

Влияние геометрических и режимных параметров работы шнекового обвалочного пресса на полноту выделения мясной фракции

Дацук И. Е., Бренч А.А., к.т.н., доцент

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Введение. В птицеперерабатывающей промышленности многих стран для разделения мясокостного сырья птицы широко используется процесс механической сепарации, который заключается в размельчении исходного сырья и последующем отделении кости, соединительной ткани и сухожилий путем продавливания более мягких тканей сквозь перфорированную втулку под высоким давлением.

Несмотря на существование устройств различных типов, процесс отделения мяса от кости не является совершенным, кроме того, имеют место высокие энергозатраты на выработку продукции при завышенной металлоемкости оборудования.

Материалы и методы. Анализ конструкций прессов для механического разделения мясокостного сырья ведущих производителей оборудования для птицеперерабатывающих предприятий.

Результаты и обсуждение. Полнота выделения мясной фракции при разделении мясокостного сырья прессованием зависит от геометрических параметров рабочих органов шнекового узла отжатия, давления сжатия и соотношения мясной и костной фракций в исходном сырье. При этом следует отметить, что данный способ разделения мясокостного сырья не обеспечивает полного отделения мясной фракции от кости. Это можно объяснить тем, что костные включения при их сжатии и разрушении не представляют собой однородный компонент, а пространство между включениями заполнено мясной фракцией.

Уплотнение мясокостного сырья в шнековой камере обеспечивается за счет уменьшения шага навивки шнека, уменьшения наружного диаметра шнека, увеличения диаметра вала шнека, а также комбинации указанных вариантов.

Если представить пространство, образованное шнеком и перфорированной втулкой узла отжатия в виде сужающегося желоба трапецеидального сечения, при этом глубина желоба также уменьшается, то сужение желоба будет свидетельствовать о уменьшении шага навивки шнека, а уменьшение глубины – о уменьшении диаметра шнека или увеличении диаметра вала шнека, что приведет к повышению давления на мясокостное сырье по мере его продвижения.

В результате проведенных исследований предложена математическая зависимость, позволяющая определять полноту выделения мясной фракции η при разделении мясокостного сырья шнековым узлом отжатия еще на стадии проектирования оборудования с учетом геометрических параметров его рабочих органов и технологических свойств обрабатываемого сырья

$$\eta = \frac{60 \vartheta L (H^0 - L \operatorname{tg} \varphi) k_{\text{ж}} \rho_{\text{м}}}{\pi (n k_{\text{ск}} + K_{\text{н}} \rho_{\text{апп}}) \left(D^0 + \left(D^0 - \frac{1}{2} L \right) \operatorname{tg} \theta \right)} \times \frac{1}{\left(H^0 - L \operatorname{tg} \varphi - \left(\frac{D^0 - d^0}{2} - \frac{1}{2} L \operatorname{tg} \theta \right) \operatorname{tg} \beta \right) \cdot \left(\frac{D^0 - d^0}{2} - \frac{1}{2} L \operatorname{tg} \theta \right) \rho_{\text{мк}} K} \quad (1)$$

где: H^0 – ширина канала по наружному диаметру шнека в плоскости начала разделения мясокостного сырья; H^I – ширина канала по наружному диаметру шнека в конце канала;

L – длина канала шнека в зоне разделения мясокостного сырья;

φ – угол образующийся при уменьшении шага навивки шнека;

D_o – наружный диаметр шнека в зоне начала разделения, м;

d_o – диаметр вала шнека в зоне начала разделения, м;

θ – угол подъема дна желоба;

n – частота вращения шнека, об/мин;

$\rho_{сеп}$ – скорость выделения мясной фракции сквозь отверстия перфорированной втулки, м/с;

ρ_m – плотность мясной фракции, выходящей из отверстий перфорированной втулки, кг/м³;

$\rho_{мк}$ – плотность мясокостного сырья в зоне разделения, кг/м³;

$k_{ск}$ – эмпирический коэффициент учитывающий влияние проскальзывания мясокостной массы относительно поверхности витков шнека;

K_n – эмпирический коэффициент, корректирующий степень влияния частоты вращения шнека, зависящий от прикладываемого давления на выходе, Па^{-с};

$p_{вых}$ – давление на выходе, Па;

c – эмпирический коэффициент, устанавливающий степень влияния давления на выходе на коэффициент K_n .

Для практической апробации полученной зависимости и дополнительных исследований процесса разделения мясокостного сырья шнековым узлом отжатия в обвалочных прессах, определения влияния конструктивных особенностей рабочих органов и режимных параметров работы на качество полученной мясной фракции разработан и смонтирован экспериментальный стенд и проведены эксперименты, для которых управляемыми параметрами выбраны частота вращения шнека обвалочного пресса, ширина кольцевого зазора между конусной частью шнека и запорным клапаном, отношение костной части к мясной в исходном сырье.

На рисунке 1 представлена зависимость полноты выделения мясной фракции от ширины кольцевого зазора между конусной частью шнека и запорным клапаном при частоте вращения шнека $n=115 \text{ мин}^{-1}$ и отношении массы мясной фракции к костным включениям в исходном мясокостном сырье $K=53\%$.

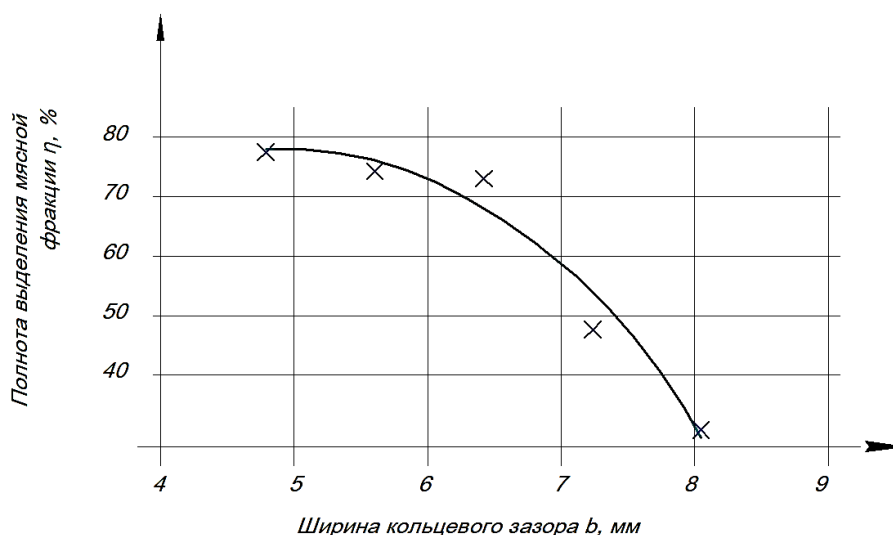


Рисунок 1 – Зависимость полноты выделения мясной фракции от ширины кольцевого зазора между конусной частью шнека и запорным клапаном

Из графика видно, что с увеличением ширины кольцевого зазора между конусной частью шнека и запорным клапаном полнота выделения мясной фракции уменьшается. Связано это с тем, что с увеличением ширины кольцевого зазора снижается давление в камере прессования,

что в свою очередь уменьшение давления в камере прессования позволяет меньшей части мясной фракции переходить в текучее состояние, от чего все больше мясной составляющей удаляется с костным остатком, а это снижает эффективность разделения.

На рисунке 2 представлена зависимость полноты выделения мясной фракции от соотношения масс мясной фракции к костным включениям в исходном сырье при ширине кольцевого зазора $b=6,5$ мм и частоте вращения шнека $n=115$ мин⁻¹.

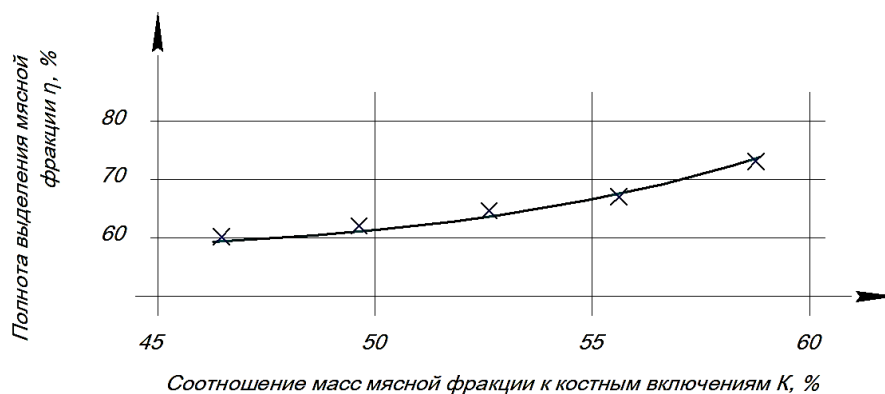


Рисунок 2 – Зависимость полноты выделения мясной фракции от соотношения масс мясной фракции к костным включениям в исходном сырье

Увеличение костной части в исходном сырье при неизменных остальных режимно-конструктивных параметрах негативно сказывается как на степени полноты выделения мясной фракции, так и на производительности лабораторного шнекового обвалочного пресса. Снижение полноты выделения мясной фракции с ростом содержания костных включений в исходном сырье, объясняется увеличением пути движения мясной фракции по межкостным каналам для чего необходимо затратить больше времени.

На рисунке 3 представлена зависимость полноты выделения мясной фракции в зависимости от частоты вращения шнека при ширине кольцевого зазора $b=6,5$ мм и отношении массы мясной фракции к костным включениям в исходном мясокостном сырье $K=53\%$.

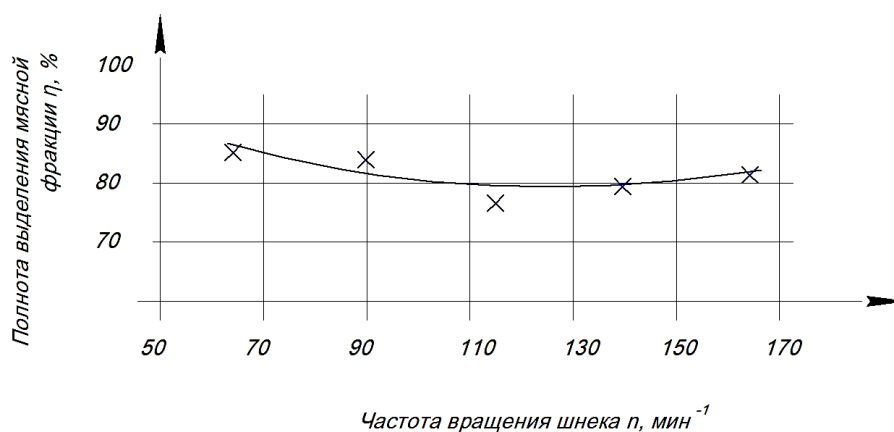


Рисунок 3 – Зависимость полноты выделения мясной фракции в зависимости от частоты вращения шнека

В диапазоне частоты вращения от 65 мин⁻¹ до 130 мин⁻¹ полнота выделения мясной фракции уменьшается, а от 130 мин⁻¹ до 165 мин⁻¹ происходит ее увеличение. Однако следует отметить, что изменение полноты выделения мясной фракции невелико. [1]

Так как общим критерием эффективной работы шнекового обвалочного пресса является максимально возможная полнота выделения мясной фракции, то при оптимизации процесса

необходимо будет определить режимно-конструктивные параметры, удовлетворяющие этому условию.

Выводы. Одним из критериев эффективной работы шнекового обвалочного пресса является максимальная полнота выделения мясной фракции при сохранении технологических параметров сырья. Получены графические и аналитические зависимости полноты выделения мясной фракции при разделении мясокостного сырья лабораторного шнекового обвалочного пресса от режимно-конструктивных параметров, которые наглядно доказывают возможность применения шнековых установок для механического разделения мясокостного сырья. После оценки точности полученных экспериментально аналитических уравнений зависимости полноты выделения мясной фракции можно сделать вывод, что данные расчетные зависимости адекватно описывают реальный процесс разделения мясокостного сырья на лабораторном шнековом обвалочном прессе.

Следует отметить, что на эффективность работы шнекового обвалочного пресса влияют не конкретные численные значения режимно-конструктивных факторов, а их сочетание. Поэтому для определения оптимальных параметров работы шнекового обвалочного пресса следует провести более глубокий анализ.

Литература

1. Груданов, В.Я. Реологические основы процесса разделения мясокостного сырья шнековым узлом отжатия / В.Я. Груданов, А.А. Бренч, И.Е. Дацук // Сб. науч. тр. 2019 / Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. – Минск, 2020. – Вып.14.– С. 229-241.