

УДК 621.9.022

## ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗАНИЯ И РАЗМЕРЫ СРЕЗАЕМОГО СЛОЯ ПРИ ТЕРМОФРИКЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ РЕЖУЩИМ ДИСКОМ

Плахотник В.А., Конский А.П., Конская А.А.

## ELEMENTS OF CUTTING AND SIZE OF THE CUT LAYER, SN THE THERMOCLUTCH PROCESSING WIRH THE CUTTING DISC

Plahotnik V.A., Konsky A.P., Konkskaya A.A.

*Представлен механизм стружкообразования при термофрикционном резании. На основе графического анализа кинематики процесса установлены форма траектории относительного рабочего движения точки лезвия режущего диска по поверхности резания и схема поэтапного формирования срезаемого слоя. Выведены расчетные зависимости размерных параметров срезаемого слоя в любой момент времени протекания процесса, обеспечивающие, на практике, возможность прогнозирования и регулирования оптимальной интенсивности срезания стружки. Отмечено принципиальное отличие рассматриваемой схемы формирования и удаления стружки от известных процессов резания с предварительным нагревом заготовок.*

**Ключевые слова:** резание, стружка, срезаемый слой, кинематика резания, траектория, циклоида.

**Введение.** Принципиальная кинематическая схема при термофрикционном резании основана на сочетании двух равномерных движений совершаемых в плоскости перпендикулярной оси режущего диска [1,4]. Это движение резания – перемещение детали по нормали к окружности диска со скоростью равной подаче  $V_s$ , м/мин и вращение диска, используемого для разогрева зоны резания с окружной скоростью определяемой по формуле:

$$V_g = \frac{\pi D_g n_g}{1000 \cdot 60} \quad (1)$$

В результате этого траекторией относительного рабочего движения любой точки лезвия диска является укороченная циклоида с высотой равной

диаметру диска  $D_g$  и расстоянием между её петлями равным подаче  $S$  за один оборот диска.

$$S = 5,2 \cdot 10^{-5} \frac{V_s D_g}{V_g} \quad (2)$$

При отношениях  $V_s / V_g$ , имеющих место при термофрикционном резании, дуга циклоиды по форме мало отличается от дуги окружности. Поэтому для упрощения математического описания размеров срезаемого слоя циклоиду можно заменить окружностью с диаметром равным диаметру диска. Как показывают расчёты ошибка от указанной замены не превышает 0,5 %. При сделанном допущении поверхность резания в общем случае ( $\gamma \neq 0$ ) представляет часть кругового конуса. В случае когда  $\gamma = 0$  поверхность резания принимает вид кругового цилиндра. [3]

**Схема стружкоформирования.** Из схемы термофрикционного резания (рис. 1) видно, что любая точка режущего лезвия диска вступает в работу в точке  $m$  и выходит из соприкосновения со срезаемым слоем в точке  $p$ . Таким образом за один оборот диска рассматриваемая точка лезвия совершает два цикла – рабочий, соответствующий дуге  $mp$ , и холостой, соответствующей дуге  $pm$ . В результате силовая и тепловая нагрузка в этой точке будет изменяться от максимального до минимального значений.

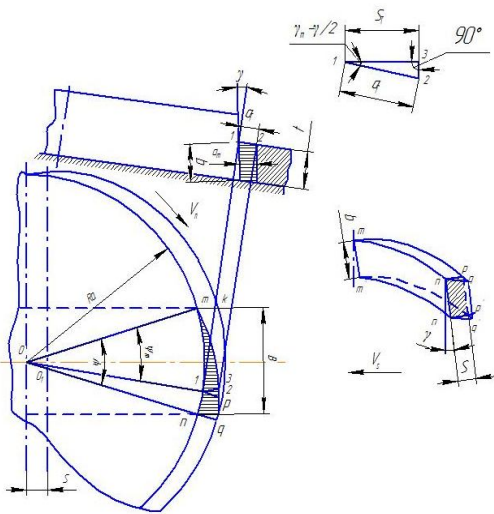


Рис. 1. Схема определения размеров срезаемого слоя

#### Расчетные параметры срезаемого слоя.

Центральный угол  $\psi$ , соответствующий началу и концу рабочего цикла, является максимальным углом контакта. Его величину можно определить из выражения.

$$\psi = 2 \arcsin \left( \frac{B}{D_g} \right) \quad (4)$$

Мгновенное положение рассматриваемой точки лезвия диска на поверхности резания можно определить мгновенным углом контакта  $\psi_m$  отсчитываем от входа точки лезвия в срезаемый слой. При перемещении по поверхности резания срезается слой материала переменной толщины. В сечении плоскостью, проходящей через ось диска, срезаемый слой представляет собой параллелограмм с толщиной  $a_m$  шириной  $b$ . Из рис.1 следует, что мгновенная толщина срезаемого слоя может быть определена по формуле:

$$a_m = S' \cdot \cos \gamma \cdot \sin \psi_m, \quad (5)$$

из которой следует, что при  $\psi_m = 0$ ,  $a_m = 0$ , при  $\psi_m = \psi$ ,  $a_m = a_{\max}$

Размер ширины срезаемого слоя  $b$  зависит от слоя металла удаляемого с детали т.е. глубины резания  $t$  и может быть определён из выражения:

$$b = \frac{t}{\cos \gamma} \quad (6)$$

Площадь поперечного сечения среза также является переменной и определяется по формуле:

$$F = a_m \cdot b = S \cdot t \cdot \sin \psi_m, \quad (7)$$

Объём стружки, срезанной в единицу времени:

$$V = S \cdot t \cdot V_s \cdot \sin \psi_m. \quad (8)$$

Площадь среза в продольном сечении может быть определена из выражения:

$$F_{\text{пр}} = \frac{D_g \cdot S}{4} \cdot S \psi_m \quad (9)$$

Следует отметить принципиальное отличие рассматриваемой схемы резания от известных, в которых обработка ведётся периферией режущего диска с насечкой или без неё. Процесс удаления металла происходит за счёт оплавления контактных объёмов и выноса их из зоны трения в направлении вращения инструмента. Работа такого диска аналогична работе шлифовального круга, когда удаление срезаемого слоя происходит мелкими частицами.

**Выводы.** В рассматриваемой схеме имеет место образование сливной волнистой стружки, сходящей по передней поверхности режущего диска, а доля уносимых оплавленных частиц в направлении вращения режущего диска незначительна.

#### Литература

1. Покинтелица Н.И. Применение высокоскоростного трения в резании металла. – К.: “ВІПОЛ”, 1993. – 156 с.
2. Зарубицький Є.У. Розробка й дослідження ефективності термо - фрикційної обробки матеріалів. – К.; 1993. – 73 с.
3. Зарубицький Є.У., Костина Т.П., Плахотник В.А. Модель стружкообразования при термофрикционной обработке. В.сб. Исследование процессов резания и холодного пластического деформирования металлов. Труды АН Украины, ИСМ. К., 1994. – с. 72 - 75.
4. Плахотник В.А., Мелконов Л.Д. Механизм стружкообразования при термофрикционном резании плоских поверхностей деталей. Вестник СХУ им. В. Даля № 11 (155) Луганск Изд. СХУ, - 2011.

#### References

1. Pokintelica N.I. Primenenie vysokoskorostnogo trenija v rezanii metalla. – K.: “VIPOL”, 1993. – 156 p.
2. Zarubickij E.U. Rozrobka j doslidzhennja efektyvnosti termo - frikciyjnoji obrobki materialiv. – K.; 1993. – 73 s.
3. Zarubickij E.U., Kostina T.P., Plahotnik V.A. Model' struzhkoobrazovanija pri termofrikcionnoj obrabotke. V.sb. Issledovanie processov rezanija i holodnogo plasticheskogo deformirovanija metallov. Trudy AN Ukrainy, ISM. K., 1994. – s. 72 - 75.
4. Plahotnik V.A., Melkonov L.D. Mehanizm struzhkoobrazovanija pri termofrikcionnom rezanii ploskih poverhnostej detalej. Vestnik SNU im. V. Dalja № 11 (155) Lugansk Izd. SNU, - 2011.

**Плахотнік В.А., Конський А.П., Конська А.А.**  
**Елементи різання і розміри шару, що зрізається при термофрікційній обробці ріжучим диском.**

*Представлений механізм стружкообразования при термофрикционном різанні. На основі графічного аналізу кінематики процесу встановлені форма траєкторії відносного робочого руху точки леза режучего диска по поверхні різання і схема поетапного формування зрізаного шару. Виведені розрахункові залежності розмірних параметрів зрізаного шару в будь-який момент часу протікання процесу, що забезпечують, на практиці, можливість прогнозування і регулювання оптимальної інтенсивності різання стружки. Відзначено принципова відмінність розглянутої схеми формування і видалення стружки від відомих процесів різання з попередніми нагріванням заготовок.*

**Ключові слова:** різання, стружка, шар, що зрізається, кінематика різання, траєкторія, циклоїда.

**Plahotnik V.A., Konsky A.P., Korskaya A.A.**  
**Elements of cutting and size of the cut layer, sn the thermoclutch processing wirth the cutting disc.**

*Purpose (цель и задачи работы). The mechanism of chips formation in the process of thermoclutch cutting of the workpiece's surface is shown. The dependence for calculating of the dimensional parameters of the removed layer is given.*

*Approach (методы исследования). The mechanism of chip formation during thermoclutch cutting is presented. The form of the trajectory of the relative movement of the blade cutting drive working point on the cutting surface and the scheme of the cut layer phase-formation was established on the basis of graphic analysis of the process kinematics.*

*Findings (Важнейшие результаты). The dependence of the dimensional parameters of the removed layer at any time of the process was calculated with the purpose to ensure, in practice, the possibility of forecasting and regulation of the optimal intensity of the cutting of chip.*

**Originality / value (Научная новизна и практическая ценность).** *The fundamental difference of the schemes of chip formation and removal from the well-known processes of cutting with preliminary heating of workpiece was noted.*

**Keywords:** *cutting, chips, cutting layer, kinematics of cutting, trajectory, cycloid.*

**Плахотник В.А.** – к.т.н., доцент кафедри процесів обробки матеріалів, станки і інструменти Восточноукраинского національного університету імені Володимира Даля (г. Луганск).

**Конський А.П.** – старший преподаватель кафедри процесів обробки матеріалів, станки і інструменти Восточноукраинского національного університету імені Володимира Даля (г. Луганск).

**Конская А.А.** – техник кафедри процесів обробки матеріалів, станки і інструменти Восточноукраинского національного університету імені Володимира Даля (г. Луганск).

Рецензент: **Гутько Ю.И.**, д.т.н., проф., заведуючий кафедрой промышленного и художественного литья.

Стаття подана 25.04.2013