

Мета. Мета статті – розробка ефективних пристроїв інфрачервоного сушіння сільськогосподарської продукції в умовах підприємств-виробників.

Методика. В основу методу сушіння покладено цілеспрямований розподіл на поверхні продукту сушіння потоку відбитого теплового випромінювання.

Результати. Розроблено компактні пристрої для інфрачервоного сушіння рослинної і тваринної сировини в умовах сільськогосподарських підприємств.

Наукова новизна. Виконано порівняльний аналіз кінетики сушіння рослинної продукції в розроблених пристроях інфрачервоного сушіння і відомих конвективних пристроях.

Практичне значення. Розроблені пристрої інфрачервоного сушіння забезпечують економічність, екологічну чистоту і ергономічність виробництва, високу якість продукту сушіння.

Ключові слова: сушильний пристрій, інфрачервоне випромінювання, кінетика сушіння, сільськогосподарська продукція.

Objective. Purpose of the article – the development of efficient devices infrared drying of agricultural products in a company-producers.

Methods. The basis of the method of drying is necessary to target the allocation of product surface drying stream of reflected heat radiation.

Results. Developed a compact device for infrared drying plant and animal materials in agriculture.

Academic novelty. A comparative analysis of the drying kinetics of plant products in the developed infrared devices and known convective drying devices.

Practical importance. Infrared drying device designed provide economical, ecological safety and ergonomics of production, product quality drying.

Key words: dryers, infrared radiation, drying kinetics, agricultural products.

Рекомендовано к публикации д-ром техн. наук,
проф. Снежкиным Ю.Ф.

Дата поступления рукописи 16.01.2013 г.

УДК 641.512

Заплетников И.Н., д-р техн. наук, проф.,
Пильненко А.К.

Донецкий национальный университет экономики
и торговли имени Михаила Туган-Барановского,
г. Донецк, Украина,
e-mail: pilnenko_a@mail.ru

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РЕЗАНИЯ ДИСКОВЫМ НОЖОМ ПРИ КАЧАТЕЛЬНОМ СПОСОБЕ ПОДАЧИ ПИЩЕВОГО ПРОДУКТА

Zapletnikov I.N., Dr. Sci. (Tech.), Prof.,
Pilnenko A.K.

Donetsk National University of Economics and
Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky,
Donetsk, Ukraine, e-mail: pilnenko_a@mail.ru

THE METHOD OF CALCULATING THE PARAMETERS CUTTING WITH A DISK KNIFE AT SWINGING SUBMISSION OF THE FOOD PRODUCT

Цель. Разработать методику расчета параметров процесса резания пищевого продукта дисковым ножом с качательным способом подачи.

Выполнить обоснование и проверку инженерной методики с помощью экспериментальных исследований.

Методика. В работе используется графоаналитический метод определения направления сил и моментов, приложенных к кромочной части дискового ножа.

Для получения кинематических и динамических зависимостей резания дисковым ножом при качательном способе подачи пищевого продукта применяется аналитический метод исследования. Обоснование и проверка разработанной методики расчета проводилась методом проведения экспериментального исследования.

Используются современные методики проведения исследования, а также математическая обработка полученных результатов с помощью современных компьютерных программ.

Результаты. Получены выражения для расчета, определения крутящего момента на валу дискового ножа, момента сил трения о дисковый нож и мощности электродвигателя машины.

Разработанная методика расчета параметров процесса резания дисковым ножом при качательном способе подачи пищевого продукта дает возможность определить технологические, кинематические, динамические и энергетические параметры.

Научная новизна. Разработана методика расчета параметров процесса резания дисковым ножом, которая учитывает влияние конструктивных и кинематических характеристик на эксплуатационные параметры машины.

Экспериментально подтверждена возможность использования методики расчета при конструировании машин для нарезания пищевых продуктов.

Практическая значимость. Инженерная методика расчета параметров применяется для проектирования, расчета и оптимизации процесса, конструкции машин для нарезания пищевых продуктов качательным способом подачи продукта. Полученная методика повышает точность расчета машин и позволяет установить рациональные режимы, параметры процесса резания пищевых продуктов.

Ключевые слова: параметры процесса резания, дисковый нож, качательный способ подачи.

Постановка проблемы. Существующие методики расчета машин для нарезания пищевых продуктов не учитывают конструктивные (длину дуги резания, угол заточки ножа и скольжения, способ подачи и взаимное расположение продукта и ножа), кинематические (скорость подачи, скорость резания, коэффициент подачи) и динамические (силу резания, трения, моменты сопротивления сил резания) параметры процесса резания дисковым ножом при качательном способе подачи продукта.

Анализ последних исследований и публикаций. Резание как один из технологических процессов обработки пищевых продуктов широко применяется в различных отраслях пищевой, мясной, рыбной, комбикормовой промышленности. Продукты, подвергаемые резанию, имеют разнообразные физико-механические свойства. В зависимости от реологических свойств продукта выбирают способ резания, вид режущего инструмента, режимы процесса резания.

Современная теория резания базируется на трудах выдающихся ученых: А.И. Пелеева, М.Н. Клименко, А.Н. Позднышева, В.М. Горбатова, В.И. Карпова, Б.А. Николаева, Н.Е. Резника, А.Н. Даурского, Ю.А. Мачихина и других исследователей.

Все исследователи сходятся в оценке важности энергозатрат при резании как обобщенного показателя эффективности процесса резания. Правильный

учет всех факторов, влияющих на энергозатраты при резании, имеет решающее значение при разработке конструкции режущих машин.

Энергозатраты и высокое качество разреза поверхности можно обеспечить выбором соответствующей формы лезвия ножа. Для резания пластичных пищевых продуктов наибольшее распространение получили дисковые ножи.

Дисковым ножом скользящее резание производится путем вращения ножа при возвратно-поступательном, качательном и вращательном движении продукта, а также планетарном движении ножа при неподвижном продукте [1].

Анализ научной и справочной литературы показал отсутствие математических закономерностей, методик расчета машин, теоретических и экспериментальных данных процесса резания дисковым ножом при качательном способе подачи продукта [1; 2].

Существующие способы определения усилий, мощности в процессе резания дисковым ножом известны только для прямолинейного движения режущего инструмента или продукта [1].

Цель статьи – разработка методики расчета параметров процесса резания дисковым ножом пищевых продуктов в машинах, обеспечивающих качательную подачу продукта.

Изложение основного материала. Особенность разрабатываемой инженерной методики расчета параметров резания дисковым ножом заключается в том, что вращающийся дисковый нож неподвижно закреплен в корпусе машины, а подача продукта в зоне резания осуществляется механизмом, обеспечивающим качательное движение продукта на вращающийся нож и гравитационную подачу на толщину отрезаемого ломтика. Качательный способ подачи продукта осуществляет кривошипно-коромысловый механизм.

Для определения расчетной формулы производительности процесса резания дисковым ножом при качательном движении продукта рассмотрим принципиальную схему резания, поданную на рисунке 1.

Учитывая конструктивные и кинематические параметры, производительность определяют по формуле:

$$Q = h \cdot \varphi_{рез} \cdot R_n \cdot L_{прод} \cdot n_{рыч} \cdot \rho \cdot K_\varphi \cdot 3600, \text{ кг/ч}, \quad (1)$$

где h – толщина продукта, м;

$\varphi_{рез}$ – угол дуги резания, м;

R_n – радиус ножа, м;

$L_{прод}$ – длина продукта, м;

$n_{рыч}$ – частота вращения рычага подачи продукта, м/с;

ρ – плотность продукта, кг/м³;

K_φ – коэффициент использования высоты загрузочного лотка.

Для определения скорости подачи необходимо использовать коэффициент подачи λ , который должен входить в исходные данные процесса и определяется выражением:

$$\lambda = \frac{V_{\text{окр.нож}}}{V_{\text{рыч}}} = \frac{\omega_n R_n}{\omega_{\text{рыч}} R_{\text{рыч}}} = \frac{n_n R_n}{n_{\text{рыч}} R_{\text{рыч}}}, \quad (2)$$

где $V_{\text{окр.нож}}$ – окружная скорость ножа, м/с;
 ω_n – угловая скорость ножа, рад/с;
 n_n – частота вращения ножа, с⁻¹;
 $V_{\text{рыч}}$ – окружная скорость рычага подачи, м/с;
 $\omega_{\text{рыч}}$ – угловая скорость рычага, рад/с;
 $n_{\text{рыч}}$ – частота вращения рычага, с⁻¹;
 R_n и $R_{\text{рыч}}$ – радиусы ножа и рычага подачи, м.

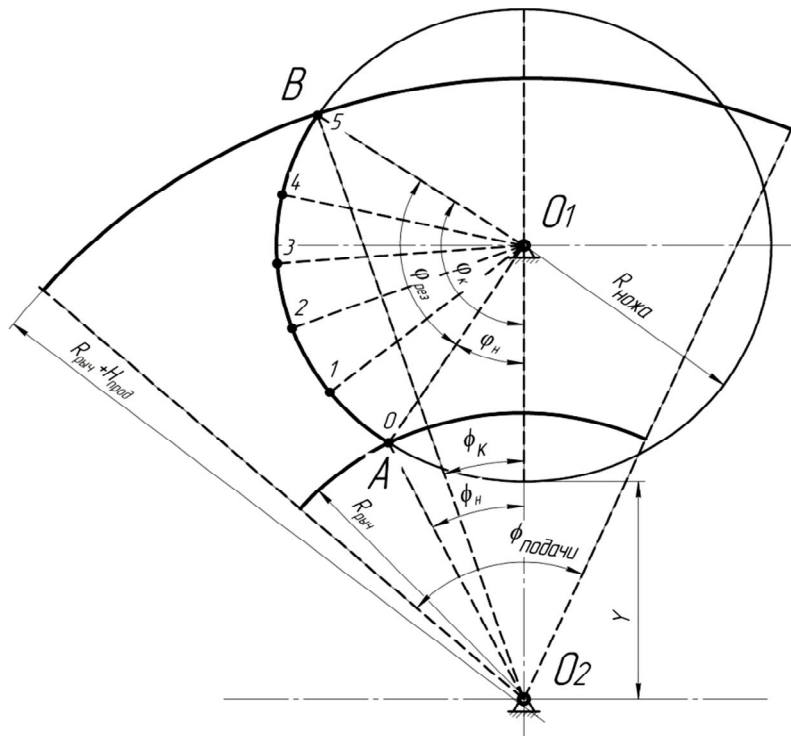


Рисунок 1 – Принципиальная схема процесса резания дисковым ножом при качательном способе подачи продукта

Учитывая выражение (2), скорость подачи определяется таким образом:

$$V_{\text{под}} = \omega_{\text{рыч}} \cdot R_{\text{рыч}} = 2 \cdot \pi \cdot n_{\text{рыч}} \cdot R_{\text{рыч}} = \frac{2\pi \cdot n_n \cdot R_n}{\lambda}, \text{ м/с}, \quad (3)$$

Из принципиальной схемы рисунка 1 длина дуги резания равна:

$$L_{\text{рез}} = \varphi_{\text{рез}} R_n = (\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}) \cdot R_n, \text{ м}, \quad (4)$$

Определение начального и конечного угла резания выразим из треугольников ΔAO_1O_2 и ΔBO_1O_2 соответственно рисунку 1:

$$\varphi_{нач} = \arccos\left(\frac{R_{рыч}^2 - R_n^2 - O_1O_2^2}{2R_nO_1O_2}\right); \quad \varphi_{кон} = \arccos\left(\frac{(R_{рыч} + H)^2 - R_n^2 - O_1O_2^2}{2R_nO_1O_2}\right). \quad (5)$$

Принцип резания дисковым ножом лежит в определении направления движения элемента режущей кромки соответственно рисунку 2. Дуга АВ настолько мала, что замена ее хордой – прямой линией – не изменит движение выделенного элемента режущей кромки. Продукт подается со скоростью подачи – $V_{под}$, окружная скорость режущей кромки $V_{окр} = \omega r$. Сопоставив положение режущей кромки с направлением $V_{рез}$, получаем, что кромка АВ внедряется в продукт как нож с наклонной режущей кромкой.

Проведя нормаль к вектору скорости $V_{рез}$, определим угол наклона нормали к режущей кромке γ соответственно рисунку 2:

$$\cos \gamma = \frac{\sin \varphi}{\sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \varphi}}, \quad (6)$$

где φ – угол, определяющий положение режущей кромки;

λ – отношение окружной скорости $V_{окр}$ к скорости подачи продукта $V_{под}$, $\lambda = V_{окр}/V_{под}$.

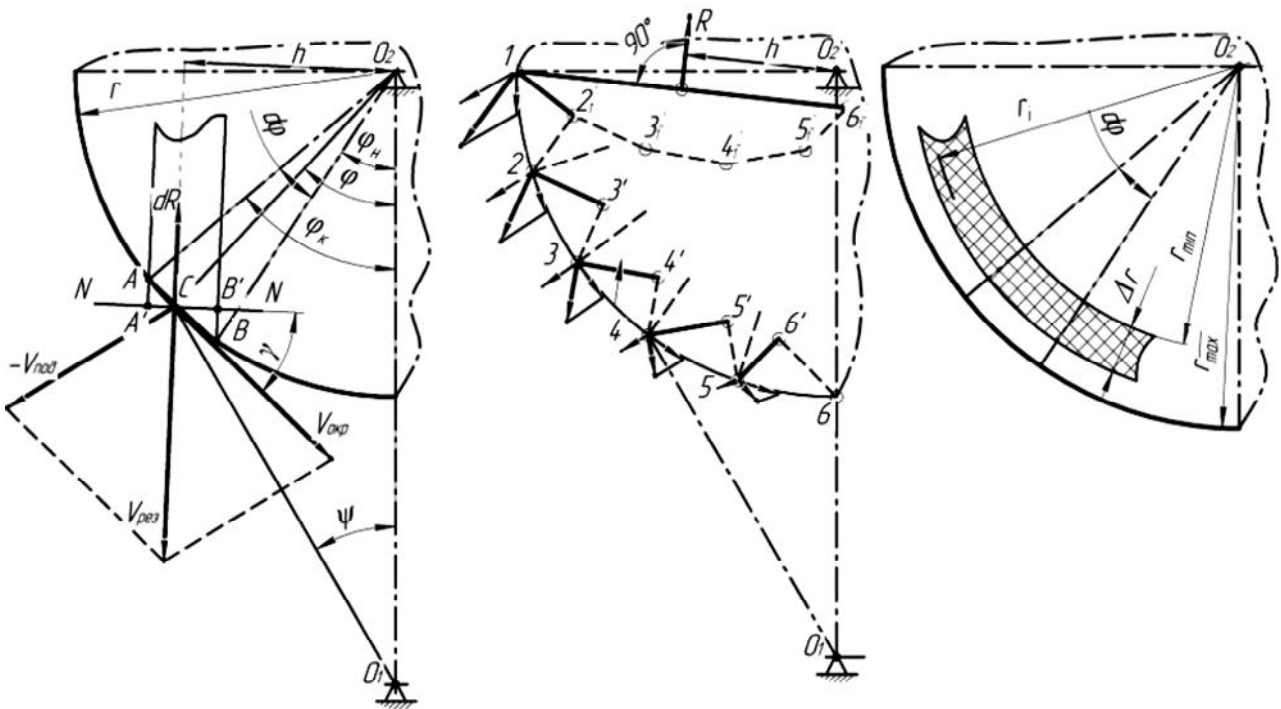


Рисунок 2 – Схема сил, действующих на кромочную часть дискового ножа

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.

Отметим, что угол фактического раздвижения продукта дисковым ножом не превышает 1,5-2,0 град. Поэтому дисковые ножи очень остры при работе. КПД на кромке дискового ножа достигает 99%.

Сила, приложенная к режущей кромке элементарного ножа, например, опирающегося на кромку 2-3, будет равна [1; 2]:

$$dR = \sigma_{np} (2-3)_{\perp v} = \sigma_{np} (2-3') = \frac{\sigma_{np} \cdot r \cdot \sin \varphi \cdot d\varphi}{\sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \varphi}}, \quad (7)$$

где σ_{np} – удельная сила резания, Н/м;

$(2-3)_{\perp v}$ – проекция режущей кромки на нормаль к вектору скорости V ;

r – радиус режущей кромки.

Момент силы R_{2-3} относительно оси вращения дискового ножа выражается формулой:

$$M_{2-3} = dR_{2-3} h_2, \quad (8)$$

Суммарная сила, приложенная к режущей кромке ножа, равна геометрической сумме сил, приложенных ко всем элементарным ножам:

$$\overline{dR_{рез}} = \overline{dR_{1-2}} + \overline{dR_{2-3}} + \overline{dR_{3-4}} + \overline{dR_{4-5}} + \overline{dR_{5-6}}, \quad (9)$$

Моменты сил dR_{1-2} , dR_{2-3} , dR_{3-4} , ... вычисляются по формуле (8).

Суммарный момент сил, приложенных к кромочной части ножа, равен:

$$M_{кр} = M_{1-2} + M_{2-3} + M_{3-4} + M_{4-5} + M_{5-6}, \quad (10)$$

Для расчета ножевого вала на прочность суммарную силу, приложенную к кромочной части ножа, разложим на горизонтальную и вертикальную составляющие силы R [1].

Для аналитического расчета силы и моментов сил, действующих на кромочную часть ножа, необходимо пользоваться формулами:

$$R_z = \frac{\sigma_{np} \cdot r}{2\eta_n} \left(1 - \cos \varphi + \frac{1 - \lambda^2}{2\lambda} \ln \frac{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \varphi}{1 + \lambda^2 - 2\lambda} \right) = \sigma_{np} \cdot r \cdot \int_{\varphi_n}^{\varphi_k} A \cdot d\varphi; \quad (11)$$

$$R_g = \frac{\sigma_{np} \cdot r}{2\eta_n} \left(\frac{1 - \lambda^2}{2\lambda} \varphi - \sin \varphi + \frac{1 + \lambda^2}{2\lambda} \arctan \frac{\lambda + 1}{\lambda - 1} \tan \varphi / 2 \right) = \sigma_{np} \cdot r \cdot \int_{\varphi_n}^{\varphi_k} B \cdot d\varphi, \quad (12)$$

где подинтегральные функции A и B представим формулами:

$$A = \frac{\sin \varphi \cdot (\lambda \cdot \cos \varphi - 1)}{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cdot \cos \varphi}, \quad B = \frac{\lambda \cdot \sin^2 \varphi}{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cdot \cos \varphi}, \quad (13)$$

Общая сила резания, генерируемая на режущей кромке ножа, будет равна

$$R_{рез} = \sqrt{R_6^2 + R_2^2}, \quad (14)$$

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

$$\begin{aligned} M_{кр} &= \frac{\sigma_{np} \cdot r^2}{2\lambda\eta_n} \left(1 - \cos \varphi + \frac{\lambda^2 - 1}{2\lambda} \ln \frac{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \varphi}{1 + \lambda^2 - 2\lambda} \right) = \\ &= \sigma_{np} \cdot r^2 \int_{\varphi_n}^{\varphi_k} \frac{(\lambda - \cos \varphi) \sin \varphi}{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \varphi} d\varphi. \end{aligned} \quad (15)$$

Анализ выражений (11, 12 и 15) позволяет сделать вывод: с увеличением λ движущая сила резания и момент на валу дискового ножа уменьшаются; с увеличением толщины разрезаемого продукта повышаются движущая сила резания и момент на валу; при постоянных толщине продукта и скорости подачи для этого ножа момент на валу уменьшается во столько раз, во сколько раз увеличивается окружная скорость ножа, т.е. моменты обратно пропорциональны отношению скоростей.

Момент сил трения разрезаемой части продукта о боковые поверхности дискового ножа В.И. Карповым [1] предложено определять следующим образом. Момент сил трения, приложенных к обеим плоскостям дискового ножа, равен:

$$\Delta M_i = 2\mu \cdot E \cdot \frac{\delta}{l} \cdot \varphi_i \cdot r_i^2 \cdot \Delta r, \quad (16)$$

где δ – толщина ножа;

μ – коэффициент трения ножа о разрезаемый продукт;

E – модуль упругости продукта, Па;

l – длина деформируемых слоев продукта, м;

Δr – шаговое приращение радиуса, м.

Для всего разрезаемого продукта момент сил трения относительно оси ножа определяется суммированием моментов ΔM_i .

$$M_{mp} = 2\mu \cdot E \cdot \frac{\delta}{l} \cdot \Delta r \cdot \sum_{r_{\min}}^{r_{\max}} \varphi_i \cdot r_i^2. \quad (17)$$

Таким образом может быть определена величина момента от сил трения, генерируемых упругостью объекта резания (без учета давления массы продукта на боковые поверхности ножа).

Общий суммарный момент сил, приложенных к ножу, равен

$$M_{рез} = M_{кр} + M_{тр}, \quad (18)$$

Анализируя результаты теоретических и экспериментальных исследований, можно отметить, что структура составляющих мощности процесса резания продуктов дисковым ножом при качательном способе подачи отличается от известных в литературе [1].

Структура составляющих мощности зависит от структурно-механических характеристик продукта, конструктивных и кинематических параметров машины, производительности машины.

Необходимая мощность электродвигателя $N_{общ}$ машины рассчитывается:

$$N_{общ} = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta}, \text{ Вт}; \quad (19)$$

где N_1 – мощность на резание продукта, Вт;

N_2 – мощность на преодоление трения продукта с рабочим органом, Вт;

N_3 – мощность, необходимая для подачи продукта на рабочий орган;

η – КПД привода машины.

Определение аналитическим путем полной работы или усилий на процесс резания пищевых продуктов является неточным из-за влияния большого числа факторов. Поэтому динамические нагрузки и энергию на резание дисковым ножом при качательном способе подачи продукта определяли экспериментальным путем.

Для экспериментального исследования процесса резания, энергозатрат, крутящего момента на валу дискового ножа и нагрузок на рычаге подачи разработан универсальный экспериментальный стенд [3], позволяющий в режиме реального времени регистрировать эксплуатационные параметры процесса резания дисковым ножом при качательном способе подачи.

Были приняты следующие постоянные значения: толщина нарезания – 0,015 м, угол заточки ножа – 12°, частота вращения ножа – 320 об/мин⁻¹, скорость подачи – 0,65 м/с, диаметр ножа $D = 0,3$ м, поперечное сечение продукта $S = 0,01$ м².

Согласно разработанной методике экспериментальных исследований, определялся крутящий момент на валу дискового ножа $M_{рыч} = f(t)$ и потребляемая мощность машины $N = f(t)$.

В результате обработки результатов экспериментальных исследований было получено полиномиальное уравнение изменения крутящего момента на валу дискового ножа в пределах рабочего цикла:

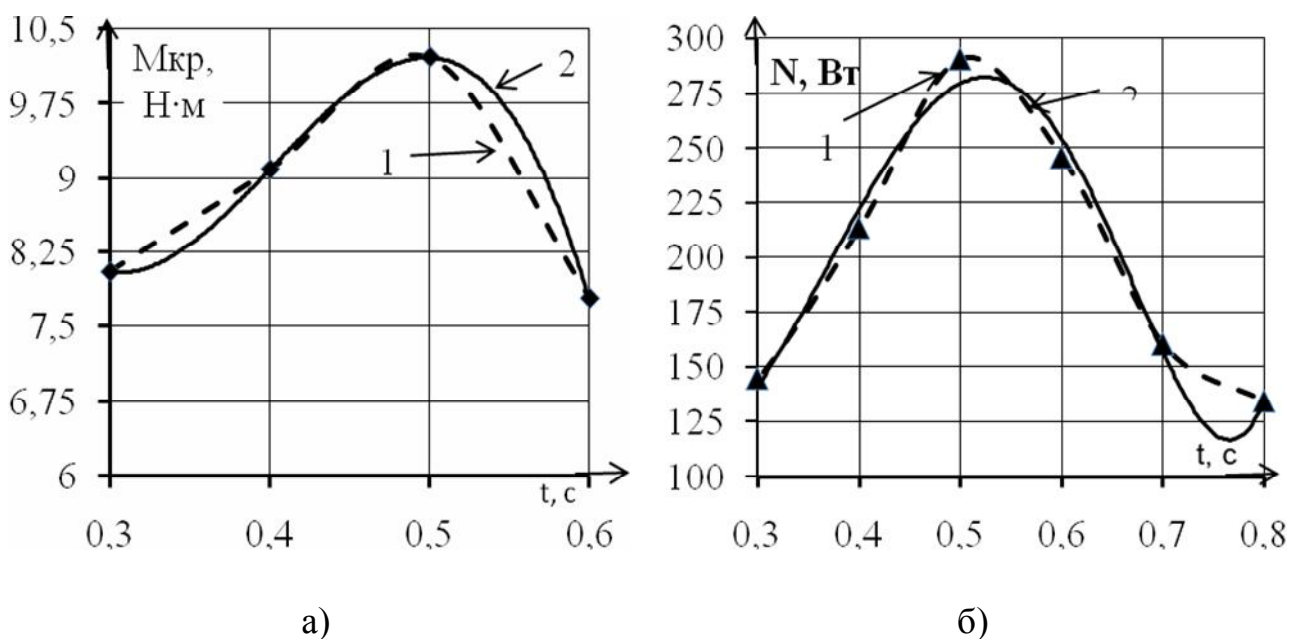
$$M_{кр}(0,3...0,7) = -86,617 \cdot t^2 + 78,286 \cdot t - 7,817; R^2 = 0,82. \quad (20)$$

В интервале времени 0,3...0,7 с значения крутящего момента на валу и рычаге возрастает до максимума $M_{крmax} = 10,2$ Н (рисунок 3, а). В этом интервале времени происходит взаимодействие дискового ножа и продукта.

Как показано на рисунке 3б в пределах резания аппроксимация потребляемой мощности машины, в интервале времени $t = 0,3...0,7$ с, описывается полиномом:

$$N_{общ}(0,3...0,7) = 55924 \cdot t^5 - 110502 \cdot t^4 + 74282 \cdot t^3 - 20011 \cdot t^2 + 2299,9 \cdot t + 5,7; \quad (21)$$

$$R^2 = 0,87.$$



1 – изменение по осциллограмме; 2 – аппроксимация

Рисунок 3 – Зависимости изменения крутящего момента на валу (а) дискового ножа и потребляемой мощности машины (б) в пределах резания

Нагрузка в процессе резания дисковым ножом при качательном способе подачи носит циклический характер. Возрастание и снижение нагрузки объясняется изменением длины дуги резания.

Адекватность математических моделей процесса резания определяли с помощью среднего процента расхождения теоретических и экспериментальных значений:

$$\bar{k} = \frac{1}{n} \sum \frac{|Y_{эксп} - Y_{теор}|}{Y_{теор}} \cdot 100\%, \quad (22)$$

Расхождение значений крутящего момента на валу дискового ножа составило $\bar{k} = 6,6\%$, а потребляемой мощности процесса резания – $\bar{k} = 5,6\%$. Полученная методика расчета параметров резания дисковым ножом при качательном способе подачи пищевого продукта повышает эффективность проектирования машин, точность описания протекающих закономерностей процесса резания и позволяет установить рациональные режимы и параметры процесса резания пищевых продуктов.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Получены выражения для расчета, определения крутящего момента на валу дискового ножа, момента сил трения о дисковый нож и мощности электродвигателя машины.

Разработанная методика расчета параметров процесса резания дисковым ножом при качательном способе подачи пищевого продукта дает возможность определить технологические, кинематические, динамические и энергетические параметры.

Перспективы дальнейших исследований направлены на учет физико-механических свойств и реологических характеристик пищевых продуктов с конструктивными параметрами процесса резания.

Список литературы / References:

1. Карпов В.И. Технологическое оборудование рыбообрабатывающих предприятий / В.И. Карпов. – М.: Колос, 1993. – 304 с.
Karpov, V.I. (1993), *Tehnologicheskoe oborudovanie ryboobrabatyvayuschih predpriyatij* [Technological equipment fish processing enterprises], Kolos, Moscow, Russia.
2. Заплетников И.Н. Кинематическое исследование механизма подачи продукта / И.Н. Заплетников, А.К. Пильненко // Сб. науч. трудов ОНАПТ. – Одесса: ОНАПТ, 2012. – Вып. 41, т. 2. – С. 115-120.
Zapletnikov, I.N. and Pilnenko, A.K. (2012), “A kinematic research feed mechanism product”, *Sb. nauch. trudov ONAPT*, Issue 41, Vol. 2, pp. 115-120.
3. Заплетников І.М. Розробка експериментального стенда комплексного дослідження експлуатаційних характеристик машин для нарізання гастрономічних продуктів / І.М. Заплетников, А.К. Пильненко // Обладнання та технології харчових виробництв. – 2005. – Вип. 13, Т. 2. – С. 160-165.
Zapletnikov, I.M. and Pilnenko, A.K. (2005) “Development of an experimental stand complex research operational characteristics machines for cutting gastronomic products”, *Obladnannya ta tekhnologii kharchovykh vyrobnyctv: temat. zb. nauk. prac'*, Issue. 13, Vol. 2, pp. 160-165.

Мета. Розробити методику розрахунку параметрів процесу різання харчового продукту дисковим ножом з коливальним способом подачі. Виконати обґрунтування та перевірку інженерної методики за допомогою експериментальних досліджень.

Методика. У роботі використовується графоаналітичний метод визначення напрямку сил і моментів, прикладених до кромочної частини дискового ножа.

Для одержання кінематичних і динамічних залежностей різання дисковим ножом за коливального способу подачі харчового продукту застосовується аналітичний метод дослід-

дження. Обґрунтування та перевірка розробленої методики розрахунку проводилась методом проведення експериментального дослідження.

Використовуються сучасні методики проведення дослідження, а також математична обробка отриманих результатів за допомогою сучасних комп'ютерних програм.

Результати. Отримано вирази для розрахунку, визначення обертового моменту на валу дискового ножа, моменту сил тертя об дисковий ніж та потужності електродвигуна машини.

Розроблена методика розрахунку параметрів процесу різання дисковим ножом за коливального способу подачі харчового продукту дає можливість визначити технологічні, кінематичні, динамічні та енергетичні параметри.

Наукова новизна. Розроблено методику розрахунків параметрів процесу різання дисковим ножом, яка враховує вплив конструктивних і кінематичних характеристик на експлуатаційні параметри машини.

Експериментально підтверджено можливість використання методики розрахунку під час конструювання машин для нарізання харчових продуктів.

Практична значущість. Інженерна методика розрахунків параметрів застосовується для проектування, розрахунків і оптимізації процесу, конструкції машин для нарізання харчових продуктів з коливальним способом подачі продукту. Отримана методика підвищує ефективність розрахунків, точність опису закономірностей, що протікають, процесу різання й дозволяє встановити раціональні режими й параметри процесу різання харчових продуктів.

Ключові слова: параметри процесу різання, дисковий ніж, коливальний спосіб подачі.

Objective. Develop a methodology for calculating the parameters of cutting food with a knife disc rocking way to file. The justifications and test engineering techniques from experimental studies.

Methods. We use graphic-analytical method for determining the direction of the forces and moments applied to the edge portion of the disk blade.

To obtain the kinematic and dynamic relationships with a knife cutting disc rocking way to supply food the analytical method of the study. Substantiation and verification method of calculation was carried out by a pilot study.

Use of modern methods of conducting research, and mathematical treatment of the results obtained with the help of modern computer programs.

Results. Expressions are obtained for the calculation, the torque on the shaft of circular knife, friction torque of the rotary blade and motor power machine.

The method of calculation of parameters of cutting disc with a knife swinging way to supply food allows us to determine the technological, kinematic, dynamic and energetic parameters.

Academic novelty. The method for calculating the parameters of rotary knife cutting process, which takes into account the impact of structural and kinematic characteristics of the performance parameters of the machine.

Experimentally confirmed the possibility of using the calculation method in the construction of machines for cutting food.

Practical importance. Engineering method for calculating the parameters used for the design, calculation and optimization of the process, the design of machines for cutting food with rocking way to file a product. The resulting method improves the calculation accuracy of the description of the cutting process occurring patterns and allows a rational modes and parameters of cutting food.

Key words: parameters of the cutting process, circular knife, swinging way to feed.

Рекомендовано к публикации д-ром техн. наук,
проф. Михайловым А.Н.

Дата поступления рукописи 28.01.2013 г.