

# ИЗСЛЕДВАНЕ КАЧЕСТВОТО НА БРОДЕРИЯ, ПОЛУЧЕНА С ПОМОЩТА НА БРОДИРОВЪЧНА МАШИНА С ЦПУ В ЗАВИСИМОСТ ОТ ВИДА НА ПЛАТА ЗА ОСНОВАТА, ОПЪНА НА КОНЕЦА И ГЪСТОТАТА НА БОДОВЕТЕ

## STUDY OF QUALITY EMBROIDERY OBTAINED USING EMBROIDERY CNC MACHINES DEPENDING ON THE TYPE OF THE TRAFFIC BASE, THREAD TENSION AND DENSITY OF STITCHES

Асистент, маг.-инж.-дизайнер Георгиева-Гуцанова Б. Г,  
Технически университет - София, Република България

bobbyhobby@tu-sofia.bg

**Summary:** *In this article, an examination was made of the quality of the embroidery performed using the embroidery machine CNC depending on the type of fabric, thread tension and density of stitches. To assess the quality of the embroidery is used scale with 3 levels, and as a substrate for embroidery use thick and dense cloth and thin and loose synthetic tulle. Proves that when embroidered on thick wool pad compromise maximum quality, with an average of thread tension and density of stitches set on the rocks of the machine (Janome 350 F), and in embroidered tulle on achieving high quality embroidery with decreasing density of the stitches and increase the thread tension.*

**Keywords:** EMBROIDERED, THREAD TENSION, DENSITY OF STITCHES, QUALITY

### 1. Увод

Настоящото изследване се явява част от поредица изследвания в областта на машинната бродерия, направени от авторката при разработването на нейната дисертация. В [2] се решаваеше симулационно задачата за точността на координиране на бодовете на иглата на бродираща машина, управлявана с помощта на ЦПУ. В работата [3] беше направена оптимизация на процеса везане с помощта на теорията на планирания експеримент при реални условия на работа.

В миналото бродериите са се изпълнявали ръчно и се е разчитало на усета и квалификацията на майсторите – най-често жени, за да се постигне високо качество на бродерията при ръчно регулирана гъстота на бодовете, опъна на края. Това е водило до ниска производителност. В последните 20 години, при наличието на бродиращи машини с ЦПУ, се налага като подход за украсяване на облеклото бродирането (везането) на различни мотиви. Появата на машините с ЦПУ позволи на практика да се претворят мотивите от ръчните бродерии в машинни, с високо качество и висока производителност. На пазара могат да бъдат закупени широка гама от бродировъчни машини на фирмите Brother [4], Janome [5], Phaff [6] и др. с различни възможности и цени. Машините предоставят възможности за регулиране на опъна на горния конец директно от машината и регулиране на гъстотата на бодовете посредством специализиран софтуер, който се управлява от персонален компютър, свързан със самата машина. За настоящето изследване е използвана бродировъчна машина Janome 350E (фиг.1), закупена по договор (№ 142ПД0035-06/2014 г.), сключен между ръководителя, проф. д-р Пенка Димитрова, на авторката на настоящата статия, в качеството ѝ на редовен докторант от една страна и от друга - Научно-изследователския сектор на Технически университет-София.

На пазара се предлагат платове с различни качества в диапазона от плътни и дебели до ефирни – рехави и тънки, произведени от различни материали - естествени и изкуствени.

Цел на настоящата разработка е да се направи изследване на качеството на бродерията, получена с помощта на бродировъчна машина с ЦПУ при вариране на вида на бродираната основа, опъна на края и гъстотата на бодовете.











Фиг. 1. Външен вид на бродировъчната машина Janome 350 E, използвана в настоящите изследвания.

### 2. Резултати и дискусия

За реализацията на поставената цел се използва теорията на планирания експеримент [1] и [8]. В случая се изпълняват два плана от типа ПФЕ<sup>2</sup> (два фактора на две нива). Матриците на двата плана са поместени в Таблица 1. В същата таблица са поместени равнищата на факторите (опън на края и гъстота на бодовете) в техния кодиран вид, като са използвани символите  $X_1$  и  $X_2$ . Третият входен фактор – вида на основата (вълнен плат- плътен и дебел, и тюл – тънък и рехав) не участва директно в матрицата, а се явява в основата на двата експеримента. Опънът на края се регулира в диапазона 0÷9 по скалата на машината, като от предходните изследвания [3] се доказва, че оптималните стойности са в диапазона 0÷4. По аналогичен начин беше доказано, че гъстотата на бодовете при стойност 100% е оптимална във възможния диапазон 20÷200%, осигурявани програмно. В настоящите изследвания за първия фактор се използват две равнища: 0 и 4, а за втория също две – 80% и 120%. В същата матрица стойностите на двата фактора са поместени с техните кодови стойности ( $X_1$  и  $X_2$ ), както и техните натурални (O – опън, Г- гъстота). Направени са по 4 опита върху вълнения плат и други 4 със същите настройки върху тюл.

Таблица 1. Матрица на планирания експеримент

i \ j	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Вид плат за основата	Стойности на параметъра			Снимка на бродирания мотив за съответния опит
					Y <sub>ij</sub>	Y <sub>средно,i</sub>	Y <sub>Mi</sub>	
		O <sub>j</sub> (степени)	Г <sub>j</sub> ,% (гъстота)		Емпирични стойности	Средна стойност	Стойности по математическия модел	
1	+1	+1	+1	Вълна	3,2,3,3,3, 3,3,2,3,1	2,6	2,750	
2	+1	-1	+1		1,3,1,1,2, 1,2,1,1,1	1,4	1,857	
3	+1	+1	-1		1,1,2,1,2, 1,1,1,1,1	1,2	1,350	
4	+1	-1	-1		3,2,3,2,3, 3,3,3,2,3	2,7	2,550	
5	+1	+1	+1	Синтетика (тол)	2,1,2,1,2, 1,1,1,2,2	1,5	1,475	
6	+1	-1	+1		2,1,1,2,2, 1,1,2,2,1	1,3	1,275	
7	+1	+1	-1		3,3,3,1,3, 2,2,1,1,2	2,1	2,075	
8	+1	-1	-1		2,2,2,1,2, 1,3,1,2,1	1,7	1,775	

O – опън на концата, измерена в степени по относителна скала (0 ÷ 9) на машината;  
Г – гъстота на бодовете, зададена в % (20% ÷ 200%) от програмата на машината.

Избродирани са програмно зададени квадратни едноцветни орнаменти със страна 20 mm. Снимки от бродирания мотиви са поместени в последния стълб на Таблица 1. Осемте резултата от проведените експерименти са оценени от гледна точка на техните естетически качества от 10 независими оценители по тристепенна скала, като оценка 1 се отнася за

ниско качество, оценка 2 – за средно, а оценка 3 – за високо. В съответствие с теорията на експеримента се търсят математико-статистически модели от типа:

$$(1) \quad Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_{12} \cdot X_1 \cdot X_2,$$

Неизвестните коефициенти се пресмятат по формулите:

- за първия експеримент (везане върху вълнен плат) -

$$b_0 = (Y_{Ecp1} + Y_{Ecp2} + Y_{Ecp3} + Y_{Ecp4}) / 4 = (2,6 + 1,4 + 1,2 + 2,7) / 4 = 1,975$$

$$b_1 = (Y_{Ecp1} - Y_{Ecp2} + Y_{Ecp3} - Y_{Ecp4}) / 4 = (2,6 - 1,4 + 1,2 - 2,7) / 4 = 0,075$$

$$b_2 = (Y_{Ecp1} + Y_{Ecp2} - Y_{Ecp3} - Y_{Ecp4}) / 4 = (2,6 + 1,4 - 1,2 - 2,7) / 4 = 0,025$$

$$b_{12} = (Y_{Ecp1} - Y_{Ecp2} - Y_{Ecp3} + Y_{Ecp4}) / 4 = (2,6 - 1,4 - 1,2 + 2,7) / 4 = 0,675$$

Първият математико-статистически наситен (с всички коефициенти) модел в кодиран вид е следният:

$$(2) \quad Y = 1,975 + 0,075 \cdot X_1 + 0,025 \cdot X_2 + 0,675 \cdot X_1 \cdot X_2.$$

- за втория експеримент (везане върху тюл) -

$$b_0 = (Y_{Ecp5} + Y_{Ecp6} + Y_{Ecp7} + Y_{Ecp8}) / 4 = (1,5 + 1,3 + 2,1 + 1,7) / 4 = 1,625$$

$$b_1 = (Y_{Ecp5} - Y_{Ecp6} + Y_{Ecp7} - Y_{Ecp8}) / 4 = (1,5 - 1,3 + 2,1 - 1,7) / 4 = 0,15$$

$$b_2 = (Y_{Ecp1} + Y_{Ecp2} - Y_{Ecp3} - Y_{Ecp4}) / 4 = (1,5 + 1,3 - 2,1 - 1,7) / 4 = -0,25$$

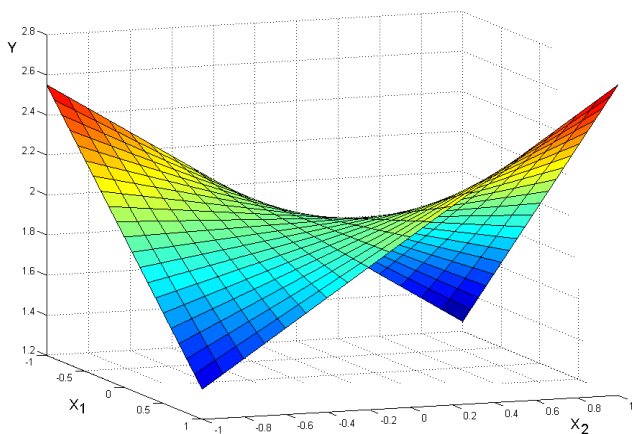
$$b_{12} = (Y_{Ecp5} - Y_{Ecp6} - Y_{Ecp7} + Y_{Ecp8}) / 4 = (1,5 - 1,3 - 2,1 + 1,7) / 4 = -0,05$$

Вторият математико-статистически наситен модел в кодиран вид е следният:

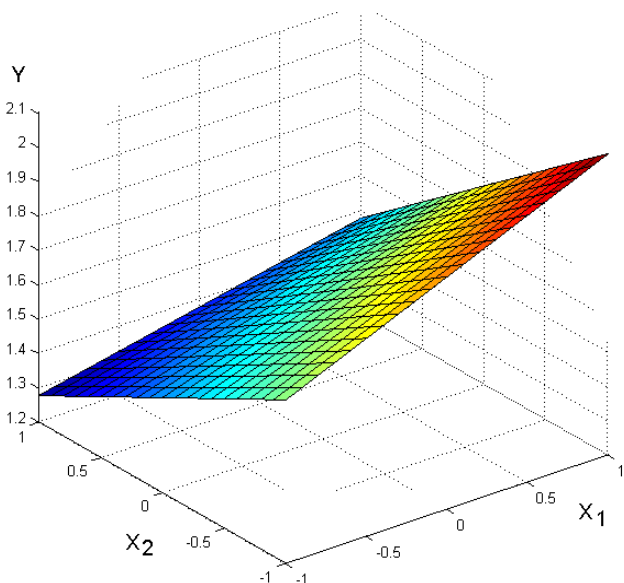
$$(3) \quad Y = 1,625 + 0,15 \cdot X_1 - 0,25 \cdot X_2 - 0,05 \cdot X_1 \cdot X_2.$$

В съответствие със стандартната процедура от теорията на експеримента [1] и [8] са направени проверки за значимост на коефициентите на моделите и за тяхната адекватност. Използвани са съответните програмни продукти. Проверките показват, че коефициентите  $b_2$  от модела (2) и  $b_{12}$  от модела (3) са незначими, а адекватността на двата модела е доказана.

С помощта на MATLAB [7] са получени графични зависимости: фиг. 2 отразява зависимостта за модела (2), а фиг. 3 – за модела (3).



Фиг. 2. Графичен образ на модела (2).



Фиг. 3. Графичен образ на модела (3).

Очевидно е, че графиката от фиг. 2 е от типа минимакс (седловидна), което показва, че в зоната на средните стойности на факторите може да се търси компромисно качество при везане на орнаменти върху плътни и дебели вълнени платове с помощта на бродираща машина с ЦПУ.

В същото време графиката от фиг. 3 е очевидно от равнинен тип, което се вижда и от незначимостта на псевдолинейния коефициент ( $b_{12}=0,05$ ). В случая става дума за високо качество на везбата при максимално опънат конец и при минимална плътност на бодовете при везани върху рехави и тънки синтетични платове с помощта на същата машина.

### 3. Заключение

Направените изследвания, свързани с установяване на зависимостта между качеството на постиганата машинна бродерия, разглеждано като параметър и вида на плата, опъна на конца и гъстотата на бодовете, показват, че е възможно да се постигне по-високо и управляемо качество на реализираната везба, определящо се от съответните управляеми входни фактори. С други думи, целесъобразно е при вариране с вида на плата за основа на машинно везане, да се извършва правилен избор на управляемите фактори, каквито са опънат на конца и гъстотата на бодовете.

### Литература

- [1] Ангелов, Н.П., Учебно помагало по обработване на материалите и инструментална екипировка, Издание на Техническият университет – София, 2008 г.
- [2] Георгиева, Б.Г., Матричен анализ върху технологията за машинно изработване на българска везба, Сборник с доклади от II-та Научна конференция с международно участие „Съвременни технологии и културно-историческо наследство“, 2014, № 24.
- [3] Георгиева, Б.Г., Оптимизационно изследване на зависимостта между параметъра качество на машинната бродерия и факторите опън на конца и гъстота на бодовете, Сборник с доклади от II-та Научна конференция с международно участие „Съвременни технологии и културно-историческо наследство“, 2014, № 25.
- [4] Каталог на фирмата Jenome: <http://www.axioma-hobby-shop.com/bg/products/category14/product13.html>
- [5] Каталог на фирмата Brotter: [http://www.brothersewing.co.uk/de\\_DE/accessory-catalogue](http://www.brothersewing.co.uk/de_DE/accessory-catalogue)
- [6] Каталог на фирмата Pfaff: <http://www.pfaff.com/en-US/>
- [7] MATLAB Image Processing Toolbox. User's Guide, "The Math-Works Inc.", 2000. [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com), [Matlab, 2000]
- [8] Vuchkov, I., L.Boiadjeva, Design of experiments, Cluver Publishing, Dordrecht, Netherland, 2000.

**Благодарност:** Авторката на настоящата статия чувства приятното задължение да благодари на ръководството на НИС при ТУ-София за оказаната финансова подкрепа при реализацията на договор № 142ПД0035-06/2014 г. и във връзка с възможността за провеждането на настоящите изследвания.