

Динамический анализ процесса рубки биосырья на математической модели.

ИВАШОВ В.И., ДУЙДЕНКО Б.Н., ЮРКОВ С.Г., АНДРЕЕНКОВ В.А. и ГОРБАТОВ А.В.

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, Москва, СССР

В мясной промышленности широко применяется рубящее резание (рубка) для измельчения шашлычного мяса и мясoproductов. Рубка производится пластинчатыми ножами в устройствах гильотинного типа и резательных машинах с вращающимися ножами. Различные схемы процесса рубки, используемые в этих измельчителях, описываются математической моделью процесса рубки, разработанной на основе теории распространения плоских волн в вязко-упругих и упруго-пластических биоматериалах. В работе произведен анализ на данной модели различных схем процесса рубки биосырья с целью получения расчетных соотношений для определения силовых параметров процесса резания. Получены соотношения, позволяющие производить расчет геометрических размеров пластинчатых ножей, кинематических и силовых параметров процесса рубки практически для все применяемых в мясной промышленности машин и устройств, реализующих процесс рубки, и могут быть использованы в других отраслях промышленности, связанных с переработкой сырья биологического происхождения.

A dynamic analysis of biological material chopping, using a mathematical model

Chopping is widely practiced in the meat industry for disintegrating plated meat and meat products.

Chopping is done with plate knives in the devices of the guillotine-type and in cutters with rotating knives. Various schemes of the chopping process involved in these size-reducing machines are related with the mathematical model of this process, developed on the basis of the theory of plane wave propagation in visco-elastic and elasto-plastic biological materials. Using the described model, various biomaterials chopping schemes are analyzed with the purpose of deriving estimated relations for determining force parameters of the chopping process. Interrelationships are presented to calculate the geometrical dimensions of the plate knives, of the kinematic and force parameters of the chopping process practically for all the chopping machines and devices applied in the meat industry; they can be used in other industries processing materials of the biological origin.

В мясной промышленности широко применяется рубящее резание (рубка) для измельчения пластованного мяса и мясопродуктов.

Рубка производится пластинчатыми ножами в устройствах гильотинного типа и резательных машинах с вращающимися ножами. Различные схемы процесса рубки, используемые в этих измельчителях описываются математической моделью процесса рубки, разработанной на основе теории распространения плоских волн в вязко-упругих и упруго-пластических биоматериалах I. Данная модель построена для общей схемы процесса рубки, которая представлена на рис. I.

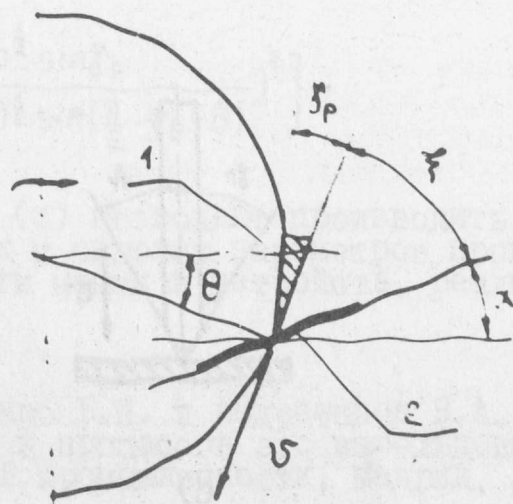


Рис. I. Общая схема процесса рубки.

I - пластинчатый нож; 2 - биоматериал.

Fig. 1. The general scheme of chopping.

1 - a plate knife; 2 - a biological material

Согласно используемой модели усилие рубки P для общей схемы определяется по формуле:

$$P = \delta h B \left\{ 1 - \left[1 - \frac{U a \rho^{\frac{1}{2}} \sin \delta_P}{2(B a)^{\frac{1}{2}} \sin(\pi/2 - \delta_P + \theta + \alpha)} \right]^2 \right\}. \quad (I)$$

Здесь a и B — некоторые константы материала сырья; ρ — плотность материала; δ — длина лезвия ножа; h — толщина материала; α — угол подачи сырья; δ_P — угол заточки пластинчатого ножа; θ — угол встречи ножа с материалом; U — скорость лезвия пластинчатого ножа;

ξ — угол между направлением движения лезвия ножа и плоскостью опоры.

В резательных машинах и устройствах используются различные варианты общей схемы процесса рубки. Если принять $\theta = 0$, $\alpha = 0$, $\xi = \pi/2$ приходим к гильотинной рубке сырья пластинчатым ножом с односторонней (рис.2а) и двухсторонней заточкой (рис.2б). Для резательных машин с вращающимися пластинчатыми ножами используется схема со следующими параметрами $0 \leq \theta < \pi/2$ $\alpha = 0$ (рис.2в).

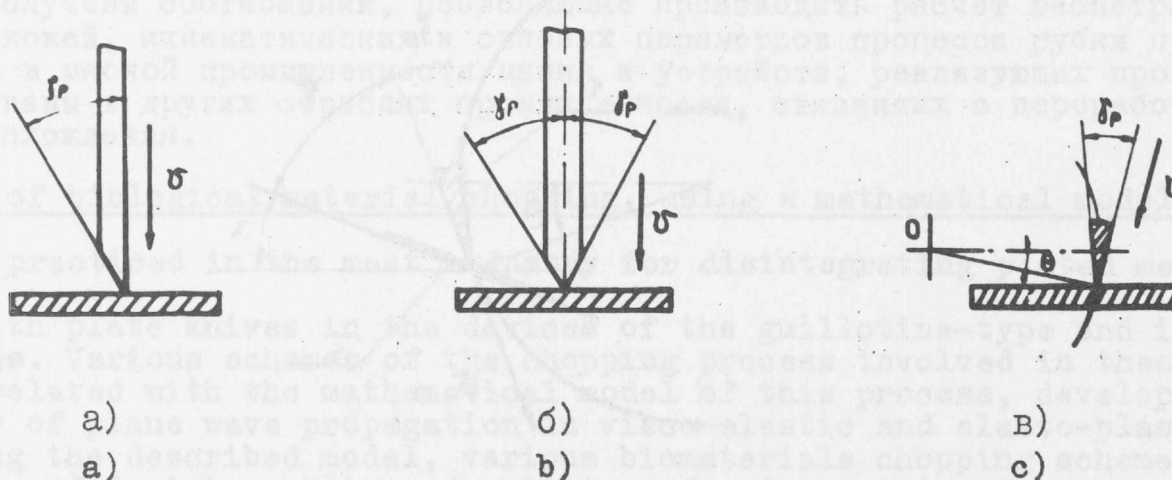


Рис.2. Схемы рубки сырья пластинчатыми ножами.

а — рубка ножом с односторонней заточкой; б — рубка ножом с двухсторонней заточкой; в — рубка вращающимся ножом.

Fig. 2. Schemes of raw material chopping with plate knives.

a- chopping with a knife with one-sided sharpening; b- chopping with a knife with two-sided sharpening; c- chopping with a rotating knife.

Соответствующие рассмотренным схемам процесса рубки формулы для расчета усилия рубки имеют следующий вид:

1) Рубка ножом с односторонней заточкой

$$P = b h B \left\{ 1 - \left[1 - \frac{\sigma a p^{\frac{1}{2}} \operatorname{tg} \gamma_P}{2 (B a)^{\frac{1}{2}}} \right]^2 \right\}; \quad (2)$$

2) Рубка ножом с двухсторонней заточкой

$$P = 2 b h B \left\{ 1 - \left[1 - \frac{\sigma a p^{\frac{1}{2}} \operatorname{tg} \gamma_P}{2 (B a)^{\frac{1}{2}}} \right]^2 \right\}; \quad (3)$$

3) Рубка вращающимся ножом

$$P = b h B \left\{ 1 - \left[1 - \frac{\sigma a p^{\frac{1}{2}} \sin \gamma_P}{2 (B a)^{\frac{1}{2}} \sin \left(\frac{\pi}{2} - \gamma_P + \theta \right)} \right]^2 \right\}. \quad (4)$$

Полученные соотношения (2), (3) и (4) позволяют производить расчет геометрических размеров пластинчатых ножей, кинематических и силовых параметров процесса рубки практически для всех применяемых в мясной промышленности машин и устройств, реализующих процесс рубки.

Литература:

Г. Ивашов В.И., Юрков С.Г., Дуйденко Б.Н. и Андреевков В.А. Моделирование механических свойств коллагенсодержащего сырья и процессов его измельчения. — В кн. XXVIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности, Мадрид, 1982, с.521-524.

Literature:

1. Ivashov V.I., Yurkov S.G., Duidenko B.N., Andreyenkov V.A. Modelling of the mechanical properties of the collagenous raw material and of the processes of it's cutting. — In XXVIII European Congress of Scientific workers of Meat Industry, Madrid, 1982, 521-524.