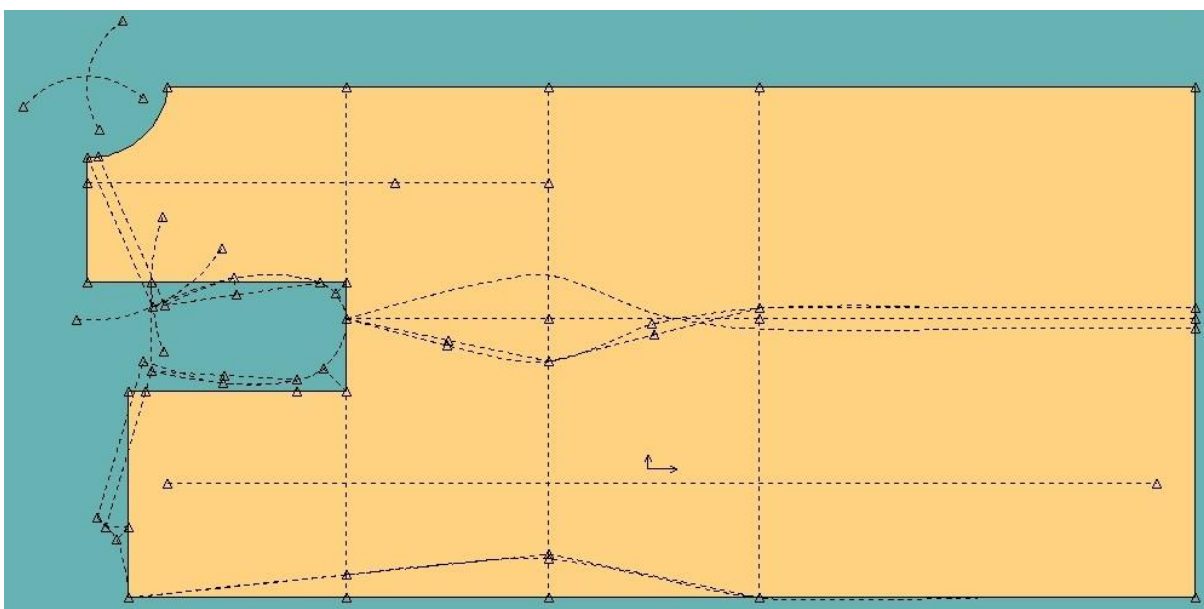


Фиг. 2. Ескизи на авторски модели (Фиг. 2а). Модел 1-1 (Фиг. 2б). Модел 1-2 (Фиг. 2в). Модел 2

частите на формата в единно цяло и влияе положително на емоциите при възприятието на проектираните модели облекло. Връзката между основните елементи в композицията на моделите е постигната въз основа на тъждество (равенство) и нюанс (сходство), а контрастните отношения с противопоставяне на плътно и прозрачно, ажур (дантела) и плътна маса внасят допълнително разнообразие и динамика и засилват остротата на възприятие на проектираните изделия. Моделите са представени на Фиг. 2.

2. Автоматизирано проектиране на моделите чрез класически равнинен метод.

Двумерната конструкция е за облекло вътрешен слой (подплата) с обединени раменна и поясна част, което се облича под тримерно принтиран външен (горен) слой за поясна част на изделието. За основна конструкция е използвано дамско облекло от еластични материали. За разглежданата група площни текстилни материали е отчетена относителна надлъжна деформация $\varepsilon = 4\%$. Следователно за преизчисляване на надлъжните конструктивни участъци от основната конструкция коригираният коефициент е $k \approx 0,96$.



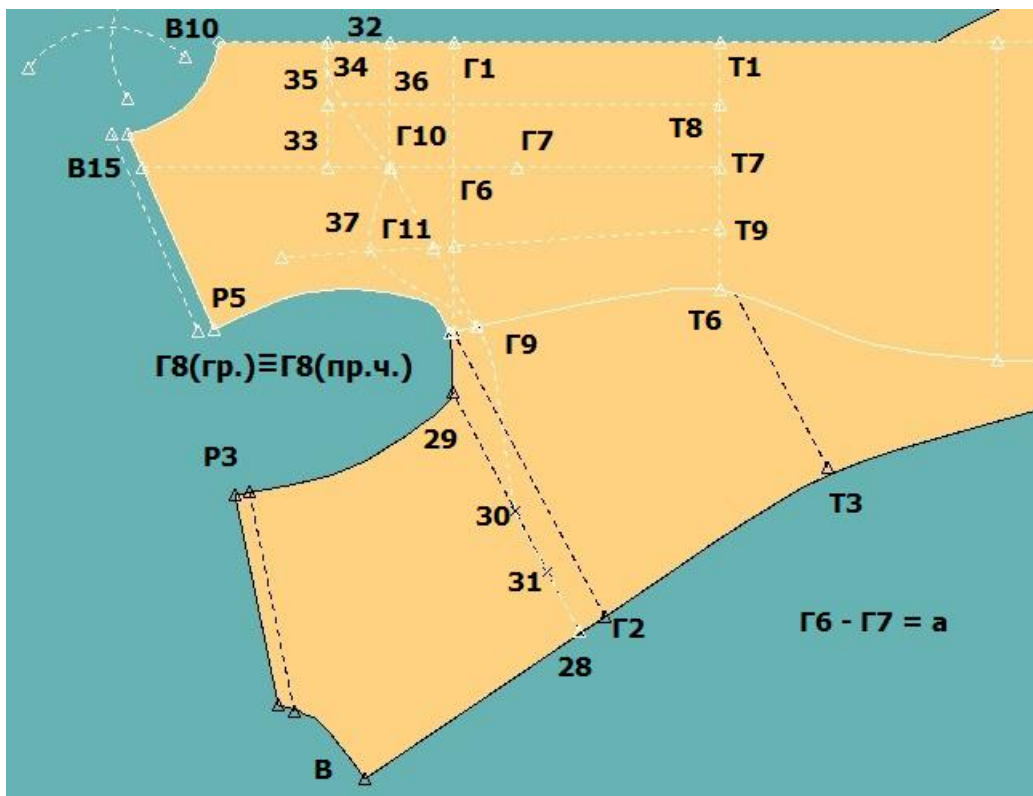
Фиг. 3а. Конструктивен чертеж на основната конструкция

А. Необходими анатомични измерения

Базовата конструкция е оразмерена за дамска фигура стандартен типоразмер 44 (164/88/96) и е без прибавки за шев. Горизонталните конструктивни участъци са оразмерени със значително занижени, но с положителна стойност прибавки за свобода: $P_c(лт) = 0,25$ cm, $P_c(лр) = 1,75$ cm, $P_d(лт) = 1,5$ cm. При това големините им са съобразени с допустимия външен натиск върху телесната повърхност [3, 5]. По линия на гърдите и по линия на ханша не са предвидени прибавки за свобода, за да приляга плътно изделието към тялото.

Б. Оразмеряване на конструктивните участъци

Функционалните зависимости за оразмеряване на конструктивните размери са съгласно [5]. Изчислените стойности на конструктивните размери при $Швт = 3,5$ cm са както следва: $D_{гр(лг)} = 19,7$ cm, $D_{гр(лт)} = 38,0$ cm, $D_{гр(лх)} = 57,0$ cm, $D_{гр(лд)} = 96,4$ cm, ширина на конструктивната мрежа по линия на гърдите $Ш_{лг} = 46,1$ cm, $Ш_{гр(лг)} = 16,6$ cm, $Ш_{пму(лг)} = 9,8$ cm, $Ш_{грч(лг)} = 17,6$ cm, $Ш_{вр(изв)} = 6,34$ cm, $В_{вр(изв)} = 2,11$ cm, $\delta = 3,8$ cm, $Ш_{р(гр)} = Ш_{р(прч)} = 14,7$ cm, $Ш_{лт} = 34,8$ cm, $Ш_{лх} = Ш_{лд} = 48,0$ cm, $P_{св(стр у-к)} = 7,8$ cm ($1/2 = 3,9$ cm), $Ш_{доп(лх)} = 1,9$ cm ($1/2 = 0,95$ cm), $tg \alpha_{р(гр)} = 0,29$, $\alpha_{р(гр)} = 16,2^\circ$.



Фиг. 3б. Конструктивен чертеж на моделната разработка на модел 2

В. Алгоритъм за построение на основната конструкция. Основните функции, които се използват за геометричното ѝ построение при работа с приложна графична програма, са дадени в [5]. В таблицата е посочен един примерен начин за задаване и модифициране на съответните геометрични обекти от конструкцията. В настоящата разработка за автоматизирано изчертаване на конструкцията са използвани възможностите [10] на специализираната за облекло CAD програма AccuMark, версия V10 на фирма Gerber Technology, САЩ. Създадена е таблица с размерите на детайлите Rule Table: BG-LADIES, включваща размери от 42 до 52, по която изделието може да бъде градирано при нужда. Детайлите са наименувани както следва: конструктивна мрежа: BODY BASE, предна част: BODY FRONT, гръб: BODY BACK и са запаметени в областта за съхранение Storage Area: EMF2019. Конструктивният чертеж на основната конструкция е представен на Фиг 3а.

Г. Алгоритъм за моделиране в CAD програма AccuMark. Основните стъпки от разработения примерен алгоритъм за автоматизирано построение на моделната разработка на модел 2 (Фиг. 1в) е представен в Табл. 1. Поясната част на изделието е права пола без свивки. Моделът е във фантазиен стил и може да се използва за облекло за спортни танци [4], както и за специални поводи [6, 9]. Готовите детайли за ушиване на модела са наименувани както следва: предна част: BODY FRONT-1 и гръб: BODY BACK-1 (Фиг. 3б).

Таблица 1

Алгоритъм за моделиране на модел 2

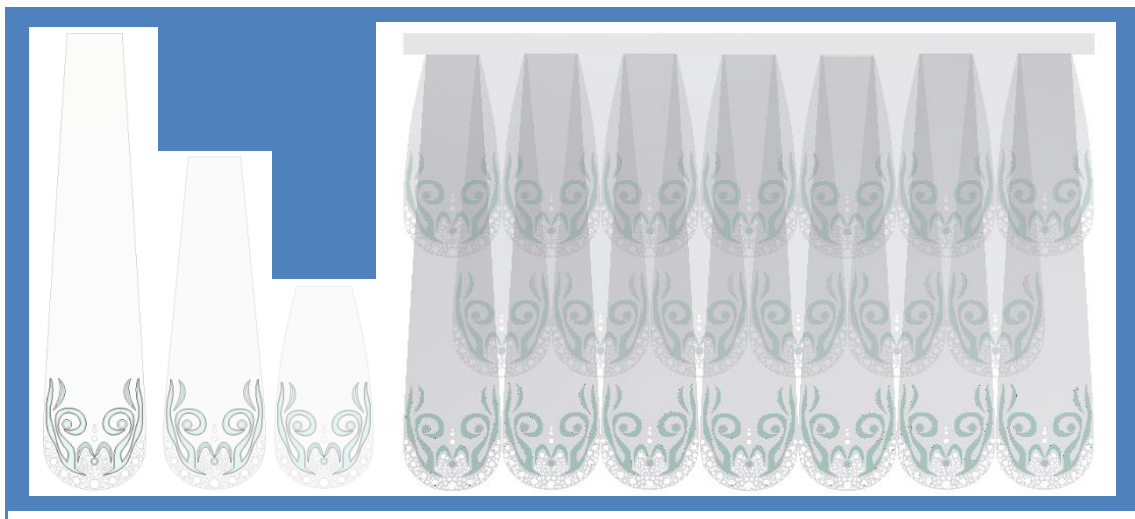
Но	Наименование на стъпката	Функция в графичната система	Параметри
1	2	3	4
1	Извеждане на основната конструкция на екрана	File/ Open ✓ Piece Name	BODY FRONT, BODY BACK

1	2	3	4
2	Прибиране на страничния шев към тялото по линия на гърдите	Modify/ Point Act/ Move Smooth/Line • <i>First Line</i>	T6≡T6, Г4→Г8 T5≡T5, Г4→Г8 Г4Г8 = 1,0 cm
3	Удълбочаване на ръкавната извивка	Create/ Point/ Mark	Г8Г9 = 2,0 cm
4	Имитация на зашиване по страничния шев на предната част и гърба за построяване на плавно преминаващ от предната част към гърба горен контур на изделието	Modify/ Piece Act/ Set and Rotate <i>Match Pt on Target Piece:</i> <i>Match Ln on Target Piece:</i> <i>Match Pt on Set Piece:</i> <i>Set Pt on Set Piece:</i> <i>Ang:</i>	Г8 (пр.ч.) Г8Г9 от пр.ч. Г8 (рп.) Г9 (рп.) 0
5	Разделяне на линията на средния шев на гърба в точката, указваща линия на гърдите	Modify/ Line Act/ Split	Г2Г8∩BT3→Г2
6	Построяване на спомагателна линия за оформяне на горния контур на гърба	Create/ Line/ 2 Point Line/ Perp On Line	28-29 Г2-28 = 2,0 cm
7	Отрязване на построения линия до ръкавната извивка	Modify/ Line Act/ Clip	28-29∩P3Г8→29
8	Създаване на две спомагателни точки за оформяне на горния контур на гърба	Create/ Point/ Mark ✓ <i>ДБ/ Midpoint</i> ✓ <i>Beg:</i>	28-30=30-29 28-31=25 %(28-29)
9	Разделяне на линията за местоположението на свивките в предната част в точката, указваща линия на гърдите	Modify/ Line Act/ Split	Г8Г1∩B18T7→Г6
10	Измерване на разстоянието от линията на гърдите до точката, указваща действителния център на гърдите	Verify/ Measure/ Straight	Г6Г7 = = 4,33 cm = a
11	Създаване на спомагателна точка за оформяне на горния контур на пр. ч.	Create/ Point/ Mark	Г6Г10 = a
12	Изчертаване на спомагателна линия за оформяне на горния контур на пр. ч.	Create/ Line/ 2 Point Ln/ Perp Off Line	Г10-32 ⊥ B10T1
13	Изчертаване на спомагателна линия за оформяне на горния контур на пр. ч.	Create/ Line/ Offset Even	33-34 Г10-32 Г10-33 = a
14	Създаване на спомагателна точка за оформяне на горния контур на пр. ч.	Create/ Point/ Mark	33-35=25 %(33-34)
15	Изчертаване на спомагателна линия за оформяне на горния контур на пр. ч.	Create/ Line/ Offset Even	36-T8 Т7Г10 Т7Т8 = 50 %(Т1Т7)
16	Изчертаване на спомагателна линия за оформяне на горния контур на пр. ч.	Create/ Line/ 2 Point Line/ 2 Point	Г9Г10
17	Изчертаване на спомагателна линия за оформяне на горния контур на пр. ч.	Create/ Line/ 2 Point Line/ 2 Point ✓ <i>ДБ/ Midpoint</i> ✓ <i>ДБ/ Midpoint</i>	Т9Г11 Т6Т9 = 50 %(Т6Т7) Г9Г11 = 50 %(Г9Г6)
18	Удължаване на начертаната спомагателна линия	Modify/ Point Act/ Move Point Line	Г11-37 = a
19	Построяване на горния контур на предната част и гърба посредством две гладки криви линии	Create/ Line/ Digitized ✓ <i>ДБ/ Curve</i>	34,35,Г10 Г10,37,Г9≡Г9, 30,31,28
20	Извеждане на отделните детайли предна част и гръб от сборния чертеж с моделната разработка	Create/ Piece/ Trace • <i>Mirror</i> • <i>Normal</i>	Piece Name: BODY FRONT-1, BODY BACK-1
21	Запаметяване на детайлите в съответната област за съхранение	File/ Save As ✓ <i>Storage Area:</i>	EMF2019

3. Автоматизирано тримерно проектиране на моделите. За проектиране на тримерно принтирания външен (горен) слой за поязната част на трите модела е използвана графичната среда на програма Autodesk Inventor Professional 2019 [11]. На Фиг. 4 е представен 3D изглед на горния слой на поязната част на модели 1.1 и 1.2. Моделът е разработен като цялостна, асиметрична повърхнина, силно драпирана по целия периметър. Представени са страничен изглед и изглед на сянката на полата по линия на дължината. Моделът може да бъде позициониран по един от начините, представени на на Фиг. 2а и 2б или съгласно други лични предпочитания.



Фиг. 4. 3D изглед на горния слой на поязната част на модели 1.1 и 1.2



Фиг. 5. 3D изглед на елементите и на разгънатия асемблиран вид на горния слой на поязната част на модел 2

На Фиг. 5 е представен 3D изглед на елементите (без колана) и на разгънатия асемблиран вид на горния слой на поязната част на модел 2. Моделът е разработен като съвкупност от 4 вида самостоятелно проектирани, прозрачни елемента и се закопчава в



областта на талията, на гърба на тялото. Трите вида повтарящи се капковидни елементи, които оформят дизайна на полата са с различна дължина. Това дава възможност да се виждат проектираните върху тях флорални и ажурни мотиви. Елементите са прикрепени шахматно към колана само в горната си част и падат свободно. Моделът може да бъде позициониран върху различни по цвят подплати, в зависимост от желаната визия - Фиг. 5 и Фиг. 7. Елементите може да се изработят и от плат – Фиг. 6.

Фиг. 6. Визии на елемент от модел 2, изработен от Деним

Алгоритмите на базовите стъпки за проектиране на външната, поясна част на модели 1.1, 1.2 и модел 2 са представени в табличен вид, съответно в таблици 2 и 3. Оразмеряването е съгласно данните в т. 2Б от настоящата разработка. Размерите на осите на елипсите, използвани по линия на талията са изчислени по формула (1), съгласно приближението на Рамануджан.



Фиг. 7. Визия на модел 2 в разгънат вид, върху черна подплата

$$c \approx \pi \left[3(a + b) - \sqrt{(3a + b)(a + 3b)} \right], \quad (1)$$

където: c – периметър; a, b – оси.

Таблица 2

Алгоритъм от базови стъпки за 3D проектиране на поясна част на модели 1.1 и 1.2

№	Наименование на стъпката	Функция в графичната система
1	2	3
1	Проектиране на Part	New/ Metric/ Standard (mm).ipt
2	Избор на работна равнина	New sketch / Start 2D sketch / xz Plane
3	Оформяне на отвора на полата по линия на талията	Ellipse / Center / Constrain – Coincident / Dimension
4	Схематично оформяне на проекцията на отвора /сянката/ по линия на дължината	Ellipse / Center / Constrain – Coincident / Dimension
5	Край на скициране	Finish Sketch
6	Драпиране	New Sketch / Start 2D sketch / yz Plane / Spline Control Vertex
7	Определяне на минималната и максималната дължина на драпировката	Line / Dimension / Constrain – Vertical / Construction
8	Край на скициране	Finish Sketch
9	Създаване на работни точки върху елипсите	End↑ /Origin / yz Plane / Work Point / End↓
10	Проектиране	Project Geometry / Work Point / Ellipse / Constrain-Horizontal
11	Край на скициране	Finish Sketch
12	Създаване на пространствена крива	New Sketch / Start 3D Sketch / Intersection Curve / Define Intersecting Geometry / Ellipse - Spline

1	2	3
13	Край на скициране	Finish Sketch
14	Драпиране /създаване на драпирана повърхнина/	Loft / Curves / Section / Sketch1 - 3D Sketch1 / Output / Surface
15	Трансформиране на повърхността в твърдо тяло	Thicken / Offset / Select Surface / Face / Distance / Solid
16	Избор на материал	ABS Transparent Light Orange

Таблица 3

Алгоритъм от базови стъпки за 3D проектиране на поясна част на модел 2

№	Наименование на стъпката	Функция в графичната система
1	2	3
1	Проектиране на първи Part - Create 2D and 3D objects /долна редица от седем идентични елемента на полата/	New/ Metric/ Standard (mm).ipt
2	Избор на работна равнина	Start 2D Sketch / yz Plane
3	Горна част на елемента /лява половина/	Line / Center / Constrain - Horizontal
4	Определяне на дължината	Line / Center / Constrain – Vertical / Centerline
5	Определяне на ширина на долна част на елемента /лява половина/	Line / Center / Constrain – Horizontal / Construction
6	Оформяне на наклона на елемента /лява половина/	Line / Point to Point
7	Оформяне на овала в долната част /лява половина/	Spline Control Vertex / Point to Point
8	Изрязване на излишните елементи	Trim
9	Оформяне на дясна половина на елемента идентична на лявата му половина	Mirror / Select Line / Select Mirror Line
10	Край на скициране	Finish Sketch
11	3D моделиране	Extrude / Select Profile / Join / Select Distance / Output / Solid
12	Избор на материал	ABS Transparent Clear
13	Проектиране на флорални мотиви в овалната част на елемента	Start 2D sketch / Plane / Spline Control Vertex / Mirror / Select Line / Select Mirror Line / Finish Sketch
14	3D моделиране на флорални мотиви	Extrude / Select Profile / Join / Select Distance / Output / New Solid
15	Заобляне на ръбовете на флоралните мотиви	Fillet / Constant / Edges Selected / Radius / Select Mode - Edge
16	Проектиране на ажурни мотиви в овалната част на елемента	Edit Sketch / Plane / Circle Center point / Mirror / Select Line / Select Mirror Line / Finish Sketch
17	3D моделиране на ажурни мотиви	Extrude / Select Profile / Cut / Select Distance – To next / Output /New Solid
18	Заобляне на ръбовете на ажурните мотиви	Fillet / Constant / Edges Selected / Radius / Select mode - Edge
19	Поставяне на работни точки за сглобяване	Edit sketch / Visibility / Work Point

1	2	3
20	Проектиране на втори Part - Create 2D and 3D objects /средна редица от шест идентични елемента на полата/	Идентични обобщени базови стъпки на тези за горната част
21	Проектиране на трети Part - Create 2D and 3D objects /горна редица от седем идентични елемента на полата/	Идентични обобщени базови стъпки на тези за горната част
22	Проектиране на четвърти Part – колан - Create 2D and 3D objects	New / Metric / Standard (mm).ipt
23	Избор на работна равнина	Start 2D sketch / yz Plane
24	Скициране на формата на колана	Line/center / Constrain – Horizontal, Coincident / Dimension
25	3D моделиране	Extrude / Select Profile / Join / Select Distance / Output / Solid
26	Избор на материал	ABS Transparent Clear
27	Заобляне на ръбовете	Fillet / Constant / Edges Selected / Radius / Select Mode - Edge
28	Поставяне на работни точки за сглобяване	Edit sketch / Visibility / Work Point
29	Сглобяване на елементите / Assembly – Assemble 2D and 3D components	New/ Metric/ Standard (mm).iam
30	Позициониране на Колан	Place / PP-K.ipt - 1
31	Позициониране към колана на долна редица от седем идентични елемента на полата	Place / PP-1.ipt – 7/ Constrain / Place Constraint / Assembly / Type – Mate / Selection – 1, 2 / Apply
32	Позициониране към колана на средна редица от шест идентични елемента на полата	Place / PP-2.ipt – 6/ Constrain / Place Constraint / Assembly / Type – Mate / Selection – 1, 2 / Apply
33	Позициониране към колана на горна редица от седем идентични елемента на полата	Place / PP-3.ipt – 7/ Constrain / Place Constraint / Assembly / Type – Mate / Selection – 1, 2 / Apply
34	Стилистично оформяне	View / Visual Style / Shaded with Edges Tools / Application Option / Colors

4. 3D принтиране. За производство на проектираните модели може да се използва материалът 3D Printer Filament Nylon Pla Abs, който често се прилага в тази сфера. За 3D принтирани облекла в практиката се използва дори пластмаса, която не е подходяща за ежедневиия стил и тези облекла, макар и атрактивни все още са запазени само за подиума. Причината е, че не са достатъчно практични, поради своята ниска устойчивост и гъвкавост. Въпреки, че принтерите могат да изработват облекло и в домашни условия, процесът е сложен и дълъг, като отнема около 500 часа. Това е времето, нужно да се проектира дизайна, да се принтира и да се полира готовото изделие. Гъвкавите облекла отнемат в пъти повече ресурси и време [15]. Въпреки това 3D принтерите играят все по-голяма роля в модата поради факта, че могат да се използват за изготвяне на орнаменти и аксесоари към облеклото и да принтират директно върху тюл, коприна или шифон, създавайки форми и обеми, които не могат да се постигнат с обикновени платове. 3D технологиите се усъвършенстват с всеки изминал ден и може много скоро принтерите да създават красиви, удобни и комфортни облекла.

Заклучение

Разработени са авторски комбинирани модели авангардно облекло на основата на подобие с природни био- и зооформи. Изделията се състоят от вътрешен слой от еластичен

текстилен материал, който се облича под тримерно принтиран външен слой за пояската част на облеклото. Двумерната конструкция е разработена автоматизирано по равнинен метод за проектиране. Тримерният външен слой на облеклото е проектиран с програма с общо предназначение за 3D дизайн на промишлени изделия. За производството на моделите се прилага метод с наслявяване на материал на 3D принтер.

Литература

1. Атанасова, Р., П. Димитрова, Мода и дизайн на облеклото, изд. ТУ-София, 2017.
2. Атанасова, Р., М. Стойнова, Приложение на 3D печатането в модната индустрия, Общотекстилна конференция, сп. Текстил и облекло, бр.2, ISBN: 978-954-91951-2-5, 2017, стр. 45-48.
3. Павлова М., Особенности при моделиране на дамски раменни изделия върху конструктивна основа с отчитане на налягането върху тялото, сп. Текстил и облекло, бр. 12, ISSN 1310-912X, 2009;стр. 2-9.
4. Петров Хр., М. Павлова, Конструирание на дамско горно облекло от еластомерен трикотажен плат, Общотекстилна конференция, сп. Текстил и облекло, бр.4, ISSN 1310-912X, 2008, стр 20-23.
5. Петров, Хр., Р. Атанасова, Проектиране на дамско облекло от еластични материали, Научна конференция ЕМФ'2005 с международно участие, сборник доклади, том 2, Варна, 23- 24 септември 2005, стр. 153-160.
6. Петров, Хр., Р. Атанасова, Проектиране на дамско облекло за латиноамерикански танци, Международна научна конференция Унитех'05, сборник доклади, ISBN: 954-683-325-8, Габрово, 24-25. XI.2005, стр. II-233- II237.
7. Khun, R., Reinilda de Fatima B. Minuzzi, The 3D Printing's Panorama in Fashion Design, 2015. http://www.modadocumenta.com.br/anais/anais/5-Moda-Documenta-2015/02-Sessao-Tematica-Design-Moda-e-Cultura-Digital/Renato-Kuhn_Moda-Documenta2015_THE-3D-PRINTING_S-PANORAMA-IN-FASHION-DESIGN_BILINGUE.pdf
8. Lewandrowski, N., 3D Printing for Fashion: Additive Manufacturing and its Potential to Transform the Ethics and Environmental Impact of the Garment Industry, 2014.
9. Pavlova M., Zl. Kazlacheva, Methodology for Bi – Dimensional Constructing of Elastic Garments, Fashion design and product development, Buletinul institutului politehnic din IAȘI, Romania, Vol. I, Tomul LIII(LVII), FASC. 5, pp 700÷705, IAȘI, Romania 2007;
10. AccuMark Professional Edition. What is new for AccuMark V10.0, Gerber Technology Inc., a Business Unit of Gerber Scientific International, 2015.
11. Inventor 2012. User Manual. Autodesk, 2015.
12. <https://www.designersnexus.com>
13. <https://www.irisvanherpen.com>
14. <https://www.monitor.bg/bg/a/view/jivko-sedlarski-ricarjat-na-stomanenite-dami-166569>
15. <https://fashioninside.bg/fashion/zavryshatne-v-bydeshteto-s-3d-printirani-drehi>

доц. д-р Магдалена Цветанова Павлова, ТУ – София, тел. 965 36 47,
e-mail: mpavlova@tu-sofia.bg

доц. д-р Радка Петрова Атанасова, ТУ – София, тел. 965 36 47,
e-mail: ratanasova@tu-sofia.bg