

ствия; n_o – количество формирующих отверстий во вкладыше; H – общая высота (толщина) корпуса матрицы; h_1 – высота вкладыша; h_2 – высота диффузора; h_3 – высота (длина) горловины; h_4 – высота конфузора.

Для нормальной и эффективной работы устройства необходимо, чтобы площадь поперечного сечения горловины была равна суммарной площади формирующих отверстий вкладыша, т.е. $F_r = \sum n_o d_o$ или $\frac{d_r^2}{\sqrt{\Phi}} = \sum n_o d_o$, где $\Phi = 1,618$ (значение золотого сечения).

Устройство работает следующим образом. В шнековой камере пресса тесто подвергается интенсивному механическому воздействию со стороны винтовой лопасти шнека, постепенно уплотняется, освобождается от включений воздуха, становится плотной, упруго-пластичной и вязкой массой. Уплотненное макаронное тесто с помощью шнека, преодолевая сопротивление матрицы, продавливается сквозь колодцы 6 и вкладыши 4.

Вставку целесообразно изготавливать из того же материала, что и сама матрица, иначе при контакте с тестом может возникнуть гальваническая пара и возникающие в ее системе слабые токи приведут к коррозии металла. Матрицы изготавливают из антикоррозийных и прочих материалов, таких как бронза Бр-АЖ9-4, латунь ЛС59-1, нержавеющая сталь 1Х18Н9Т. [2] Внутренние поверхности вставки (конфузор, горловина и диффузор) желательнее полировать или хромировать, но лучшее покрытие – тефлон (фторопласт). Толщина стенки вставки (трубы Вентури) должна быть минимальной, но обеспечивающей жесткость и прочность конструкции ($\approx 1,0-1,5$ мм).

Экспериментальные исследования на пресс-автомате МИТ-2 показали высокую эффективность работы вставок: производительность пресса увеличилась на 20% при улучшении качества и внешнего вида макаронных изделий.

Литература

1. Трубы Вентури. Технические условия. / ГОСТ 23720-79. Государственный комитет СССР по стандартам, Москва -1979 г.- 17 с.
2. Медведев, Г.М. Технология макаронного производства: учебник для вузов / Г.М. Медведев. – М.: КолоС, 1998.-272 с.

УДК 637.531.45

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ В ЭМУЛЬСИТАТОРАХ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО РЕЖУЩЕГО МЕХАНИЗМА

Груданов В.Я., д.т.н., профессор, **Бренч А.А.**, к.т.н., доцент
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

На мясокомбинатах Республики Беларусь для тонкого измельчения мясного сырья применяются эмульситаоры. Данные машины оснащены режущим механизмом, состоящим из вращающейся с валом двигателя ножевой головки, оснащенной 3-мя или 6-ю сменными лезвиями (вставками) и решеткой, закрепляемой в корпусе режущей камеры. Наличие осевой регулировки зазора между ножевыми вставками и решеткой позволяет изменять пропускную способность, температуру и степень измельчения обрабатываемого продукта. [1,2]

В работе эмульситаоров часто наблюдается ухудшение качества отрезания и затаскивание пленок и волокон в образующийся между ножом и решеткой зазор: необходимо постоянное плотное прилегание вращающихся ножей к плоскостям решеток, что в свою очередь приводит к более интенсивному износу трущейся пары и к снижению эксплуатационной надежности машины.

Комплексные исследования структурно-механических и ряда технологических характеристик фарша при измельчении не позволяют научно обоснованно подойти к расчету, осуществлению и прогнозированию этого процесса с целью получения готовых продуктов высокого качества при стабилизированных выходах. В результате любого механического воздействия (перемешивания, растирания, измельчения, резания и пр.) на продукт изменяются величины его физических свойств и технологические показатели. Для получения желаемого эффекта необходимо подвести к продукту определенное количество полезной энергии, которая вызывает изменение его качества. Другая часть энергии из общей расходуется на преодоление сил сопротивления и трения, преобразуясь в теплоту.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете были проведены работы по разработке, испытаниям и внедрению новых режущих механизмов к эмульсатору.

Решетка эмульсатора должна иметь одинаковую пропускную способность по всей рабочей поверхности и минимальное гидравлическое сопротивление на прокачку рабочего тела.

Решетку эмульсатора предлагается разделить на условные концентрические окружности, радиусы которых определяются по формуле:

$$R_n = (\sqrt{\Phi})^n R_0, n = 1, 2, 3, 4, \dots,$$

где R_0 – радиус центрального отверстия; Φ – коэффициент «золотой» пропорции ($\Phi = 1,618$) [3].

Отметим, что отверстия в кольцах располагаются на центральных радиусах каждого кольца. При этом предположении нетрудно показать, что пропускная способность любого кольца K будет примерно одинаковой, если выбирать количество отверстий в каждом кольце равным соответствующим числу Фибоначчи. Действительно, пропускная способность n -го кольца с числом отверстий a равна

$$K_{i,n} = \frac{a_i f_0}{\pi(R_n^2 - R_{n-1}^2)},$$

где $f = \pi r_0^2$ – площадь отверстия.

Соответственно для $(i+1)$ -го кольца с числом отверстий $(n+1)$ имеем

$$K_{i+1,n+1} = \frac{a_{n+1} f_0}{\pi(R_{i+1}^2 - R_i^2)},$$

По условию $K_{i,n} \approx K_{i+1,n+1}$, следовательно

$$\frac{a_n f_0}{\pi(R_i^2 - R_{i+1}^2)} : \frac{a_{n+1} f_0}{\pi(R_{i+1}^2 - R_i^2)} = 1$$

Отсюда получаем:

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} \approx \frac{R_{i+1}^2 - R_i^2}{R_i^2 - R_{i-1}^2} = \frac{\alpha^{i+1} R_0^2 - \alpha^i R_0^2}{\alpha^i R_0^2 - \alpha^{i-1} R_0^2} = \Phi$$

Таким образом, чем больше количество отверстий a_n в кольцах, тем точнее будет соблюдаться условие $K_{i,n} \approx K_{i+1,n+1}$ и, тем самым, будет уменьшаться гидравлическое сопротивление решетки.

Данная модель справедлива при любом диаметре отверстий и различных их количествах, но значения диаметров отверстий и их число должно быть принято из ряда чисел Фибоначчи [4].

В колбасном цехе ОАО «Ошмянский мясокомбинат» для проведения исследований был разработан и изготовлен экспериментальный стенд, состоящий из промышленного эмульсатора KS F10/031 и контрольно-измерительных приборов.

Конструктивными и режимными входными регулируемыми параметрами эмульсатора выбраны коэффициент проходного сечения ножевой решетки (Кпр), толщина решетки (σ, мм), частота вращения ножа (nвр, об/мин) и коэффициент заполнения загрузочной воронки (Кз).

Коэффициент проходного сечения ножевой решетки, определяется по формуле

$$K_{np} = \frac{F_p}{\sum F_o} = \frac{\frac{\pi \cdot d_p^2}{4} - \frac{\pi \cdot d_{n.o.}^2}{4}}{\frac{\pi \cdot d_o^2}{4} \cdot z} = \frac{d_p^2 - d_{n.o.}^2}{d_o^2 \cdot z}$$

где F_p – площадь ножевой решетки, м², $\sum F_o$ – суммарная площадь отверстий в решетке, м², d_p – диаметр решетки, м, $d_{n.o.}$ – диаметр посадочного отверстия, м, d_o – диаметр отверстия в ножевой решетке, м, z – количество отверстий в ножевой решетке.

В результате произведенных расчетов для серийной решетки с диаметром отверстий 10 мм $K_{пр1} = 0,46$; для разработанной решетки с диаметром отверстий 10 мм $K_{пр2} = 0,47$; для серийной решетки с диаметром отверстий 5 мм $K_{пр3} = 0,35$; для разработанной решетки с диаметром отверстий 5 мм $K_{пр2} = 0,45$.

Также, одним из определяющих факторов влияющих на качество и энергоемкость процесса измельчения мясного сырья в эмульсаторах является толщина ножевой решетки, которая варьировалась в пределах от 6 до 12 мм ($\sigma_1 = 6$ мм, $\sigma_2 = 8$ мм, $\sigma_3 = 10$ мм, $\sigma_4 = 12$ мм).

Коэффициент заполнения загрузочной воронки варьировался в пределах от 0,25 до 1 ($K_{з1} = 0,25$, $K_{з2} = 0,5$, $K_{з3} = 0,75$, $K_{з4} = 1$).

Для определения оптимальных режимных параметров работы эмульсатора, в эксперименте задавали частоту вращения ножа в диапазоне от 1500 до 3000 об/мин ($n_1 = 1500$ об/мин, $n_2 = 2000$ об/мин, $n_3 = 2500$ об/мин, $n_4 = 3000$ об/мин).

Основным технологическим параметром характеризующим качество измельчения определен прирост температуры сырья во время измельчения (Δt , 0С).

После обработки результатов эксперимента получена графическая зависимость прироста температуры от управляемых переменных: коэффициента проходного сечения решетки (Кпр); толщины решетки (σ), частоты вращения (n) и коэффициента заполнения воронки (Кз), представленная на рис. 1.

Полученный график позволяет наглядно оценить степень влияния режимно-конструктивных параметров эмульсатора на прирост температуры обрабатываемого сырья в процессе измельчения.

Для прогнозирования и расчетов основных технологических характеристик обрабатываемого сырья после обработки экспериментальных данных получено уравнение, позволяющее определять прирост температуры во время измельчения

$$\Delta t = 0,0038 K_{np}^{-1,29} \sigma^{0,63} n^{0,66} K_z^{-0,11}$$

где $K_{пр}$ – коэффициент проходного сечения ножевой решетки; σ – толщина ножевой решетки, мм; n – частота вращения ножа, об/мин; K_z – коэффициент заполнения загрузочной воронки.

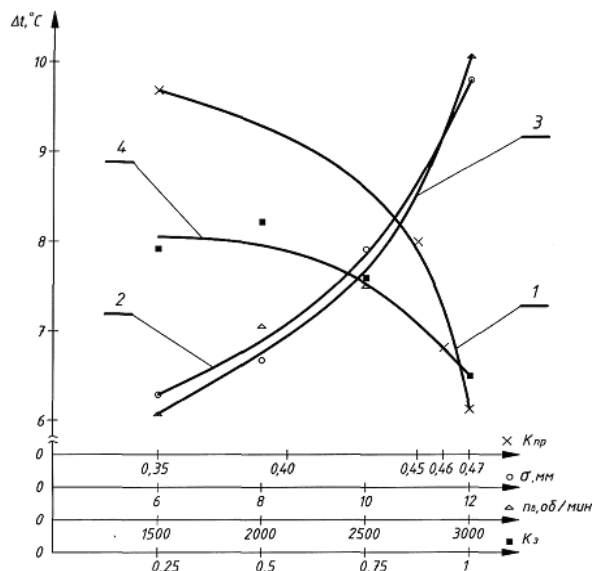


Рисунок 1 – Зависимость прироста температуры эмульсатора от управляемых переменных 1 – $K_{пр}$; 2 – σ ; 3 – n ; 4 – K_z

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что наибольшее влияние на приrost температуры оказывает коэффициент проходного сечения решетки, ее толщина и частота вращения ножа. Причем, как видно из графиков, при одинаковой степени измельчения ($d_0=10$ мм) использование разработанной конструкции решетки снижает приrost температуры сырья на 18,3% по сравнению с серийной. При $d_0 = 5$ мм применение нового режущего инструмента позволяет снизить приrost температуры на 15,1%.

Новый режущий механизм успешно прошел производственные сравнительные испытания в колбасном цеху ОАО «Ошмянский мясокомбинат» на базе промышленного эмульсатора KS F10/031.

Литература

1. Тимощук, И.И. Общая технология мяса и мясопродуктов/ И.И. Тимощук, Н.А. Головаченко, С.А. Сенников.- Урожай, 1989.- 216с.
2. Пелеев, А.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности/ А.И. Пелеев - М.: Пищевая пром-сть, 1971.-520с.
3. Груданов, В.Я. «Золотая» пропорция в инженерных задачах / В.Я. Груданов.- Могилев.: МГУ им. А.А. Кулешова, 2006.- 288 с.
4. Решетка к измельчителю мясо-костного сырья./ Груданов В.Я., Манько А.П., Иванцов В.И., Белохвостов Г.И.// Патент РФ №2047368. М.кл. В02С 18/36, заявлено 16.11.92., опублик. 10.11.95. Бюл №31.

УДК 664: 658.34 (07)

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЯСОИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Давид Эммануэль Даре, Ткачева Л.Т., к.т.н., доцент
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь**

Продукцию животноводства в Республике Беларусь перерабатывают около 400 субъектов хозяйствования различных форм собственности, из которых следует выделить 26 крупных технически оснащенных мясокомбинатов, на долю которых приходится более 60% перерабатываемого мясного сырья, при этом ассортимент выпускаемой продукции постоянно расширяется и сегодня составляет более 1700 наименований. Мясомолочная промышленность выполняет связующую роль между сельским хозяйством и потребителем. Ее предприятия перерабатывают мясо и поставляют готовую продукцию на предприятия торговли и общественного питания.

На некоторых производственных участках предприятий мясной отрасли действуют факторы среды и трудовых процессов, способные оказывать неблагоприятное влияние на состояние здоровья и работоспособность человека, привести к различным заболеваниям и отравлениям. Технологические процессы мясной отрасли связаны с большими тепло- и влаговыделениями, зачастую сопровождаются значительными шумами и вибрацией. Отдельные операции не исключают попадание в воздух производственных помещений пыли, паров и газов, оказывающих вредное воздействие на организм человека. Многие предприятия мясной промышленности оснащены большим количеством высокомеханизированного и автоматизированного оборудования. В связи с этим увеличивается потенциальная опасность возникновения травмоопасных ситуаций, повышается степень риска возникновения несчастных случаев. В связи с вышеизложенным следует отметить, что вопросы организации охраны труда не только не теряют своей актуальности, но и приобретают новые аспекты, повышается уровень сложности решаемых проблем обеспечения безопасности.

В мясной отрасли при производстве колбасных, мясных изделий и полуфабрикатов широко применяются операции резания, которые существенным образом оказывают влияние на качество сырья, выход готового продукта и энергозатраты. Операции, связанные с измельче-