

УДК 627

## **Зависимость качества измельчения от площадей полезных сечений механизма экструдирования и резания волчка**

**Зуев Н.А., Савельева О.В., Пальчиков А.Н., Андрощук В.О.**

zuev.nikolay@list.ru

Университет ИТМО

Институт холода и биотехнологий

921002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

*В волчках для снижения вредного воздействия давления, смятия и отжима сырья и обеспечения высокого качества готового продукта уже при транспортировке его к ножам необходимо создание щадящего режима.*

**Ключевые слова:** давление, площадь полезного сечения, экструзия.

---

## **The dependence of the quality of crushing of areas of useful sections of the mechanism extruding and cutting of meat Vince**

**Zuev N.A., Savelyeva O.V., Palchikov A.N., Androchuk V.O.**

zuev.nikolay@list.ru

University ITMO

Institute of Refrigeration and Biotechnologies

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

*In meat-mince to harmful effects of pressure, crushing and extraction of raw materials and ensure the high quality of the finished product is in transit to its knives to create gentle treatment.*

**Keywords:** pressure, a useful cross-section area, extrusion.

---

Изменения площадей полезных сечений, изменения скорости потока, возникновение завихрений и перепады давлений отрицательно сказываются на качестве сырья. Все гидравлические потери в корпусе для шнека делятся на два типа: потери на трение по рабочим поверхностям и местные потери, вызванные изменением размеров и конфигурации русла.

Если не рассматривать неньютоновскую природу мясного фарша, то можно для оценочного анализа использовать формулы гидравлики [1,2,3]. Тогда изменение напора  $\Delta h$  и изменение давления  $\Delta P$  определяются эмпирическими формулами Дарси-Вейсбаха, характерной особенностью которых является наличие эмпирического коэффициента специально подобранных параметров:

$$\Delta h = \xi \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

где  
 $\Delta h$  - потери напора на гидравлическом сопротивлении;  
 $\xi$  - коэффициент местного сопротивления;  
 $V$  – средняя скорость течения жидкости;  
 $g$  – ускорение свободного падения;

Изменение давления  $\Delta P$  на гидравлических сопротивлениях:

$$\Delta P = \xi \frac{V^2}{2} \cdot \rho \quad (2)$$

где  $\rho$  - плотность жидкости.

Местные гидравлические сопротивления – это увеличение или уменьшение полезного сечения в русле течения сырья. В измельчительном механизме волчка увеличение полезного сечения происходят при движении сырья:

- от подрезного неподвижного ножа к первому вращающемуся ножу;
- от первой решетки к вращающемуся ножу;

Уменьшение полезного сечения происходит при движении сырья:

- от шнека к подрезному ножу;
- от первого вращающегося ножа к первой решетке;
- от второго вращающегося ножа ко второй решетке.

При **внезапном расширении** сечения коэффициент  $\xi$  определяется :

$$\xi = \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)^2 \quad (3)$$

При **внезапном сужении** коэффициент  $\xi$  определяется:

$$\xi = 0,5 \left(1 - \frac{S_2}{S_1}\right) = 0,5 \left(1 - \frac{1}{n}\right) \quad (4)$$

Где  $n = S1/S2$  - степень сужения.

Для анализа этих изменений и исследования процессов экструдирования и резания сырья определяется площадь полезных сечений в зонах:

- загрузки,
- уплотнения,
- приемной решетки,
- первого ножа,
- первой решетки,
- второго ножа,
- выходной решетки.

1. Площадь  $S_1$  полезного сечения зоны загрузки и зоны уплотнения в корпусе для шнека

$$S_1 = \pi (r_1^2 - r_2^2), \quad (5)$$

где

$r_1$  – радиус внутреннего канала корпуса шнека,

$r_2$  – радиус вала шнека,

2. Площадь  $S_2$  полезного сечения приемной решетки

$$S_2 = \pi (r_3^2 - r_4^2) - n l a, \quad (6)$$

где

$r_3$  – радиус внутреннего обода приемной решетки,

$r_4$  – радиус наружного обода ступицы,

$l$  – длина режущей перемычки,

$a$  – ширина режущей перемычки,

$n$  – число режущих ножей.

3. Площадь полезного сечения первого ножа

$$S_3 = \pi (r_5^2 - r_6^2) - 4b(m - c/2), \quad (7)$$

где

$r_5$  – наружный радиус ножа,

$r_6$  – радиус ступицы ножа,

$b$  – длина режущей кромки ножа,

$c$  – ширина лезвия,

$m$  – ширина торца лезвия

4. Площадь  $S_4$  полезного сечения первой решетки:

$$S_4 = \pi r_7^2 \cdot \kappa - S_n, \quad (8)$$

где

$r_7$  – радиус отверстия первой решетки,

$\kappa$  – число отверстий первой решетки,

$S_n$  – площадь перекрытия отверстий одной лопастью ножа.

$$S_n = \pi r_7^2 \cdot n_1 \cdot n_2, \quad (9)$$

где

$n_1$  – число лопастей,

$n_2$  – число отверстий, перекрытых одной лопастью,

5. Площадь  $S_5$  полезного сечения второго ножа

$$S_5 = \pi (r_5^2 - r_6^2) - 4b(m - c/2), \quad (10)$$

6. Площадь  $S_6$  полезного сечения второй решетки

$$S_6 = \delta r_8^2 \cdot \kappa_1 - S_{n1}, \quad (11)$$

где

$r_8$  – радиус отверстия второй решетки,

$\kappa_1$  – число отверстий второй решетки,

$S_{n1}$  – площадь перекрытия отверстий одной лопастью ножа.

$$S_{n1} = \pi r_8^2 \cdot n_1 \cdot n_2, \quad (12)$$

где

$n_1$  – число отверстий, перекрытых одной лопастью

$n_2$  – число лопастей ножа,

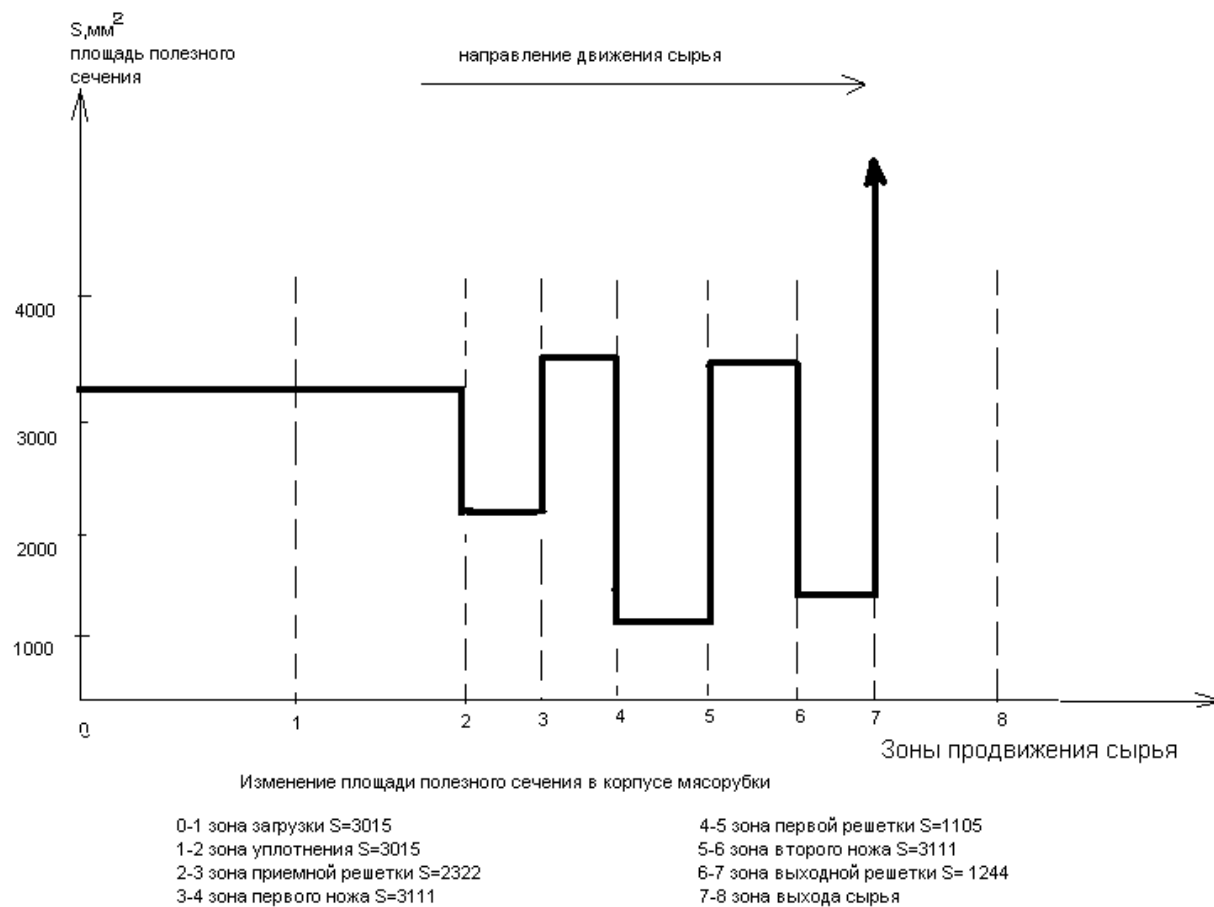


Рис. 1. Изменение площади полезного сечения в корпусе мясорубки.

На рис.1 показано изменение площади полезного сечения в корпусе шнека с решетками диаметром 82 мм и двумя ножами. В корпусе шнека при такой компоновке режущего инструмента (наиболее употребительной) изменение полезного сечения происходит пять раз. Полезное сечение имеет значительные колебания от  $3015 \text{ мм}^2$  до  $1105 \text{ мм}^2$ . Перепады полезных сечений вызывают изменение давлений и, следовательно, ухудшение качества измельчаемого сырья.

Для создания щадящего режима обработки сырья целесообразно обеспечить постоянство или наименьшие перепады полезных сечений в корпусе шнека на всем пути его перемещения.

Увеличение полезного сечения приемной решетки (коэффициента использования полезного сечения приемной решетки) возможно уменьшением радиуса  $r_4$ , увеличением радиуса  $r_3$  и уменьшением ширины режущей перемычки  $a$ . Это позволит увеличить площадь полезного сечения приемной решетки до 12%.

Увеличение площади полезного сечения ножа (коэффициента использования полезного сечения ножа) достигается уменьшением радиуса  $r_6$  ступицы, уменьшением ширины  $d$  лезвия ножа. Это позволит увеличить площадь полезного сечения ножа до 15%.

На всем пути перемещения сырья в корпусе шнека решетка имеет наименьшую полезную площадь сечения. Для увеличения площади полезного сечения (коэффициента использования полезного сечения измельчительной решетки) целесообразно увеличить плотность размещения отверстий и увеличить их число путем выноса врезной шпонки за пределы наружного диаметра решетки. Это позволит увеличить полезное сечение до 20%. Изменение конструкции шпонки позволяет при сохранении габаритов корпуса шнека и соответственно всей мясорубки увеличить длину лезвия ножа на размер равный глубине ликвидированного шпоночного паза в решетке. Увеличение длины лезвия ножа повышает производительность измельчения.

### Список литературы:

1. Антипов С.Т., Кретов И.Т., Остриков А.Н., Панфилов В.А., Ураков О.А. Машины и аппараты пищевых производств. В 2х кн.: Учеб. для вузов /Под ред. Акад. РАСХН Панфилова В.А. / – М.: Высш. шк., 2009. – 1383 с.
2. Бредихин С.А. Технологическое оборудование для мясокомбинатов – М.: ..Колос, 1994. – 324 с.
3. Виноградов Ю.Н., Косой В.Д., Новак О.Ю. Проектирование мясомолочной отрасли и рыбоперерабатывающих производств. – СПб.,: ГИОРД, 2005. – 330 с.
4. Гейер В.Г., Дулин В.С., Заря А.Н. Гидравлика и гидропривод.-М.: Учеб. для вузов.- Недра, 1991.- 675с.
5. ГОСТ 28532 – 90 Волчки. Общетехнические требования. М. Госкомитет СССР по управлению качеством продукции и стандартизации. 1990. – С. 5.
6. ГОСТ 28533 – 90 Режущий инструмент волчка. Типы, основные размеры и технические требования. М. Изд-во стандартов. 1990. – С. 5
7. ГОСТ 20469 – 95 Электромясорубки бытовые. Технические условия.

- Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск. Изд-во стандартов. 1998. –17 с.
8. ГОСТ 12.2 135 – 95 Оборудование для переработки продукции в мясной и птицеперерабатывающей промышленности. Общие требования безопасности, санитарии и экологии. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск. Изд-во стандартов. 1995. – 51 с.
  9. ГОСТ 30146 – 95 Машины и оборудование для производства колбасных изделий и мясных полуфабрикатов. Общие технические условия. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск. Изд-во стандартов. 1995. – 9 с.
  10. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. – СПб.: ГИОРД, 2010 .- 734 с.
  11. Ковалевский В.И. Проектирование технологического оборудования линий мясной промышленности. – СПб.: ГИОРД, 2007 .- 316 с.
  12. Корнюшко Л.М. Оборудование для производства колбасных изделий. –М.: Колос., 1993.- 299 с.
  13. Кошевой Е.П. Практикум по расчетам технологического оборудования пищевых производств. СПб.: ГИОРД, 2005 .- 2276 с.
  14. Машиностроение: Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Т.1У-17. Машины и оборудование пищевой и перерабатывающей промышленности./ С.А. Мачихин, В.Б. Акопян, С.Т.Антипов и др.; Под ред. С.А. Мачихина. – М.: Машиностроение, 2003. – 736 с.
  15. Основы расчета и конструирования машин и автоматов пищевых производств. Под ред. А.Я. Соколова.- М.: Машиностроение. 1969.- 639 с.
  16. Остриков А.Н., Абрамов О.В., Рудометкин А.С. Экструзия в пищевой промышленности. – СПб.: ГИОРД, 2004, – 288 с.
  17. Островский Э.В. Краткий справочник конструктора продовольственных машин. – М.: Агропромиздат, 1986. – 616 с.
  18. Рогов И.А. Технология и оборудование мясоконсервного производства. – М.: Колос. 1994. – 270 с.
  18. Соколов В.И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств.-М.: Колос, 1992.-399с.
  19. Сфера. Мясо. Мясопереработка. №3(29) 2006. Информационно-аналитический журнал. С.Петербург. 2006. 73 с.
  20. Фатыхов Ю., Канопка Л. Экструзионные технологии пищевых производств. Латвия. Вильнюс. Вильнюсский технический университет. 2007. - 88 с.
  21. Food Engineering Principles and Selected Application. London, ACADEMIC PRESS, 1979. - 377 с.
  22. Smirnov A. Artificial intelligence.: Concepts and Applicable Uses. Lambert Academic Publishing.2013.
  23. Smirnov A., Abraham A., Vorobiev S. The potential effectiveness of the detection of pulset signals in the non-uniform sampling.: IEEE.-2013.
  24. Smirnov A. Modeling improved POS tagger using HMM.-2013.
  25. Smirnov A. Creating utility – based agent using POMDP and MDP// Ledentsov Readings.-2013.C.697.