

## SUMMARY

In job the influence of structure of packages on hygienic properties of clothes was investigated. Is established, that the greatest practical meaning have теплопроводность, air permeability and гигроскопичность. The complex influence of a moisture and pressure reduces пористость of a textile material, increases the area of contact between structural elements, promotes filling pop by a moisture and significant increase теплопроводности of a material. The carried out (spent) researches allow to establish, that the addition to various утепляющим to materials of a fabric of top with high сорбционными by properties results in sharper decrease (reduction) of thermal resistance of all package. If as a material of top the fabric with low сорбционными by properties is used, the decrease (reduction) of thermal resistance of a package occurs less essential. Use of the received results allows to carry out an optimum choice of materials in a package of a product with required heat-shielding properties.

УДК 677.024.072

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ НОЖА ДЛЯ ОБРЕЗКИ КРОМКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ НАСТЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

*И.Н. Калиновская, Н.Н. Ясинская, А.Г. Коган*

На кафедре «Прядение натуральных и химических волокон» УО «ВГТУ» разработана технология получения текстильного настенного покрытия на линии «Ламипринт-5», предназначенной для получения дуплексных обоев. Текстильное настенное покрытие - это бумажное или флизелиновое полотно, соединенное с тканью путем склеивания.

Одним из важных технологических переходов при производстве текстильных настенных покрытий является процесс обрезки кромки. Поскольку изначально линия «Ламипринт-5» предназначалась для выпуска дуплексных обоев, состоящих из двух бумажных полотен, столкнулись с проблемой качества обрезки кромки и скоростью затупления ножей. Для устранения указанных недостатков стало необходимым решить задачу подбора материала для изготовления ножей и внести изменения в их конструкцию.

Узел обрезки кромки на технологической линии «Ламипринт-5» представляет собой рабочую пару «вал - нож». Полотно текстильного настенного покрытия подается на вал и попадает под действие дискового ножа. Нож совершает вращательное движение с постоянной окружной скоростью. Дисковый нож вращается в направлении против часовой стрелки, что обеспечивает сжатие полотна текстильных настенных покрытий в процессе резания и препятствует его сдвигу. Схема данного узла представлена на рисунке 1.

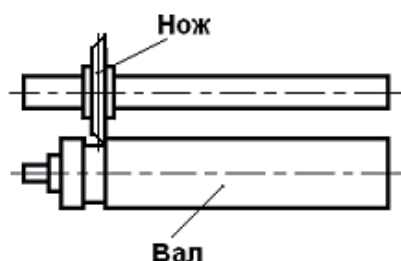


Рисунок 1 - Схема узла обрезки кромки

Материал режущей части инструмента оказывает большое влияние на процесс резания и износостойкость инструмента. Выбор материала ножа производится исходя из следующих требований: высокая режущая способность и

износостойкость изготовленного инструмента, технологичность изготовления, экономичность и отсутствие дефицитности материала.

Согласно проведенным исследованиям [1] наилучшими материалами для изготовления дисковых ножей являются углеродистые инструментальные стали специального профиля с содержанием углерода от 0,8 до 1,0% (марки У8А и У10А). Решая задачу по увеличению износостойкости ножей, применили сталь марки У8А ГОСТ 1435-64.

Рассмотрим процесс резания текстильных настенных покрытий ножами различной геометрии.

Нож с односторонней заточкой 2 (рисунок 2а), внедряясь под действием силы  $P$  в материал 1, воздействует на него и отрезаемый материал 3 как клин, главным образом своими гранями.

Нож с двусторонней заточкой 2 (рисунок 2б) при внедрении в материал 1 под действием силы  $P$  осуществляет резание материала главным образом режущей кромкой – вершиной двугранного угла, образованного гранями ножа.

Существенным различием между процессами резания, представленными на рисунках 2а и 2б, является то, что в первом случае разделение материала происходит впереди кромки, а новая поверхность, как правило, образуется в зоне непосредственного контакта режущей кромки с материалом.

Эпюры реакций определяют собой функции в процессе резания элементов режущей части инструмента. Характер их изнашивания подтверждает функции этих элементов и иллюстрирует их значение для процесса резания [2].

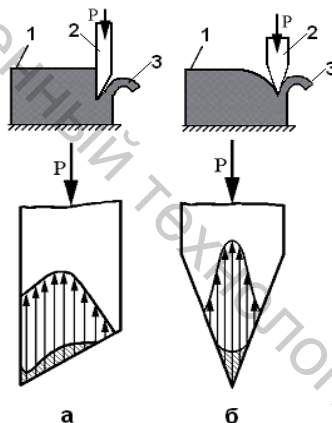


Рисунок 2 - Схемы ножей различной геометрии с эпюрами реакций и износа

Для выбора геометрии ножа (вида заточки) рассмотрим схему сил, действующую на нож (рисунок 3).

Разделению материала на части под воздействием ножа предшествует процесс предварительного сжатия им материала до возникновения на его кромке разрушающего контактного напряжения  $\sigma_p$ . Момент возникновения последнего определяется значением усилия  $P$ , прикладываемого к ножу и преодолевающего ряд сопротивлений различного происхождения, возникающих в материале. В большинстве случаев при резании однородных упругих материалов усилие  $P$ , при котором завершается процесс сжатия материала и начинается резание, является максимальным, или критическим. При углублении лезвия в слой материала толщиной  $h$  на величину  $h_{сж}$ , когда на его режущей кромке возникает разрушающее контактное напряжение, начинается процесс резания. На нож действуют следующие силы:  $P_{рез}$  - сопротивление разрушению материала под кромкой ножа, направленное вверх;  $P_{обж}$  - силы обжатия материалом, имеющие горизонтальное направление и действующие на боковые грани лезвия ножа (возникающие от расширения слоя материала, вызванного внедрением в него клина лезвия);  $P_{сж}$  - сопротивление слою сжатия фаской лезвия, направленное вверх.

На фаску лезвия действует сила  $N$ , являющаяся суммой проекций сил  $P_{обж}$  и  $P_{сж}$ . Также в процессе резания возникает сила трения  $T_1$ , обусловленная действием бокового давления, возникающего при внедрении клина в разрезаемый слой, и сила трения  $T_2$  на фаске ножа, обусловленная давлением со стороны сдвигаемого материала. В момент начала резания критическая сила  $P$ , приложенная к ножу, должна преодолеть сумму проекций всех сил, действующих в вертикальном направлении:

$$P = P_{рез} + P_{сж} + T_1 + T_2' \quad (1)$$

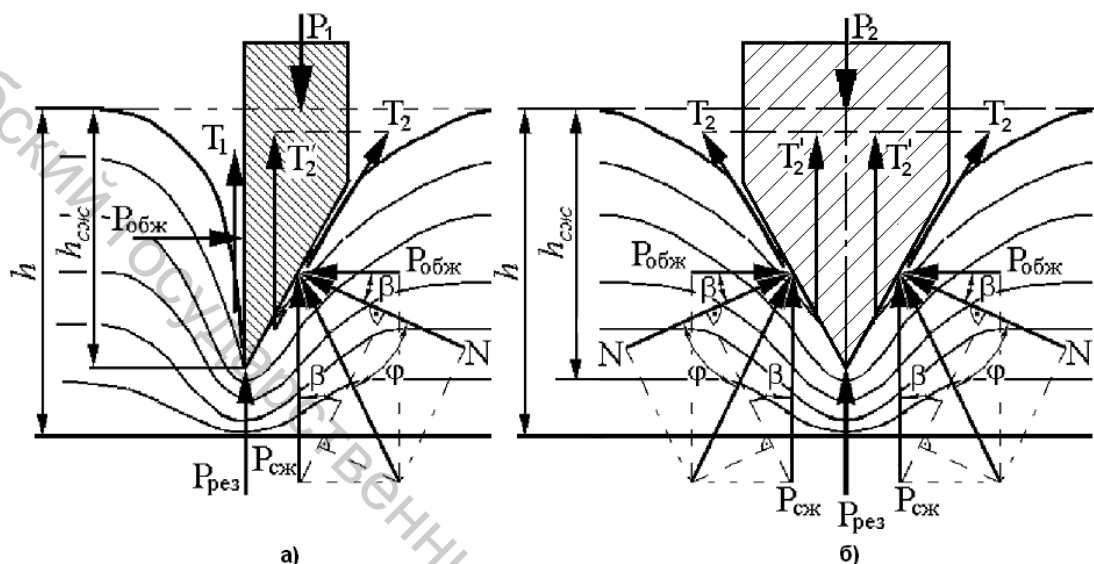


Рисунок 3 - Силовое взаимодействие материала с ножом:  
а) односторонней заточки; б) двусторонней заточки

Рассмотрев детально каждую составляющую критической силы  $P$ , и проделав ряд преобразований, получим формулы по определению данной силы:

- для ножа-резца

$$P_1 = \delta \cdot \sigma_p + 0,5 \cdot E \left( \frac{h_{сж}^2}{h} \right) \left[ \operatorname{tg} \beta + f \cdot \sin^2 \beta + \mu (f + \cos^2 \beta) \right]; \quad (2)$$

- для ножа клиновой заточки

$$P_2 = \delta \cdot \sigma_p + 0,5 \cdot E \left( \frac{h_{сж}^2}{h} \right) \left[ \operatorname{tg} \beta + \mu (f + \cos^2 2\beta) \right]; \quad (3)$$

где  $\delta$  - толщина кромки лезвия;  $E$  - модуль Юнга;  $f = \operatorname{tg} \varphi$  - коэффициент трения массы о материал лезвия;  $\varphi$  - угол трения;  $\sigma_p$  - разрушающее контактное напряжение,  $N$ ;  $\beta$  - угол заточки;  $\mu$  - коэффициент Пуассона.

По полученным формулам проведены расчеты для определения толщины кромки лезвия. Модуль Юнга, коэффициент Пуассона и отношение толщины материала до и после приложения нагрузки определялись экспериментально. Разрушающее усилие (70н), коэффициент трения массы о материал лезвия (0,21) и угол  $\beta$  ( $6^\circ$ ) взяты из справочной литературы [3]. Исходя из полученных данных, толщина кромки лезвия составила 3,2мм и 3,0мм соответственно.

Спроектировав все виды сил сопротивления на направление движения ножа, получим составляющую общей силы  $P$ , действующей вертикально ( $P_y$ ):

$$P_y = P_{рез} + T_1 + T_2 \sin \beta + T_2 \cos \beta \quad (4)$$

Соответственно спроектировав все силы на плоскость опоры, получим горизонтальную составляющую  $P_x$ :

$$P_x = N \cos \beta - T_2 \sin \beta - P_{обж} \quad . \quad (5)$$

Так как  $T_2 = N \cdot f$  и  $T_1 = P_{обж} \cdot f$ , то

$$P_y = P_{рез} + P_{обж} f + N(\sin \beta + f \cos \beta) \quad ; \quad (6)$$

$$P_x = N(\cos \beta - f \sin \beta) - P_{обж} \quad : \quad (7)$$

Результирующая сила резания равна

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2} \quad . \quad (8)$$

Очевидно, результирующая сила будет лежать не в плоскости резания. На нож будут действовать боковые усилия, ухудшающие условия его работы. Возникает необходимость придания ему дополнительной жесткости, а это приведет к усложнению его конструкции, либо к увеличению его толщины.

При двусторонней симметричной заточке лезвия ножа:

$$P_x = 0$$

$$P_y = P_{рез} + 2N \sin \frac{\beta}{2} + 2Nf \cos \frac{\beta}{2} \quad (9)$$

Следовательно,  $P = P_y$ .

Таким образом, при двусторонней симметричной заточке лезвия результирующая сила действует в плоскости резания. Это наиболее благоприятные условия работы ножа и поэтому более предпочтительны для резания текстильных настенных покрытий.

Было проведено экспериментальное исследование, целью которого являлось определение сопротивления материала резанию лезвием (Y). Основными показателями, необходимыми для определения сопротивления материала резанию лезвием, являются угол заточки ножа (X1) и жесткость разрезаемого материала (X2).

Для исследования в данной работе предполагается, что в общем случае модель может иметь вид [4]

$$Y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_{11} \cdot x_1 \cdot x_1 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + b_{22} \cdot x_2 \cdot x_2 \quad . \quad (10)$$

План и результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1- План и результаты эксперимента

№	Угол заточки ножа, град	Жесткость материала, мН/м <sup>2</sup>	Сопротивление материала резанию лезвием, Н
1	16	7000	112,0
2	8	7000	56,0
3	16	6200	99,2
4	8	6200	49,6
5	16	6600	105,6
6	8	6600	52,8
7	12	7000	84,0
8	12	6200	74,4
9	12	6600	79,2

Полученная модель определения сопротивления материала резанию лезвием с помощью программы "Statistica for Windows" имеет вид

$$Y = 75,78 + 0,604X_1 - 0,027X_2 - 0,192X_1^2 + 0,0009X_1X_2 + 0,0000021X_2^2 \quad . \quad (11)$$

Исследования полученной математической модели и графических зависимостей показывают, что при увеличении жесткости материала ( $X_2$ ) необходимо прилагать большие усилия для резания, так как чем жестче материал, тем сильнее силы взаимодействия молекул в нем. Также увеличение угла заточки ножа ( $X_1$ ) ведет к увеличению сопротивления материала резанию в результате увеличения силы трения между лезвием ножа и материалом.

Основной целью проведенного эксперимента является определение оптимального угла заточки ножа, при котором будут затрачены минимальные усилия для преодоления сопротивления материала резанию, поэтому силу сопротивления материала резанию находим для фиксированного на верхнем уровне параметра  $X_2$ , когда жесткость материала максимальна. Учитывая изложенное выше, оптимизация выполняется при следующих условиях и ограничениях:  $Y \rightarrow \max$  (сила сопротивления материала резанию лезвием максимальна);  $X_2=7000$  мН/м<sup>2</sup> (жесткость материала).

Математическая модель определения силы сопротивления материала резанию при фиксированном значении жесткости материала  $X_2$  примет следующий вид:

$$Y = -10,32 + 6,904X_1 - 0,192X_1^2. \quad (12)$$

Для поиска оптимального значения угла заточки ножа использован градиентный метод, согласно которому производная от целевой функции в точке, соответствующей ее максимальному значению, равна нулю.

Дифференцированием уравнения 12 и приравнением производной нулю получаем

$$\frac{\partial Y}{\partial X_1} = 6,904 - 0,384X_1 \quad (13)$$

Откуда получим

$$X_1 = 17,97 \approx 18 \text{ (градусов)}.$$

Проанализировав полученные результаты, для выполнения операции отделения кромки текстильных настенных покрытий выбран нож с двусторонней симметричной заточкой, толщиной кромки лезвия 3 мм и углом заточки 18 градусов.

#### Список использованных источников

1. Базюк Г.П. Резание и режущий инструмент в швейном производстве. - Легкая промышленность, 185 с.
2. Борисенко А.А. Режущие рабочие органы оборудования и их расчёт. - Ставрополь, 2004, 175 с.
3. Кукин Г.Н. и др. Текстильное материаловедение. - М.: Легпромбытиздат, 1989, 350 с.
4. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследований механико-технологических процессов текстильной промышленности. - М.: Легкая индустрия, 1980, 392 с.

#### SUMMARY

Process of branch of an edge is investigated by manufacture textile wall coverings. The theoretical substantiation of a choice of geometry of a knife is given. The equations for calculation of force of cutting by knives with different kinds of sharpening are received. Experimental researches are lead and optimum parameters of thickness of an edge and a corner of sharpening of a knife are established.