

Д.В. ГРОТ, Б.С. СУНКУЕВ, А.В. РАДКЕВИЧ
Витебский государственный технологический университет

РАСЧЁТ ПОДВИЖНОЙ ЛАПКИ ПОЛУАВТОМАТА МНОГОЦВЕТНОЙ ВЫШИВКИ НА ИЗДЕЛИЯХ ИЗ КОЖИ

Целью статьи является разработка научно обоснованной методики проектного расчета пружины механизма подвижной лапки полуавтомата многоцветной вышивки, учитывающей особенности обрабатываемого материала. Предметом статьи является подвижная лапка полуавтомата многоцветной вышивки на деталях из кожи и кожеподобных материалов.

Проведено экспериментальное исследование сил, действующих на подошву прижимной лапки полуавтомата в ходе вышивки, с помощью тензометрического способа. Исследование проводилось для различных типов кожи, что позволило определить диапазон сил, воспринимаемых подошвой лапки (от 0,9 Н до 2,4 Н).

Составлен алгоритм проектного расчета пружины механизма подвижной лапки с учетом сил, действующих на подошву лапки. В соответствии с алгоритмом в среде Delphi разработана программа проектного расчета лапки и приведен результат расчета подвижной лапки для полуавтомата многоцветной вышивки, разработанного кафедрой машин и аппаратов легкой промышленности УО «ВГТУ» совместно с ОАО «НП ОКБМ» для значений сил, определенных ранее в ходе экспериментальных исследований.

Результаты экспериментального исследования и программное обеспечение рекомендуются к применению при подборе пружин механизмов подвижных лапок вышивальных полуавтоматов.

Ключевые слова: подвижная лапка, полуавтомат многоцветной вышивки, пружина.

D.V. GROT, B.S. SUNKUEV, A.V. RADKEVICH
Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Belarus

CALCULATION OF MOVABLE PRESSER OF SEMI-AUTOMATIC MULTI-COLOR EMBROIDERY ON LEATHER GOODS

Abstract – The aim of this article is to develop scientifically sound methodology design calculation of the spring mechanism of the movable presser semiautomatic multicolor embroidery, taking into account the peculiarities of the processed material. The subject of the article is movable presser semiautomatic multicolor embroidery on the details of leather and leather-like materials.

An experimental study of the forces acting on the sole of the presser foot semiautomatic during embroidery, using the strain gauge method. The study was conducted for different skin types, allowing to determine the range of forces perceived foot soles (from 0,9 N to 2,4 N).

An algorithm design calculation of the spring mechanism of the movable presser, taking into account the forces acting on the sole of the foot. In accordance with the algorithm developed in Delphi program design calculation feet and shows the result of calculating the movable presser semiautomatic multicolor embroidery developed machines and apparatus of the Department of Light Industry UO «VSTU» in conjunction with «NP OKBM» for the values of forces identified earlier in the experiment.

The experimental results and software are recommended for use in the selection of spring mechanisms movable presser embroidery semiautomatic.

Keywords: movable presser, semi-automatic multi-color embroidery, spring.

Постановка проблемы

УО «ВГТУ» совместно с ОАО «НП ОКБ машиностроения» разработан полуавтомат многоцветной вышивки на изделиях из кожи [1]. В процессе производственных испытаний полуавтомата [2] выявлено, что существующий механизм прижимной лапки при шитье не является универсальным, так как при вышивке на различных изделиях из кожи, имеющих разную плотность и структуру, наблюдается неудовлетворительная работа этого механизма из-за недостаточной силы пружины. Для проектирования пружины механизма прижимной лапки необходимо знать диапазон изменения сил, действующих на подошву прижимной лапки, в зависимости от физических свойств пошиваемых материалов и частоты вращения главного вала швейной машины. В работе [3] предложен математический аппарат для подбора пружины, однако для методического расчета предложенному способу не достает экспериментальных исследований.

Постановка задачи

В настоящей работе поставлена задача проектного расчёта подвижной лапки для многоиглового полуавтомата, предназначенного для вышивки на изделиях из кожи [1].

Схема механизма прижимной лапки приведена на рис. 1. Ползун 2 получает возвратно-поступательное движение от кривошипа АВ через шатун ВС. От ползуна 2 движение передаётся игловодителю 1 и игле 7. Пружина 3 осуществляет силовое замыкание прижимной лапки 8 с ползуном 2. Пружина 3 должна обеспечить прижим материала 5 к игольной пластине 6 в период, когда игла 7 перемещается из крайнего нижнего положения до выхода её из материала. При этом на материал 5 действует сила F_n со стороны иглы 7, которая стремится переместить материал вверх. Если сила F_n превосходит силу пружины 3, то нарушается процесс петлеобразования, ухудшается качество вышивки. Для расчёта пружины необходимо знать силу F_n подъёма материала 5 иглой 7.

Для проведения исследования сил F_n , действующих на подошву лапки, использована экспериментальная установка с регистрацией параметров процесса на бумажном носителе. Схема экспериментальной установки представлена на рис. 2, где обозначены 1 – швейная головка; 2 – шкив главного вала; 3 – кронштейн; 4 – тензодатчик; 5 – кольцо; БП – универсальный блок питания; УС –

усилитель сигнала; СП – одноканальный самописец. Методика проведения эксперимента следующая. Сначала включается бумагопротяжный механизм самописца с заданной скоростью, затем включается полуавтомат и запускается вышивка. Тензодатчик регистрирует усилия, которые получает кольцо при проколе иглой материала. Данные передаются на самописец, которые отображаются на движущейся ленте в виде ломаной линии. После этого проводится тарировка (рис. 3). Примеры показаний самописца показаны на рис. 4.

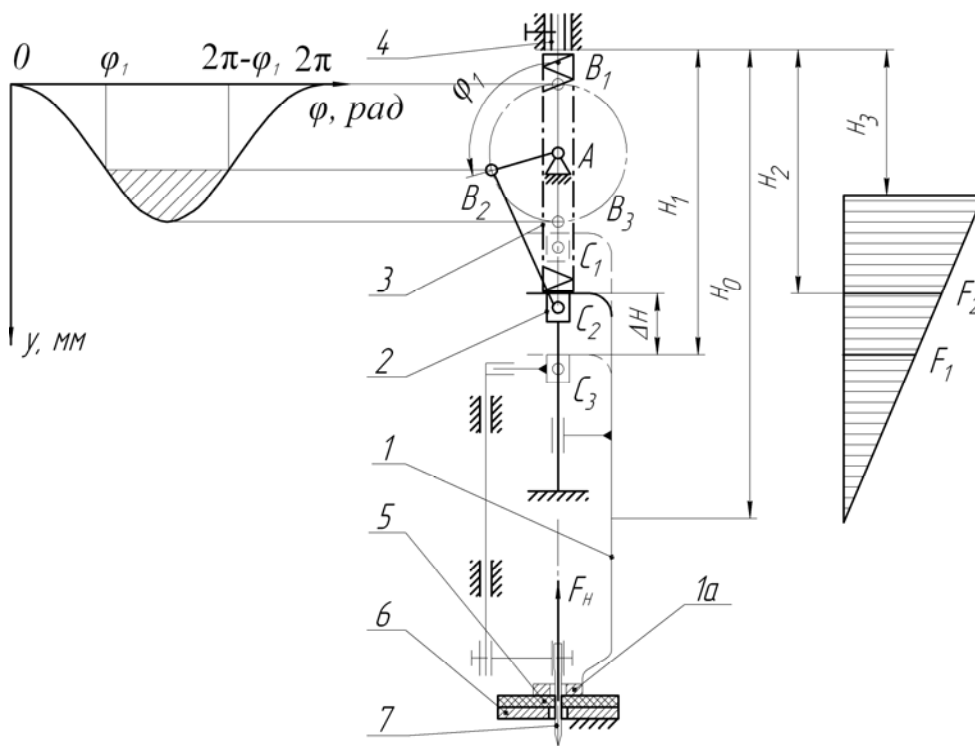


Рис. 1. Механизм прижимной лапки

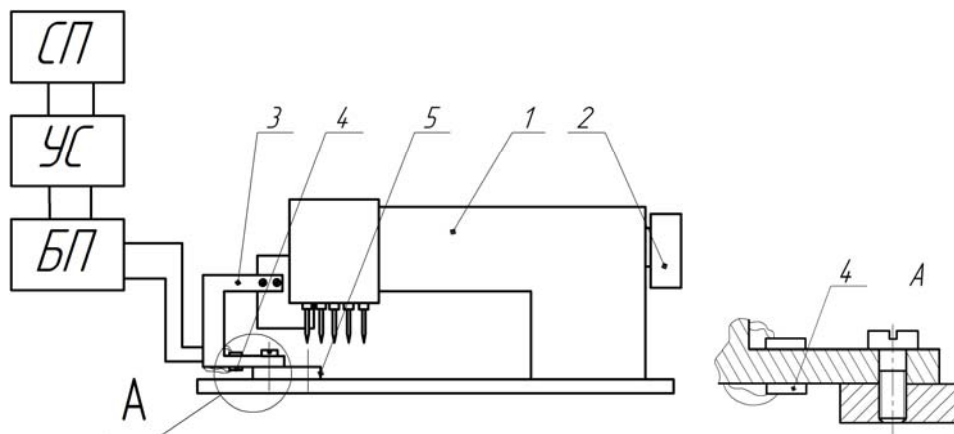


Рис. 2. Схема экспериментальной установки

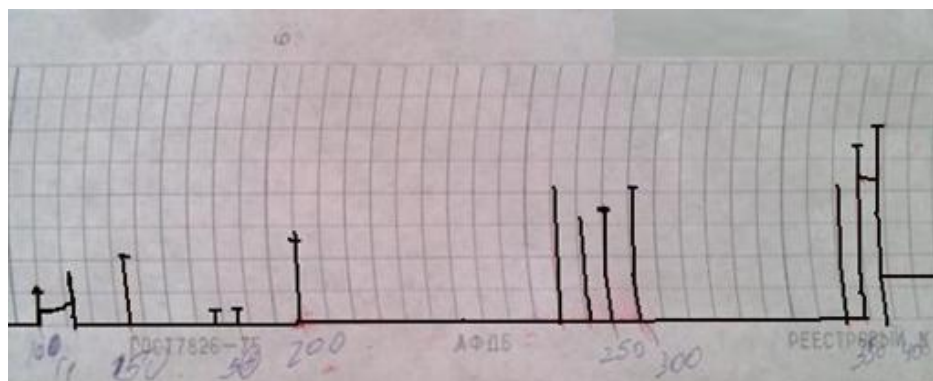


Рис. 3. Вид осциллограммы при тарировке

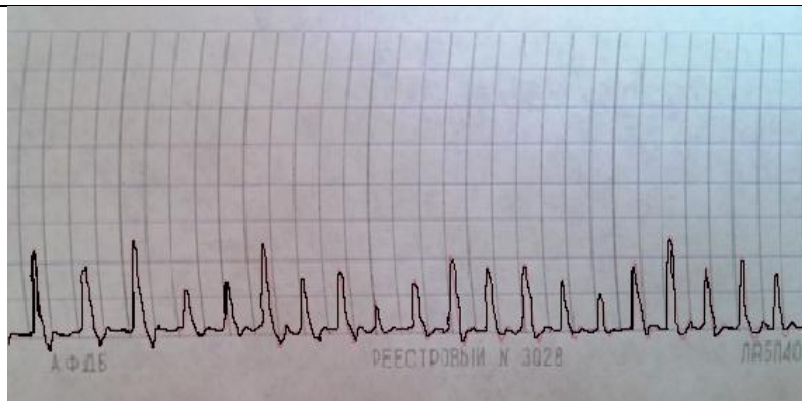


Рис. 4. Вид осциллограммы при регистрации F_n

Исследования проводились на образцах из кож разных видов и толщин. Первый вид – дублированная кожа на нетканой основе, второй – спилкок велюр, третий – выросток, четвёртый – яловка тиснённая для тяжёлой обуви, пятый – полукожник тяжёлый, шестой – спилкок яловки. Результаты измерений обработаны методом статистики. Результаты исследований приведены в табл. 1. По результатам эксперимента построены графики (см. рис. 5) зависимости силы F_n от частоты вращения главного вала полуавтомата для каждого вида материала из перечисленного выше списка.

Таблица 1

Результаты экспериментального исследования сил, действующих на подошву подвижной лапки

Вид материала и его толщина, мм	Частота вращения главного вала об/мин	Математическое ожидание F_n , Н	Доверительный интервал, Н	Дисперсия, H^2
1-й вид кожи $\delta=3$ мм	200	2,1	1,92...2,08	0,0314
	400	1,95	1,80...2,09	0,0657
	600	1,74	1,50...1,98	0,179
	800	1,41	1,22...1,59	0,104
2-й вид кожи $\delta=2$ мм	200	1,5	1,35...1,64	0,06
	400	1,2	1,06...1,33	0,055
	600	1,15	1,06...1,23	0,0198
	800	1,1	1,0...1,20	0,0342
3-й вид кожи $\delta=1$ мм	200	1,26	1,1...1,36	0,0341
	400	1,2	1,1...1,29	0,0285
	600	1,18	1,0...1,28	0,0326
	800	1,14	1,0...1,24	0,0341
4-й вид кожи $\delta=2,5$ мм	200	2	1,79...2,20	0,125
	400	1,36	1,28...1,43	0,0169
	600	1,23	1,0...1,36	0,0571
	800	1,16	1,02...1,29	0,0569
5-й вид кожи $\delta=1,5$ мм	200	2,4	2,25...2,54	0,0657
	400	2,22	2,12...2,31	0,0278
	600	1,9	1,67...2,12	0,1564
	800	1,73	1,40...2,00	0,229
6-й вид кожи $\delta=1,7$ мм	200	2,3	2,10...2,49	0,116
	400	1,8	1,50...2,02	0,151
	600	1,73	1,40...2,09	0,282
	800	1,68	1,39...1,96	0,25

Значения сил, определённых в результате эксперимента, дают возможность осуществлять подбор пружины, обеспечивающей необходимое силовое воздействие на прижимную лапку.

Рассмотрим методику проектного расчёта пружины при следующих исходных данных:

F_n – максимальная сила подъёма материала иглой;

H_3 – длина пружины при полном сжатии витков, задаётся исходя из конструктивных соображений (величина должна быть не больше расстояния от положения нижнего торца неподвижной втулки 4 и крайнего верхнего положения рамки 1 прижимной лапки);

ΔH – величина хода прижимной лапки;

материал пружины сталь 65Г и её характеристики $G = 0,8 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$, допусаемое напряжение кручения $[\tau_K] = 400 \text{ Н/мм}^2$;

D_0 – средний диаметр пружины, задаётся из конструктивных соображений (с учетом диаметра стержня, на который пружина надевается, и габаритов рядом располагающихся деталей).

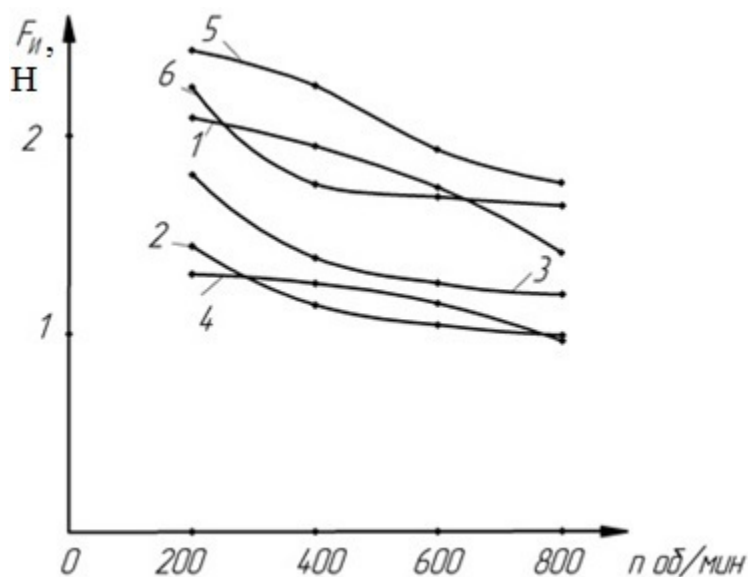


Рис. 5. Графики зависимости силы F_n от частоты n вращения главного вала полуавтомата

Согласно [2] введём следующие обозначения: d – диаметр проволоки пружины; c – износ пружины,

$$c = \frac{D_0}{d}; \quad (1)$$

K – коэффициент, учитывающий кривизну витков и форму сечения проволоки,

$$K = \frac{4c-1}{4c-4} + \frac{0,65}{c}. \quad (2)$$

По известной [2] методике определяется диаметр проволоки из условия прочности по допускаемому напряжению кручения

$$d = 1,6 \cdot \sqrt{\frac{K \cdot F_2 \cdot c}{[\tau_K]}}, \quad (3)$$

где F_2 – наибольшая внешняя нагрузка пружины. F_2 принимается равной $1,3F_n$ исходя из того условия, что $F_2 \geq F_1$, а рекомендуемое для пружин [2] соотношение между максимальным и минимальным усилием сжатия должно быть равным $N = 1,2 \dots 1,3$.

Отметим, что в правой части формулы (3) содержатся коэффициенты K и c , которые согласно формулам (1) и (2) являются функциями d . Если подставим в формулу (3) выражения K и c из формул (1) и (2), получим уравнение четвертого порядка относительно d

$$4[\tau_K] \cdot d^4 - 4 \cdot D_0 \cdot [\tau_K] \cdot d^3 + 10,24 \cdot F_2 \cdot D_0^2 - 2,56 \cdot F_2 \cdot D_0 \cdot d = 0,$$

численное решение которого сопряжено с определёнными трудностями [3] и потому не может быть рекомендовано для инженерных расчетов. Более простое решение получается, если в качестве исходного принять уравнение

$$d - 1,6 \cdot \sqrt{\frac{K \cdot F_2 \cdot c}{[\tau_k]}} = 0. \quad (4)$$

Система уравнений (1), (2), (4) легко решается численным методом, например, методом хорд [3]. После определения d может быть принят предлагаемый в [5] порядок расчёта основных параметров: осевой податливости λ_n , числа витков n , длины пружины в сжатом состоянии, и т. д. По разработанной методике [6] проектного расчёта пружины разработана программа на языке программирования “Delphi”, с помощью которой выполнены расчёты параметров пружин для различных значений F_2 , охватывающих весь диапазон значений сил, приведённых в таблице 1. При этом принято $H_3 = 35$ мм; $\Delta H = 18$ мм. Результаты расчёта приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчета пружины подвижной лапки

d , мм	d_0 , мм	λ_n , мм/Н	F_1 , Н	H_0 , мм	H_1 , мм	H_2 , мм	$[\tau_K]$, МПа	Число витков n
0,41	10	312,82	1,4	311	76	72	398	75
0,47		157,04	1,9	283	92	90	398	68
0,52		96,22	2,4	262	98	97	398	63

Выводы

Полученные результаты экспериментальных исследований и программного расчета позволяют произвести подбор пружины подвижной лапки при известных значениях силы $F_{\text{и}}$. Из графиков изменения силы $F_{\text{и}}$ от частоты вращения главного вала установлено, что силы $F_{\text{и}}$, действующие на прижимную лапку, зависят от толщины и вида пошиваемых кож и изменяются в диапазоне от 0,9 до 2,4 Н. С увеличением частоты вращения главного вала действующие силы уменьшаются, что, по-видимому, объясняется влиянием упруго-пластических деформаций обрабатываемого материала.

Литература

1. Сункуев Б. С. Полуавтомат для многоцветной вышивки на изделиях из кожи / Б. С. Сункуев, А. Э. Бувич, Т. В. Бувич [и др.] // Новое в технике и технологии текстильной и лёгкой промышленности : материалы международной научной конференции, ноябрь 2011 г., Витебск. В 2 ч. Ч. 2 / УО «ВГТУ». – Витебск : УО «ВГТУ», 2011. – С. 207–207.
2. Грот Д. В. Результаты производственных испытаний полуавтомата многоцветной вышивки на ОАО «ЭКТБ» / Д. В. Грот, А. Э. Бувич, Б. С. Сункуев [и др.] // Материалы докладов 45 Республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной Году книги / УО «ВГТУ». – Витебск : УО «ВГТУ», 2012. – С. 526–528.
3. Макаров Р. А. Тензометрия в машиностроении / Р. А. Макаров, А. Б. Ренский. – Свердловск : Издание УПИ, 1975. – 288 с.
4. Иосилевич Г. Б. Детали машин : учебник для студентов машиностроит. спец. вузов / Иосилевич Г. Б. – Москва : Машиностроение, 1988. – 368 с.
5. Демидович Б. П. Основы вычислительной математики / Б. П. Демидович, И. А. Марон. – Москва : Наука, 1986. – 664 с.
6. Грот Д. В. Проектный расчёт пружины механизма подвижной прижимной лапки многоигольного вышивального полуавтомата / Д. В. Грот, А. Г. Кириллов, Б. С. Сункуев // Вісник КНУТД. – 2013. – №3. Тематический выпуск. – С. 192–197.

References

1. Sunkuev B. S., Buevich A. E., Buevich T. V. Poluavtomat dlya mnogocvetnoj vyshivki na izdeliyax iz kozhi. Novoe v texnike i tehnologii tekstil'noj i lyogkoj promy'shlenosti: Materialy' mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, noyabr' 2011 g., Vol. 2, Vitebsk, UO «VGTU», 2011, pp. 207–207.
2. Grot D. V., Buevich A. E., Sunkuev B. S. Rezul'taty' proizvodstvenny'x ispytaniy poluavtomata mnogocvetnoj vyshivki na ОАО «ЭКТБ»: Materialy' dokladov 45 Respublikanskoj nauchno-texnicheskoj konferencii prepodavatelej i studentov, posvyashhennoj Godu knigi, Vitebsk, UO «VGTU», 2012, pp. 526–528.
3. Makarov R. A., Renskij A. B. Tenzometriya v mashinostroenii, Sverdlovsk, Izdanie UPI, 1975, 288 p.
4. Iosilevich G. B. Detali mashin: uchebnik dlya studentov mashinostroit. spec. vuzov, Moscow, Mashinostroenie, 1988, 368 p.
5. Demidovich B. P., Maron I. A. Osnovy' vy'chislitel'noj matematiki, Moscow, Nauka, 1986, 664 p.
6. Grot D. V., Kirillov A. G., Sunkuev B. S. Proektnyj raschyot pruzhiny' mexanizma podvizhnoj prizhimnoj lapki mnogoigol'nogo vyshivalnogo poluavtomata, Visnik KNUTD, 2013, No. 3, thematic issue, pp. 192–197.

Рецензія/Peer review : 3.4.2014 р. Надрукована/Printed :22.5.2014 р.

Рецензент: Горбачик В.Е. проф., д.т.н., кафедра конструирования и технологии изделий из кожи,
Витебский государственный технологический университет