

РАСЧЕТ ЦЕНТРОИДНОГО МЕХАНИЗМА МАШИНЫ ДЛЯ РАСЧЛЕНЕНИЯ ТУШЕК ПТИЦЫ

Канд. техн. наук Б.В. Куликов,
Н.Н. Слепнев,
А.К. Шаповалов

НПО "Комплексо"

Увеличение производства полуфабрикатов из мяса птицы невозможно без механизации операций их изготовления, в том числе расчленения тушек, представляющего собой процесс взаимодействия лезвия ножа с мышечными и костными тканями.

Мясо-костное сырье обладает анизотропными структурно-механическими свойствами, способными изменяться в зависимости от технологической схемы расчленения тушки в пределах, ограниченных свойствами мышечной и костной ткани.

Разрезание мышечной и костной ткани существенно различается по своим параметрам [1-3] и должно быть дифференцировано в зависимости от их свойств. Так, разрезание преимущественно костных тканей (расчленение вдоль позвоночника) наиболее рационально осуществить методом импульсной рубки пластинчатым ножом [1,2], что позволит практически исключить отходы сырья, снизить энергозатраты, улучшить условия труда.

Реализация принципа импульсной рубки осуществляется при помощи устройств, рабочим органом которых придается высокоскоростное движение в перпендикулярном или близком к перпендикулярному направлению к поверхности резания. Современная техника имеет большое разнообразие таких устройств [4].

Для рубки тушек птицы целесообразно использовать механизмы с симметричным двукратным изменением скорости вращения ведомого звена. Наиболее простым и перспективным является центроидный ме-

ханизм с круглым эксцентриковым ведущим и некруглым ведомым колесом с равной длиной centroид.

Такой механизм позволяет сообщить лезвию ножа необходимую максимальную скорость движения в момент рубки, наиболее полно и рационально использовать кинетическую энергию. Все звенья механизма, в том числе ведомое, небольшого размера, он способен передавать большие крутящие моменты, конструктивно прост. Единственным фактором, сдерживающим широкое применение механизмов подобного типа в машиностроении, является сложность изготовления некруглых колес. Однако в последние годы разработаны способы нарезания зубчатых некруглых колес на обычных зуборезных станках по методу обката. Применение центроидных механизмов позволяет успешно решать многие технические задачи, в том числе осуществить импульсную рубку тушек птицы на оптимальных режимах.

Применение зубчатого центроидного механизма при рубке тушек птицы предполагает его полный кинематический и динамический расчет. Расчет графическими методами и по приближенным формулам нельзя считать удовлетворительным, так как погрешности могут привести к сбоям при работе механизма и машины в целом. Поэтому при разработке общей методики аналитического расчета центроидного механизма на первом этапе рассчитывается центроид некруглого колеса, сопряженного с круглым эксцентричным колесом. Применение приближенных формул не позволяет точно осуществить условие замкнутости центроида некруглого колеса, что обходится различными методами, в частности с помощью вычислительной техники для нахождения эллиптических интегралов, возникающих при математическом описании расчета.

На алгоритмическом языке ФОРТРАН (ЭВМ СМ-4) была создана программа расчета центроида некруглого колеса, сопряженного с круглым эксцентричным колесом, при условии симметричности закона изменения передаточного числа. Входные параметры этой программы, заданные из конструктивных соображений, следующие:

Z - число зубьев круглого колеса; m - модуль зубьев;
 ε - относительный эксцентриситет; n - число оборотов
круглого эксцентричного колеса, приходящееся на один оборот сопряженного колеса.

Шагом зубчатого колеса t называется расстояние между двумя одноименными (правыми или левыми) профилями соседних зубьев, измеренное по дуге центроида (в случае круглого колеса - по окружности). Модуль зубьев m определяется через шаг зубьев t в соответ-

ствии с формулой

$$t = \tau_m \quad (1)$$

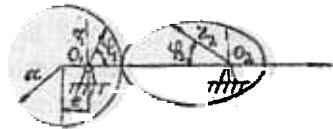
из которой следует, что радиус круглого колеса a выражается через модуль зубьев m так

$$a = \frac{Zt}{2} = \frac{Zm}{2} \quad (2)$$

а линейный эксцентриситет e определяется из равенства

$$l = ae \quad (3)$$

Эксцентриситет e должен удовлетворять некоторым конструктивным требованиям, которые рассмотрены ниже.



Полярная ось

Рис. I. Соприжение круглого колеса, эксцентричного относительно центра вращения, с некруглым колесом.

Через центры вращения O_1 круглого и O_2 некруглого колес проведем полярную ось в соответствии с рисунком I и определим начало отсчета полярных углов φ_1 для эксцентричной окружности и φ_2 для некруглого колеса. Уравнение центроиды круглого колеса, рассмотренной как эксцентричная окружность, примет вид

$$r_1(\varphi_1) = \sqrt{a^2 - e^2 \sin^2 \varphi_1} - e \cos \varphi_1 \quad (4)$$

Если A - межцентровое расстояние колес, то относительное межцентровое расстояние d колес равно

$$d = \frac{A}{a} \quad (5)$$

Уравнение центроиды второго колеса можно получить из равенства

$$r_2 = A - r_1 \quad (6)$$

функции передаточных чисел соответственно с (4), (5), (6)

имеет вид

$$i_{12}(\varphi_1) = \frac{r_2(\varphi_2)}{r_1(\varphi_1)} = \frac{d}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_1} - e \cos \varphi_1} - 1, \quad (7)$$

$$i_{21}(\varphi_1) = \frac{r_1(\varphi_1)}{r_2(\varphi_2)} = \frac{d}{d - \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_1} + e \cos \varphi_1} - 1. \quad (8)$$

Относительное межцентровое расстояние d колес находится из условия замкнутости центроиды некруглого колеса

$$\frac{2\pi}{n} = \int_0^{2\pi} i_{21}(\varphi_1) a \varphi_1 \quad (9)$$

где функция $i_{21}(\varphi_1)$ имеет параметр d (см. 8).

Интегральное соотношение (9) разрешается относительно параметра d методом последовательных приближений, легко осуществимым на ЭВМ.

Полярный угол φ_2 можно определить из зависимости

$$\varphi_2 = \int_0^{\varphi_1} i_{21}(\varphi_1) d\varphi_1 \quad (10)$$

Для определения параметра d из (9), (8) и угла $\varphi_2(\varphi_1)$ (10) применяются обычные методы численного интегрирования (например, интегрирование по формуле трапеций и интегрирование по формуле Симпсона). Итак, меняя φ_1 , определяем r_1 из (4), далее d из (9), (8), затем r_2 из (5), (6) и наконец φ_2 из (10).

Декартовы координаты центроиды некруглого колеса определяются следующим образом:

$$x_2 = r_2 \cos \varphi_2; \quad y_2 = r_2 \sin \varphi_2 \quad (11)$$

Приведенная методика аналитического расчета позволяет с помощью ЭВМ быстро и точно получить координаты точек центроиды некруглого колеса, сопряженного с круглым эксцентриковым колесом. Необходимое количество точек центроиды выбирается произвольно и должно быть достаточным для ее графического построения по приведенной методике.

Нами рассчитана центроида некруглого колеса центроидного механизма для машины по расчленению тушек цыплят-бройларов производительностью 1200 штук в 1 ч. Из конструктивных соображений приняты следующие начальные условия:

$$z = 40, \quad m = 4, \quad e = 0,625, \quad n = 1,$$

число точек центроиды $N = 100$.

На ЭВМ были получены координаты 100 точек. Числовая угловая погрешность $6 \cdot 10^{-3}$ рад меньше погрешности, возникающей при изготовлении зубчатого некруглого колеса и не влияет на качество зацепления колес. Соединив рассчитанные точки кривой, получим центроиду колеса O_2 .

Рассчитано, что $r_{2\max} = 95$, $r_{2\min} = 30$, откуда

$$i_{\max} = \frac{r_{2\max}}{r_{1\min}} = \frac{95}{30} = 3,17.$$

При скорости вращения n_1 ведущего колеса O_1 , равной 20 об/мин, максимальная мгновенная скорость n_2 ведомого колеса O_2 равна $n_1 i_{\max}$, или $n_2 = 20 \cdot 3,17 = 63,4$ об/мин.

При радиусе вращения режущей кромки ножа $R_n = 0,2$ м линейная скорость его вращения

$$V_n = 2\pi R_n \cdot n_2, \quad (12)$$

или $V_n = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \cdot 63,4 = 1,33$ м/сек.

Эта скорость, как показали экспериментальные исследования, обеспечивает хорошее качество рубки, соответствующие его нормативным требованиям.

Приведенная методика расчета центриды некруглого колеса предполагает изготовление центриды этого механизма с зубчатым зацеплением. В ряде случаев технические возможности предприятия не позволяют произвести нарезку зубьев некруглого колеса по методу обката, а зубофрезерование по методу копирования не может быть применено технологичным из-за сложности процесса, его низкой производительности и недостаточной точности.

Рациональной представляется замена зубчатого зацепления цепочным (рис.2), что исключает процесс зубонарезки некруглого колеса.

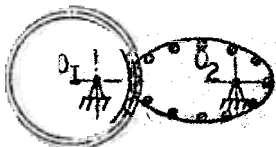


Рис. 2. Цепочное зацепление круглого колеса, эксцентричного относительно центра вращений, с некруглым колесом.

Замена зубьев некруглого колеса на цепки также предполагает точный расчет координат цепок. Такой расчет проведен при помощи составленной нами программы расчета центриды некруглого колеса на алгоритмическом языке ФОРТРАН (ЭВМ СМ-4). Входными были те же параметры программы, что и при расчете центриды некруглого колеса зубчатого центридного механизма, изменились лишь численные значения.

Так как количество цепок на центриде некруглого колеса должно быть значительно меньше количества зубьев, то численные значения этих параметров принимаются следующими:

- число зубьев круглого колеса $z = 20$;
- модуль зубьев круглого колеса $m = 8$;
- относительный эксцентриситет $\epsilon = 0,625$;
- число оборотов круглого эксцентрикового колеса, приходящееся на один оборот сопряженного колеса $n = 1$

При $n = 1$ количество цепок должно соответствовать количеству зубьев, то есть $N_{ц} = z$, или $N_{ц} = 20$.

Как известно из теории механизмов [5], особенностью цепочного зацепления является центридный профиль зуба зубчатого колеса. Зубья с центридным профилем могут быть нарезаны при помощи специальной фрезы, долбяка или рейки по методу копирования или обката.

Таким образом, замена центридного зубчатого механизма на центридный механизм с цепочным зацеплением позволяет перейти к нарезанию зубьев только круглого колеса, что значительно упрощает технологию изготовления всего механизма.

Диаметр цепок выбирается по общеизвестным методикам [5].

Рассмотренные методики расчета центридных механизмов с зубчатыми и цепочными зацеплениями дают возможность широкого их использования в практике резки мясо-костного сырья, в частности при разделении тушек цыплят бройлеров.

Л и т е р а т у р а

1. Горюновский С.И. Импульсное резание компактной костной ткани. Автореф. канд.дисс., М., 1983.
2. Кудряков Б.В. Исследование импульсного резания и структурно-механических свойств костной ткани с целью разработки соответствующего оборудования. Автореф. канд.дисс., М., 1979.
3. Позныш А.Н. Исследование способов и режимов резания мяса с учетом его структуры. Автореф. канд.дисс., М., 1973.
4. Чижикова Т.В. Машины для измельчения мяса и мясных продуктов. "Легкая и пищевая промышленность" М., 1982.

УСТАНОВКА ФИЛЬТРАЦИИ И ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ЯЙЧНОЙ МАССЫ

Канд. биол. наук Т.И. Петров
Б.И. Лифшиц, С.С. Кругалев
В.И. Засыпкин

ИПО "КоммЛанс"

Фильтрация, проводимая с целью очистки яйцемассы от посторонних примесей (скорлупа, пленки, градинки) и перемешивания белка и желтка, являются тем звеном технологического процесса, от которого в значительной мере зависит качество готового продукта. Для осуществления этих операций используют, как правило, нестандартное, изготовленное кустарным способом оборудование или молочные фильтры устаревших конструкций. В то же время известен широкий ассортимент специализированного зарубежного оборудования (фирмы Голландии, Дании, Югославии), предназначенного для этих целей.

На основе зарубежного опыта и собственных исследований установлено, что фильтры с металлическими перегородками, имеющие отверстия до 2 мм, позволяют получить качественный продукт, отвечающий требованиям стандарта. На этом принципе был сконструирован, изготовлен и испытан двойной фильтр, состоящий из двух цилиндрических стаканов, установленных параллельно на вертикальной стойке. В них последовательно расположены фильтрующие элементы — цилиндр и гильза, которые могут быть изготовлены из перфорированной ленты с круглыми отверстиями или ленты с просеченными металлическими отверстиями размером соответственно 1,6 и 1,2 мм. Цилиндр и гильза стягиваются пробкой и при необходимости легко собираются и разбираются. В основании стаканов имеются патрубки для входа яйцемассы с отверстием для спуска остатков. Патрубки в верхней части служат для выхода очищенной яйцемассы, они