

И.Н. Заплетников, д-р техн. наук, проф. (*ДонНУЭТ, Донецк*)
А.К. Пильненко, (*ДонНУЭТ, Донецк*)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ДИСКОВЫМ НОЖОМ ПРИ КАЧАТЕЛЬНОМ СПОСОБЕ ПОДАЧИ ПРОДУКТА

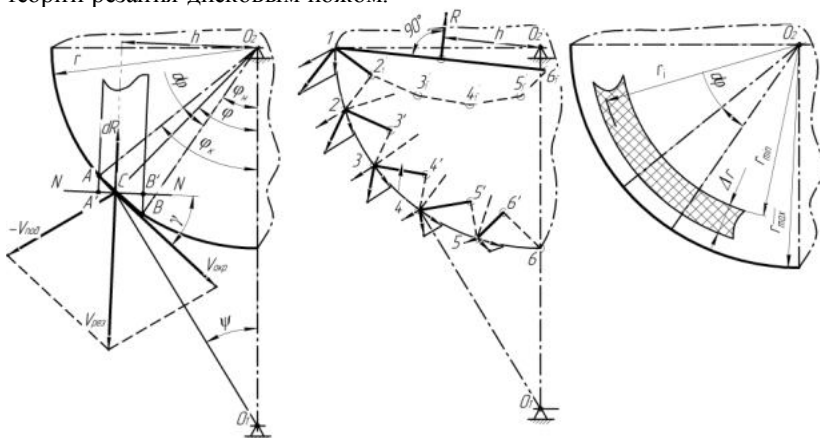
Разработка математической модели процесса выполняется на основе анализа силового взаимодействия режущего инструмента и разрезаемого материала. Принцип резания дисковым ножом лежит в определении направлении движения элемента режущей кромки (рис. 1). Элементарная режущая кромка участвует в двух направлениях. Сопоставив положение режущей кромки с направлением $V_{рез}$, получаем, что кромка АВ внедряется в материал как нож с наклонной режущей кромкой. Проведя нормаль к вектору скорости $V_{рез}$, найдем угол наклона режущей кромки γ (рис. 1):

$$\cos \gamma = \frac{\sin \varphi}{\sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \varphi}}, \quad (1)$$

где φ – угол, определяющий положение режущей кромки; λ – отношение скоростей $V_{окр}$ и $V_{под}$; $\lambda = V_{окр}/V_{под}$.

Значение $\cos \gamma$ меняется в пределах от 0 при $\varphi_k = 0$ до

$1/(\sqrt{1 + \lambda^2})$ при $\varphi_k = 90^\circ$. Это отношение λ имеет большое значение в теории резания дисковым ножом.



**Рисунок 1 – Расчет сил и моментов сил, действующих на
 кромочную часть дискового ножа**

Для расчета ножевого вала на прочность суммарную силу, приложенную к кромочной части ножа, разложим на горизонтальную и вертикальную составляющие силы R .

$$R_z = \sigma_{np} \cdot r \int_{\varphi_n}^{\varphi_k} \frac{\sin \varphi (\lambda \cdot \cos \varphi - 1)}{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \varphi} d\varphi, \quad (2)$$

$$R_g = \sigma_{np} \cdot r \int_{\varphi_n}^{\varphi_k} \frac{\lambda \cdot \sin^2 \varphi}{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \varphi} d\varphi. \quad (3)$$

Момент на валу дискового ножа от сил резания определяется по формуле:

$$M_{kp} = \sigma_{np} \cdot r^2 \int_{\varphi_n}^{\varphi_k} \frac{(\lambda - \cos \varphi) \cdot \sin \varphi}{1 + \lambda^2 - 2 \cdot \lambda \cdot \cos \varphi} d\varphi. \quad (4)$$

Для всего разреза материала момент сил трения относительно оси ножа определяется суммированием моментов ΔM_i .

$$M_{mp} = 2 \cdot \mu \cdot E \frac{\delta}{l} \Delta r \cdot \sum_{r_{\min}}^{r_{\max}} \varphi_i \cdot r_i^2 \quad (5)$$

Общий суммарный момент сил, приложенных к ножу, равен

$$M = M_{kp} + M_{mp} \quad (6)$$

Анализ выражений (2), (3) и (4) позволяет сделать вывод: с увеличением λ движущая сила резания и момент на валу дискового ножа уменьшаются; с увеличением толщины разрезаемого материала повышаются движущая сила резания и момент на валу; при постоянных толщине материала и скорости подачи для данного ножа момент на валу уменьшается во столько раз, во сколько раз увеличивается окружная скорость ножа, т.е. моменты обратно пропорциональны отношению скоростей.

Фактический угол раздвижения материала применительно к дисковому ножу определяется по формуле (1). Отношение скоростей λ широко используется при описании резания дисковыми ножами и принимается равным не меньше 5.

Рекомендуется, исходя из конструктивных соображений, принимать радиус ножа в 2,5 – 3 раза больше толщины разрезаемого материала. К.п.д. дискового ножа также зависит и от сил трения ножа о продукт, так при $\alpha_{\phi} = 1-2^{\circ}$ к.п.д. ножа равно 0,9. Такое большое значение к.п.д. указывает на то, что основная часть движущей силы расходуется на преодоление сил полезных сопротивлений.