

ОЦЕНКА УСИЛИЯ РЕЗАНИЯ МАТЕРИАЛА ЛЕЗВИЕМ

В.Ф. Абрамов

*Московский государственный университет дизайна и технологии
г. Москва, Российская Федерация*

В работе рассмотрена методика моделирования усилия резания при раскрое многослойных настилов текстильных материалов.

Технологическое резание упруго-вязких материалов лезвием является процессом с переменными параметрами. На фактическое значение этих параметров влияет большое число факторов, в том числе случайных. Систему «лезвие-материал» необходимо рассматривать как вероятностную и для ее исследования целесообразно применять статистическое моделирование (метод Монте-Карло) [1,2,3].

При проведении исследования процесса резания лезвием, его острота оценивалась длиной отрезка δ_1 , равной

$$\delta_1 = \delta / \cos(\alpha/2),$$

где α – угол резания, расположенный в плоскости резания;

δ – диаметр окружности аппроксимирующей форму дуги острия лезвия. [4].

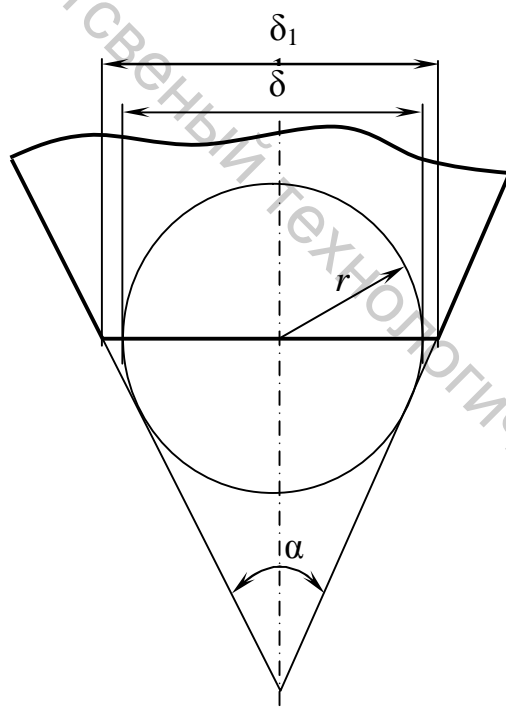


Рисунок 1 - Параметры острия лезвия

В процессе эксплуатации лезвие изнашивается. Для упрощения будем считать износ линейным в направлении оси клина острия лезвия (рис.2). Предельно допустимая величина износа $U_{пр}$ определяется предельно допустимым затуплением режущей кромки $\delta_{1пр}$:

$$U_{пр} = (\delta_{1пр} - \delta_{нач}) / 2 \operatorname{tg}(\alpha/2),$$

где $\delta_{нач}$ – начальная величина остроты кромки неизношенного лезвия.

Скорость изнашивания и износ являются случайными величинами, зависящими от нагрузки в зоне изнашивания, относительной скорости, условий изнашивания, свойств материала, состояния поверхности лезвия и т.д. Как правило, скорость изнашивания

подчиняется нормальному закону распределения вероятностей [5]. При этом для ее определения необходимо отдельное исследование.

Острота лезвия δ_1 зависит также от точности его периодической заточки в процессе эксплуатации. Погрешность заточки – случайная величина, которую для удобства расчетов целесообразно суммировать с величиной износа.

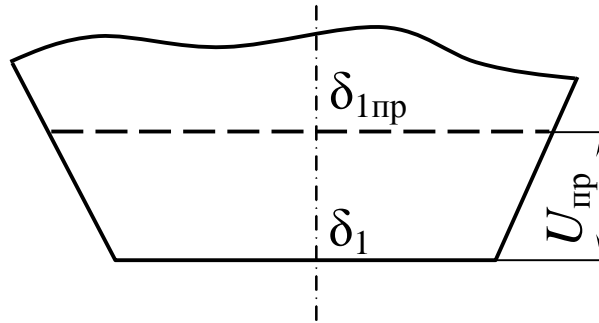


Рисунок 2 - Схема износа (затупления) режущей кромки лезвия

Проведение рассмотренных процедур и расчетов предполагает наличие банка данных, содержащего количественные сведения о свойствах обрабатываемых материалов, технологические допуски на точность изготовления режущего инструмента (лезвия) и сведения о его износостойкости и др. Предварительная (ориентировочная) оценка характеристик распределения случайных факторов может быть получена по их предельным значениям [6]. Во многих случаях эти значения могут быть определены, и тогда среднее значение m_x и среднее квадратическое отклонение S_x случайной величины X находится по формулам:

$$m_x = (x_{max} + x_{min}) / 2;$$

$$S_x = (x_{max} - x_{min}) / n.$$

Если максимальные и минимальные значения факторов нормированы, (технологические допуски, допуск на износ, значения разрушающих напряжений), то предполагают, что поле разброса находится в интервале $[-3S_x \dots +3S_x]$. Это соответствует вероятности нахождения фактора в указанном интервале с вероятностью 0,997.

При рассмотрении процесса резания выбирают случайные значения ширины кромки $X_1 = \delta$, длины кромки $X_2 = l$, разрушающего напряжения $X_3 = \sigma_p$, скорости изнашивания $X_4 = U_{и}$, износа $X_5 = U$. Соответственно определяются значения остроты кромки δ_1 , площади контакта кромки с материалом $X_6 = A_{кр,i} = \delta \cdot l_i$ и усилия резания на кромке:

$$P_{кр,i} = A_{кр,i} \cdot \sigma_{p,i}.$$

В этом случае усилия резания удобно оценивать на кромке лезвия единичной длины ($l=1$). Общее усилие резания P_p , приложенное к лезвию, рассчитывается по формуле [4]:

$$P_p = P_{р,кр} / \gamma,$$

где $P_{р,кр}$ – усилие на режущей кромке лезвия;
 γ – коэффициент ($0,4 \leq \gamma \leq 0,8$)

Значение коэффициента γ выбирается исходя из конкретных условий резания. Максимальное усилие резания возникает при предельно-допустимом значении $\delta_{1пр}$.

Схема алгоритма оценки усилия резания показана на рис. 3. [1,2]. Начальное значение δ определяется с учетом его номинальной величины $\delta_{ном}$ и начальной погрешности d (технологического допуска). Алгоритм предусматривает определение функций распределения вероятностей соответственно разрушающего напряжения и усилия резания $F(\sigma_p)$ и $F(P_p)$, а также их производных (плотностей распределения) $f(\sigma_p)$ и $f(P_p)$, необходимых для моделирования усилия резания P_p .

Предельная величина износа i -го лезвия может быть определена из выражения

$$U_{пр.i} = (\delta_{пр.i} - \delta_i) / 2 \operatorname{tg}(\alpha/2).$$

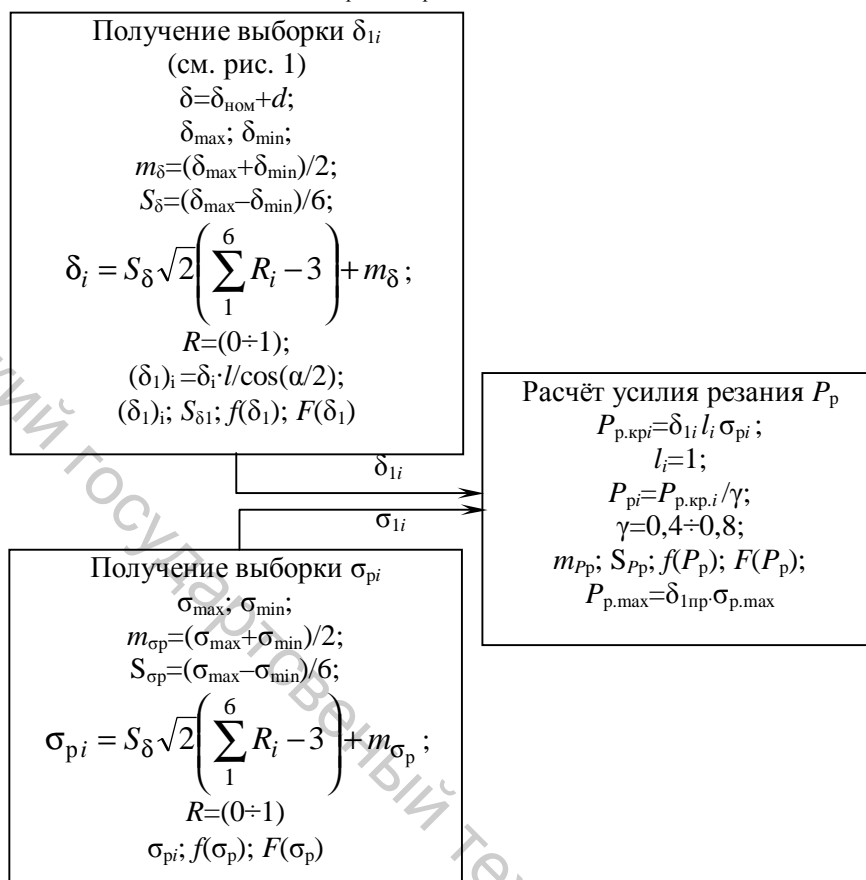


Рисунок 3 - Схема алгоритма статистического моделирования
усилия резания лезвием

Изложенные положения статистической механики технологического резания лезвием позволяют адекватно отразить в теории резания явления, происходящие при деформационно-силовом взаимодействии режущих инструментов и материалов, обладающих упруго-вязкими свойствами. На практике это позволяет определять оптимальные параметры режущих инструментов и режимы обработки материалов технологическим резанием.

Список использованных источников

1. Абрамов В.Ф., Соколов В.Н., Татарчук И.Р., Литвин Е.В. Технология и моделирование процессов резания в швейном и обувном производстве. Монография. – М.: «КноРус», 2003.
2. Абрамов В.Ф., Соколов В.Н., Литвин Е.В., Росляков Г.В. Статистическая механика технологического резания лезвием. «Автоматизация и современные технологии» 2008 №11.
3. Соболев И.М. Численные методы Монте-Карло. М., Наука, 1973.
4. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчёта режущих аппаратов. М.: Машиностроение, 1975.
5. Проников А.С. Параметрическая надёжность машин. М.: Изд. МВТУ им. Баумана, 2002.
6. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надёжность машин. М.: Высшая школа, 1978.