

## АНАЛИЗ МЕХАНИКИ РЕЗАНИЯ ДИСКОВЫМИ НОЖАМИ

Сохибов Ибодулло Адизмуродович

Докторант. Бухарского инженерно-технологического института

Республика Узбекистан, г. Бухара

### Аннотация

В статье представлен анализ механики резания дисковыми ножами, основанный на одновременном рассмотрении силовых характеристик взаимодействия режущего инструмента с разрезаемым материалом.

**Ключевые слова:** скользящее резание, пищевой полуфабрикат, нож, толщины дисковых ножей, плоский дисковый нож, сила резания, лезвие.

### Annotation

The article presents an analysis of the mechanics of cutting with disc knives, based on the simultaneous consideration of the power characteristics of the interaction of the cutting tool with the material being cut.

**Keywords:** sliding cutting, food semi-finished product, knife, thickness of disk knives, flat disk knife, cutting force, blade.

### Annatatsiya

Shtat, kesish asboblarining kesish materiallari bilan o'zaro ta'sirining quvvat xususiyatlarini bir vaqtning o'zida tahlil qilish asosida mexanik diskni kesish tahlilini taqdim etadi.

**Kalit so'zlar:** toymasin kesish, oziq-ovqat yarim tayyor mahsulot, pichoq, diskli pichoqlar qalinligi, tekis diskli pichoqlar, kesish kuchi, pichoq.

В перерабатывающих отраслях используют дисковые ножи, работающие в режиме скользящего резания [1]. Основные достоинства их – сравнительная простота конструкции и удобство эксплуатации. Высокие скорости резания обеспечивают качественную обработку пищевых полуфабрикатов слабой консистенции. Ножи такой формы удобны для заточки и санитарной обработки непосредственно в машине.

Однако значительная толщина лезвия обуславливает увеличение сжатия и трения продукта, в результате чего возрастает количество брака, а также шероховатость поверхности среза. Это ухудшает качество резания. Попытки уменьшения толщины дисковых ножей, как правило, ведут к снижению их устойчивости и жесткости [2].

Необходим комплексный анализ механики резания дисковыми ножами, основанный на одновременном рассмотрении силовых характеристик взаимодействия режущего инструмента с разрезаемым материалом и показателей устойчивости – жесткости дискового ножа.

Плоский дисковый нож можно считать тонким кольцом переменной толщины со следующим устройством опорных закреплений. По внутреннему контуру диск заделан жестко, а по

наружному – свободен. Величина нормальной составляющей  $P$  силы резания, соответствующая моменту потери ножевым диском устойчивости плоской формы равновесия, может быть названа критической:

$$P_{нкр} = \{ \pi E S^3 / [12(1 - \mu^2)] \} [ f(c, \lambda, P_\tau) / P_n / (D - d_\phi) ],$$

где  $E$  – модуль упругости материала ножа;  $\mu$  – коэффициент Пуассона;  $S$  – толщина ножа, м;  $P_\tau, P_n$  – соответственно тангенциальная и нормальная составляющие усилия резания, Н;  $D$  – диаметр ножа, м;  $c$  – диаметр фланцев ножа, м;  $\lambda$  – отношение диаметров фланцев и ножа;  $f$  – число узловых диаметров.

Условие устойчивой работы дискового ножа

$$P_l \cos \varphi \leq P_{нкр},$$

где  $P_l$  – составляющая силы резания на лезвии в направлении движения продукта, Н;  $\varphi$  – угол, зависящий от взаимной компоновки механизмов резания и подачи.

Тогда минимально необходимая толщина ножа

$$S \geq \{ 12(1 - \mu^2)(D - d_\phi) P_l' \cos \varphi / [\pi E f(c, \lambda, P_\tau / P_n)] \}^{1/3}$$

Учитывая конкретные параметры дисковых ножей, используемых для резания пищевых материалов, принимаем в соответствии с данными  $f(c, \lambda, P_\tau / P_n) = 0,1$ .

Расчеты показали, что возникающая при резании нормальная составляющая полного усилия сравнима с  $P_{нкр}$  при малых  $S$ . Поэтому потеря устойчивости плоской формы равновесия дискового ножа от действия сил возможна при резании пищевых материалов тонкими ножами ( $S < 1,0$  мм). Вместе с тем, вследствие отклонения диска от плоскости вращения и других причин изгиб диска наблюдается уже при малых значениях силы  $P_n$ .

Силы резания и неуравновешенные силы в системе «ножевой вал – опоры» способны вызвать резонансные колебания при увеличении частоты вращения ножа. Эти факторы имеют периодический характер и поэтому, несмотря на сравнительно небольшую величину, могут обуславливать значительные поперечные колебания ножей, т.е. их динамическую неустойчивость, ухудшающую качество среза и разрушающую нож.

Экспериментально установлено, что критическую частоту вращения дисковых ножей можно определить как

$$n = 60 f(\lambda^2 - B)^{-0,5}, \text{ мин}^{-1}$$

где  $f$  – частота собственных колебаний дискового ножа;  $f = 2,5 \cdot 10^5 \text{ SR}^{-2} \text{ A}$ ;  $S, R$  – соответственно толщина и радиус ножа, мм;  $\lambda$  – число узловых диаметров;  $A, B$  – постоянные коэффициенты, выбираемые в зависимости от  $\lambda$ .

Показано, что при  $c \leq 0,2$ ;  $\lambda = 2$ . Тогда  $A = 5,7$ ;  $B = 2,3$ .

Таким образом, кинематические и геометрические параметры дисковых ножей, используемых для резания пищевых продуктов, следует выбирать не с позиций перехода диска в пластическое частоты вращения, вызывающей резонансные колебания.

Оптимальные характеристики дисковых ножей можно найти по номограмме (см. рисунок 1.). Предварительно рассчитывают величину нормальной составляющей  $P_n$  полного усилия

резания  $P$ . Так как усилия на лезвии  $P_l$  равно 70 – 90 %  $P$ , примем, что разница компенсирует начальные несовершенства формы диска.

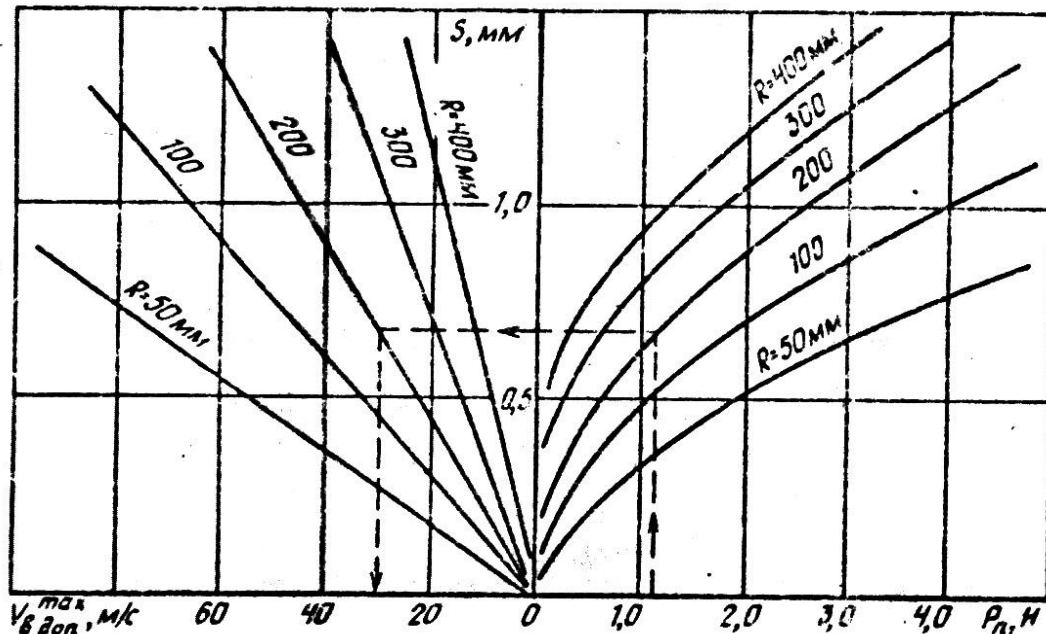


Рис 1. Номограмма для определения оптимальных характеристик дисковых ножей.

Отложив  $P_n$  на оси абсцисс, восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с прямой, соответствующей выбранному значению  $R$ . Затем на оси ординат находим толщину ножа  $S$ , удовлетворяющую условию (1). После этого определяем, как показано на рисунке, максимально допустимую скорость резания  $V_{кр} = \pi D n / 60$  [м/с].

Такая методика обеспечивает выбор минимально возможной толщины ножа и максимальной скорости резания и следовательно высокое качество резания пищевых продуктов.

### Литература

1. Уринов Н.Ф., Равшанов Э.М., Хромеев В.М. Особенности резания пищевых материалов пластинчатыми ножами и струнами. Сб. трудов VIII конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 60-летию образования МТИПП. – М.: 1991. 123-125 с.
2. Кошелев И.В., Чижикова Т.В., Мартынов Г.А. Расчет дисковых пил // Надежность в технической диагностике оборудования перерабатывающих отраслей АПК: Сб. М., 1990. С.37-42.