

зубчатых колес // Изв. ТулГУ. Сер. Инструментальные и метрологические системы. 2004. Вып. 1. Ч. 2. С. 5-10.

3. Деформирующее шевингование зубчатых колес / Е.Н. Валиков [и др.] // СТИН. 2002. Вып. 3 С. 13-16.

4. Werkstattstechnik und Maschinenbau. 1957, 11, heft 2.

5. Коганов И.А. Федоров Ю.Н., Валиков Е.Н. Прогрессивные методы изготовления цилиндрических зубчатых колес. М.: Машиностроение. 1977. 240 с.

6. Изготовление цилиндрических зубчатых колес прокаткой / В.В. Половников [и др.]. Л.: МАШГИЗ. 1961. 186 с.

A. Malikov, A. Sidorkin, V. Legejda

Technological maintenance the resource of saving up processes of manufacturing of cylindrical cogwheels

The basic aspects of the combined method of fair processing of cylindrical wheels shave-considered, the receptions of preparations of the given wheels coordinated to features by methods plastic form are considered. Requirements to procuring processes are certain and ways of punching and considered preparations with the gear wreath are described, allowing in aggregate with shave-considered it is essential to lower material and labour input of manufacturing of cogwheels.

Получено 07.04.09

УДК 621.914

В.Б. Протасьев, д-р техн. наук, проф., (4872) 33-25-38,
imstulgu@pochta.ru (Россия, Тула, ТулГУ),

Л.А. Омельченко, канд. техн. наук, доц., (4872) 33-25-38,
imstulgu@pochta.ru (Украина, Мариуполь, МНГУ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ СИЛЫ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ КОРЕШКОВ БУМАЖНЫХ БЛОКОВ

Рассматривается математическая модель торцового фрезерования корешков бумажных блоков, учитывающая механические свойства бумаги, геометрические параметры режущих элементов, степень его затупления и условия закрепления стопы бумаги. Целевой функцией модели является определение критической силы, необходимой для начала процесса резания.

Ключевые слова: фрезерование, режущий инструмент.

Под критической силой далее будем понимать усилие, при котором сжатие блока листов бумаги заканчивается и намечается отрыв отдельных листов, т.е. отделение припуска.

Для пояснений составим (рис. 1) расчетную схему процесса торцового фрезерования.

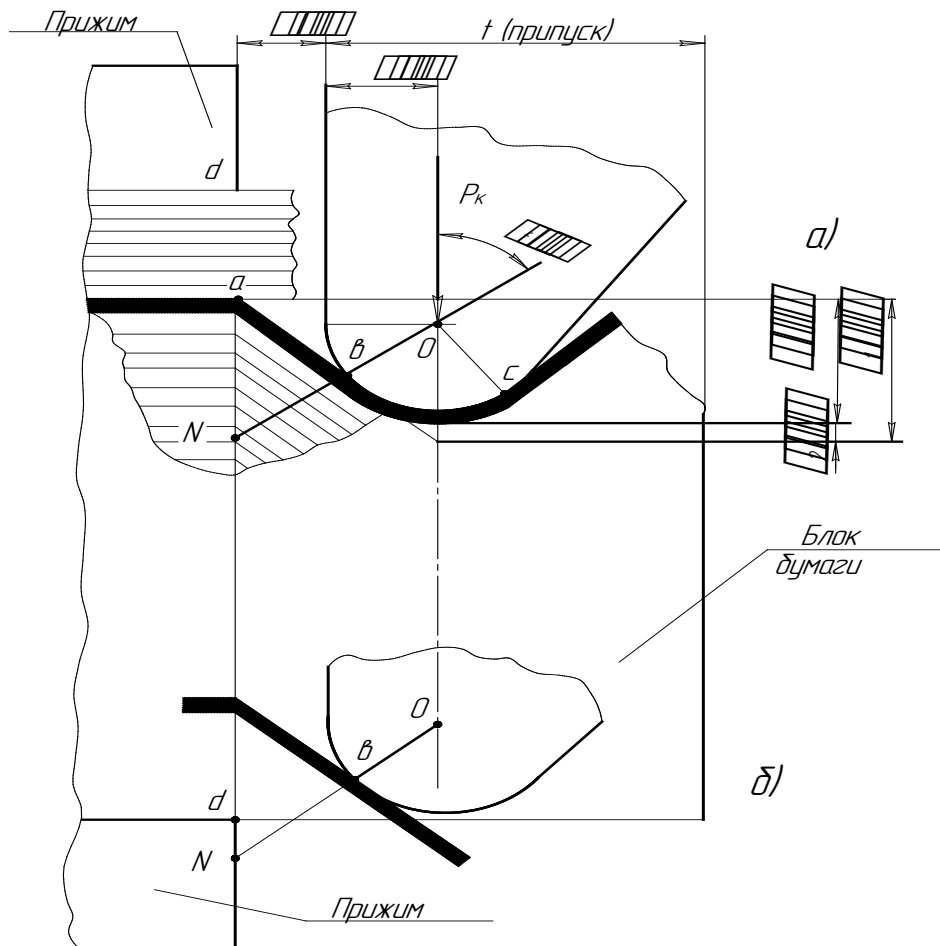


Рис. 1. Расчетная схема для определения P

Режущий элемент (РЭ) внедряется в блок бумаги и при этом он по нормали ON сжимает листы блока. В момент, когда нормаль ON достигает угла β_f , начинается разрыв листа, показанного сплошным черным цветом, далее следующего за ним, и т.д. Схема деформации листов очень сложная, поэтому она изображена условно.

Важным для восприятия схемы является понятие угла β_f . Этот угол зависит от коэффициента трения бумаги по материалу твердого сплава f .

Величина f определялась экспериментально: $f=0,5...0,6$.

На лист бумаги, помещённый на синусную плиту, накладывается пластина твёрдого сплава ВК6. Далее угол наклона плиты постепенно увеличивался. В момент, когда пластина начинала скользить по наклонной

плоскости, угол наклона ζ фиксировался. Коэффициент трения f определялся по формуле $f = \operatorname{arctg} \zeta$.

Деформация сжатия происходит на участке abc , поэтому критическая сила P_k должна определяться по всей длине этого участка.

На участке ad листы в стопе уже отрезаны (оторваны) и видно, что между ними и РЭ возникает зазор.

Критическая сила P_k приложена к точке O , через которую проходят нормаль ON и радиус скругления вершины режущего элемента ρ . Расчетная схема (см. рис. 1) для определения угла τ требует дальнейшего пояснения, которое выполнено на рис. 2.

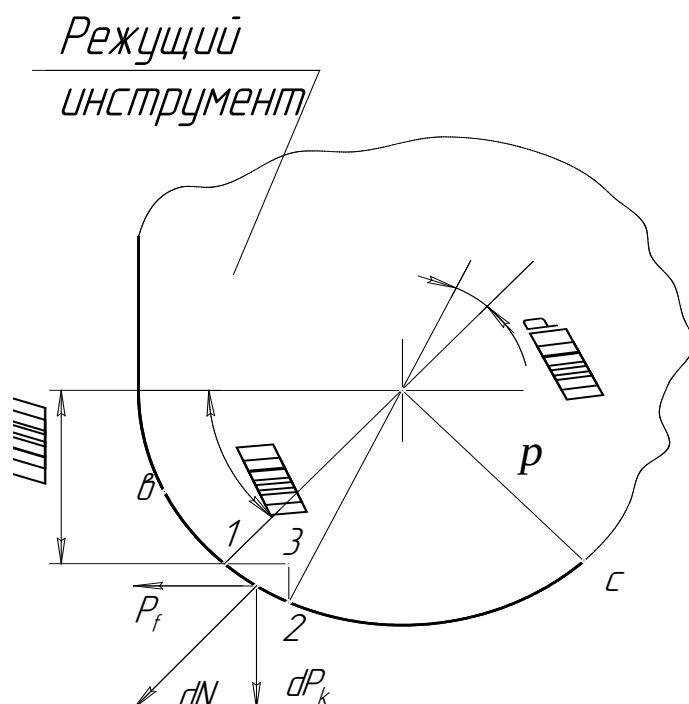


Рис. 2. Определение элементарной силы dP_k

Приняты следующие обозначения: ρ – радиус скругления режущей кромки; β – текущий угол; $d\beta$ – элементарный угол на режущей кромке; δ – деформация на элементарном участке; E – модуль упругости сжатого листа бумаги; l – длина режущей кромки, участвующей в резании.

Используя построение (см. рис. 2), запишем:

$$dP_k = \Delta l E \delta,$$

где $\Delta l = 1-2 = \rho d\beta$,

Значение δ для элементарного участка Δl определим, используя рис. 1, считая угол β изменяемым параметром:

$$\delta = \frac{\Delta + \rho - \rho \cdot \cos \beta}{\operatorname{tg} \beta}.$$

Производя подстановку и выполнив преобразования, получим

$$dP_k = \rho l E \left[(\Delta + \rho) \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{\rho}{\cos \beta} + \rho \right] d\beta =$$

$$= \rho l E \cdot (\Delta + \rho) \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot d\beta - \frac{\rho^2 l E}{\cos \beta} + \rho^2 l E d\beta. \quad (1)$$

Выражение (1) при интегрировании в пределах от $\beta = 0$ до $\beta = \beta_f$ и $\beta = \beta_c = 45^\circ$ принимает вид

$$P_k = -\rho l E \cdot (\Delta + \rho) \cdot \ln |\cos \beta_f| - \rho^2 l E \cdot \ln \left| \operatorname{tg} \left(\frac{\beta_f}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right| +$$

$$+ \rho^2 l E \beta_f - \rho l E \cdot (\Delta + \rho) \cdot \ln |\cos \beta_c| -$$

$$- \rho^2 l E \cdot \ln \left| \operatorname{tg} \left(\frac{\beta_c}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right| + \rho^2 l E \beta_c. \quad (2)$$

Поскольку угол $\beta_c = 45^\circ$, формулу (2) можно упростить:

$$P_k = -\rho l E \cdot (\Delta + \rho) \cdot \ln |\cos \beta_f| - \rho^2 l E \cdot \ln \left| \operatorname{tg} \left(\frac{\beta_f}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right| +$$

$$+ \rho^2 l E \beta_f + \rho l E \cdot (\Delta + \rho) \cdot 0,35 + 0,785 \rho^2 l E =$$

$$= K_1 (\ln |\cos \beta_f| + 0,35) - K_2 \left(\ln \left| \operatorname{tg} \left(\frac{\beta_f}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right| \right) +$$

$$+ K (\beta_f + 0,785), \quad (3)$$

где $K_1 = \rho l E (\Delta + \rho)$, $K_2 = \rho^2 l E$.

Величина $\ln \left| \operatorname{tg} \left(\frac{45^\circ}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right|$ обращается в нуль. Выражение (3) является

основным для анализа условий фрезерования. Очень важно правильно определить углы β_a и β_c . Угол β_c определяется более просто, т.к. его величина зависит от угла заострения РЭ. По схеме рис. 3, а этот угол определяется формулой $\beta_c = 90^\circ - \tau$. Угол β_e определяется по схемам рис. 3, б и в. В начальный момент РЭ касается блока бумаги в точке e . При движении РЭ блок бумаги деформируется и точка e начинает перемещение с проскальзыванием в точку $в$. В этой точке проскальзывание прекращается, т.к. угол трения β_f достигает предельной для коэффициента трения f величины и начинается разрыв листов бумаги, как это уже объяснялось ранее.

*а - характерные точки инструмента;
б - момент касания инструмента и блока; в - момент начала резания*

$$\beta_f = \operatorname{arctg} f,$$

где f – коэффициент трения.

На графиках (рис. 4) показано изменение величины P_K при различ.

Величина l равна толщине срезаемого слоя a . В практических рас

В нижней части рис. 4 даны разъяснения по использованию указанных

- влияние радиуса закругления режущей кромки r наиболее существенно

- существенное влияние на величину критической силы P_K также

дальнейших расчетах используется усредненное значение

$$E = 2,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2};$$

- значение исходного зазора Δ следует уменьшать, но не принимать эту величину менее $\Delta = 0,2$ мм, поскольку настройка станка станет более сложной;

- разрыв листов бумаги может произойти раньше точки ν и величина критической силы при этом снизится, но в дальнейшем такая ситуация не рассматривается, поскольку учитывается только условие, при котором критическая сила максимальна.

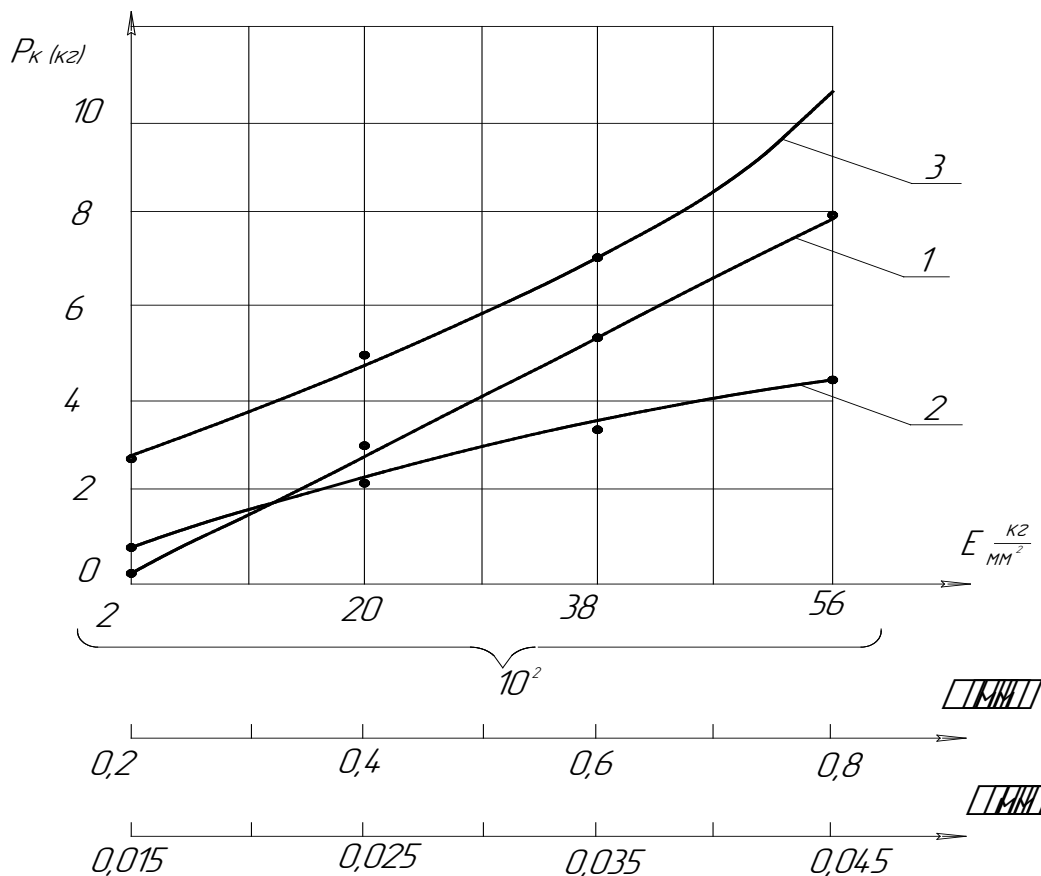


Рис. 4. Анализ условий фрезерования бумажных блоков:

1 – $\rho = 0,015 \text{ мм}; \Delta = 0,5 \text{ мм}; l = 0,5 \text{ мм}; f = 0,6 \quad 2 \cdot 10^2 \leq E \leq 56 \cdot 10^2$;

2 – $\rho = 0,015 \text{ мм}; l = 0,5 \text{ мм}; E = 2,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}; 0,2 \leq \Delta \leq 0,8$;

3 – $\Delta = 0,5 \text{ мм}; l = 0,5 \text{ мм}; E = 2,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}; f = 0,6$;

$$0,015 \leq \rho \leq 0,045$$

Расчёт критической силы позволит правильно выбирать мощность электродвигателей для приводов бумагофрезерных станков.

Список литературы

Омельченко Л.А. Протасьев В.Б. Спиридонов Э.С. Конструктивные параметры фрез и режимы резания при фрезеровании корешков бумажных блоков // Фундаментальные и прикладные проблемы технологии машиностроения. Орел: ОрелГТУ, 2002. С. 113-119.

V. Protasjev, L. Omelchenko

Definition of critical force at milling of backs of paper blocks

The mathematical model of face milling of backs of paper blocks considering mechanical properties of a paper geometrical parameters of cutting elements its degree затупления and conditions of fastening of foot of a paper is considered. Model criterion function is definition of critical force necessary to start cutting process.

Получено 07.04.09

УДК 621.99

И.Л. Сандгартен, асп., (4872) 33-23-10,
tms@tsu.tula.ru (Россия, Тула, ТулГУ)

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗАТОЧНЫХ И РЕЗЬБОШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕТЧИКОВ С ВЕДУЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Описывается модернизация заточных и резьбошлифовальных станков для обработки метчиков с ведущими элементами. Для осуществления нестандартного цикла движения шлифовального круга используют модернизированный механизм качания шлифовальной бабки и специальные кулачки.

Ключевые слова: метчики с ведущими элементами, специальные кулачки, механизм качания.

Известны конструкции метчиков для обработки точных внутренних резьб с «ведущими элементами» на калибрующей части [1, 2, 3]. Наличие ведущих элементов не позволяет изготавливать такие инструменты на применяемом в производстве оборудовании без его усовершенствования и разработки специальной технологической оснастки. Отличительными особенностями при изготовлении метчиков с ведущими элементами, в отличие от стандартных, являются:

- обеспечение при шлифовании резьбы по профилю различных форм затыловочных поверхностей на режущих и ведущих перьях или элементах: режущие зубья должны быть затылованы по архимедовой спирали, ведущие – по схеме «спад-подъем-спад», выполненной с заданным радиусом закругления опорной площадки;