

УДК 621.01:685.34.05-2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА РЕЗАК ПРИ ВЫРУБАНИИ ЗАГОТОВОК ВЕРХА ОБУВИ

Романович А.А., асп., Сункуев Б.С., д.т.н., проф.
Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Ключевые слова: вырубание заготовок верха обуви.

Реферат. В данной работе представлена методика определения сил, действующих на резак при вырубании заготовок верха обуви. Эта методика позволит снизить погрешности в процессе проектирования технологической оснастки, предназначенной для автоматизированной сборки обуви на швейном полуавтомате с ЧПУ. Данные погрешности возникают из-за разной деформации резака при вырубании заготовки верха обуви и картонного шаблона. Деформации резака вызваны действием сил со стороны материала. Вначале, с помощью специально разработанного прибора, определяется зависимость напряжения сжатия от относительной деформации материала. Далее, на основе этих данных методом численного интегрирования определяются проекции сил, действующих на резак, на две взаимно перпендикулярные оси. Следующим этапом является определение суммарной силы, действующей на каждую ось. В результате получаем зависимость суммарной силы от относительной деформации материала.

При проектировании технологической оснастки, предназначенной для автоматизированной сборки заготовок верха обуви на швейных полуавтоматах, используются шаблоны, вырубленные теми же резаками что и детали верха обуви. При вырубании на резак со стороны материала действуют силы, которые могут вызвать деформацию резака. Так как один и тот же резак используется для вырубания деталей из материалов верха и для вырубания шаблона из картона, то следует ожидать, что деформации резака, а, следовательно, контуры деталей и шаблона будут различаться и в процесс проектирования оснастки вносится погрешность.

В настоящей работе поставлена задача определения сил, действующих на резак при вырубании.

Расчетная схема к определению сил приведена на рисунке 1. Режущая часть резака состоит из трех частей: наклонной левой AB с углом наклона α к вертикали, горизонтальной BC и наклонной правой CD с углом наклона α_1 к вертикали.

Определим сначала силы, действующие на наклонную часть AB . Проведем оси координат x - y с началом в точке O , находящейся на пересечении горизонтальной и вертикальной прямых, проведенных соответственно через точки A и B . На расстоянии x от начала координат O выделим элементарный участок ширины dx . На этот участок со стороны материала действует элементарная сила dN , перпендикулярная к отрезку AB . Проекции dN на оси x и y обозначим соответственно dN_x и dN_y .

Сила dN_y определится из равенства

$$dN_y = \sigma \cdot dS \quad (1)$$

где σ – напряжение сжатия материала на участке dx .

Напряжение сжатия σ можно представить в виде зависимости

$$\sigma = f(\varepsilon), \quad (2)$$

где ε – относительная деформация сжатия участка материала ширины dx :

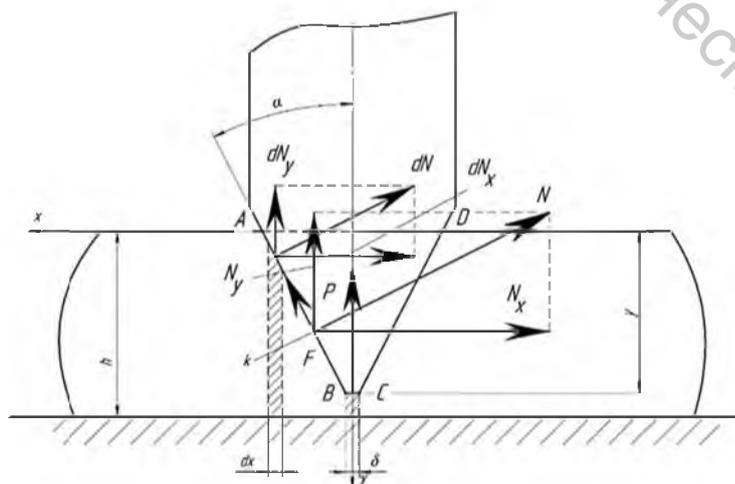


Рисунок 1 – Схема сил, действующих на участки AB и BC резака

$$\varepsilon = \frac{y - x / \operatorname{tg} \alpha}{h}; \quad (3)$$

y – глубина погружения участка BC ножа в материал;

h – толщина материала;

Характер зависимости (2) может быть установлен с помощью эксперимента на специальной установке с последующим аналитическим описанием результата эксперимента.

Так экспериментом установлена зависимость $f(\varepsilon)$ для натуральной кожи толщиной 1,2 миллиметра в виде (2):

$$\sigma = \begin{cases} 15,036\varepsilon, & 0 \leq \varepsilon < 0,58, \\ 17144\varepsilon^3 - 32329\varepsilon^2 + 20556\varepsilon - 4383, & 0,58 \leq \varepsilon \leq 0,79, \\ 0, & \varepsilon > 0,79. \end{cases}$$

dS – площадь сечения участка материала на ширине dx

В формуле (1)

$$dS = dx \cdot l, \quad (4)$$

где l – длина контура деформированного участка материала

Подставив (2) и (4) в (1) получим

$$dN_y = f(\varepsilon) dx \cdot l \quad (5)$$

Сила N_y определится интегрированием (5)

$$N_y = l \int_0^{y \operatorname{tg} \alpha} f(\varepsilon) dx \quad (6)$$

Решение интеграла (6) выполним методом численного интегрирования.

Для определения сил, действующих на наклонную часть CD , можно воспользоваться теми же соотношениями, что и при определении сил, действующих на наклонную часть AB .

В качестве осей координат выбираем оси x_1 и y_1 , а начало координат O_1 выбирается на пересечении прямых, проведенных через точку D горизонтально, и через точку C вертикально.

В формуле (1) вместо dN_y следует иметь dN_{y_1} , в формулах (3), (4), (5), (6) вместо x , a , dx имеются в виду соответственно x_1 , α_1 , dx_1 . Сила трения F_1 определится из равенства $F_1 = fN_{y_1}$.

После определения N_y , N_{y_1} , F , F_1 и P можно определить суммы всех сил, действующих по осям x и y :

$$\begin{aligned} \sum X &= F_x - N_x + N_{1x} - F_{1x}; \\ \sum Y &= -N_y - N_{1y} - F_y - F_{1y} - P. \end{aligned}$$

$$\text{где } N_x = \frac{N_y}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad N_{1x} = \frac{N_{1y}}{\operatorname{tg} \alpha_1};$$

$$\begin{aligned} F_x &= F \sin \alpha, \quad F_y = F \cos \alpha, \\ F_{1x} &= F_1 \sin \alpha_1, \quad F_{1y} = F_1 \cos \alpha_1. \end{aligned}$$

Проведены расчеты $\sum X$ и $\sum Y$ для резака с двусторонней заточкой при $\alpha = 290$, $\alpha_1 = 220$, $\delta = 0,05$ мм для искусственной кожи, натуральной кожи и картона приходящиеся на 1 мм резака. По результатам расчетов построен график зависимости $\sum X = f(\varepsilon)$ (рисунок 2).

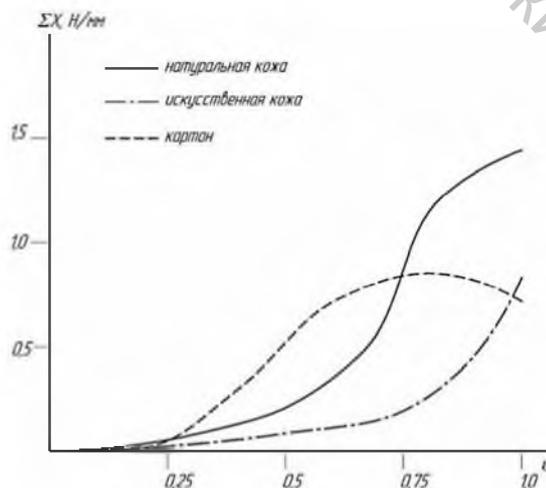


Рисунок 2 – Графики сил $\sum X$, приходящиеся на 1 мм длины лезвия резака

Выводы. Разработана методика аналитического расчета сил, действующих на резак, при вырубании материалов верха обуви с использованием экспериментальных данных, полученных на специально разработанном приборе.