

Литература

1. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ и Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 18 июня 2019 г. N 2098/368 "Об утверждении методических рекомендаций о рекомендуемых способах размещения (выкладки) молочных, молочных составных и молочносодержащих продуктов в торговом зале или ином месте продажи, позволяющих их визуальнo отделить от иных пищевых продуктов, а также о рекомендуемых способах сопровождения такой продукции информационной надписью "Продукты без заменителя молочного жира" [Электронный ресурс] – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72171670/>
2. Рынок сыра в России 2019: потребление показывает 15% динамику роста [Электронный ресурс] – URL: <https://marketing.rbc.ru/articles/10930/>

УДК 678.027

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЭКСТРУДЕРА

Антонишин Ю.Т., к.т.н., доцент, Турцевич Е.Ф.,

Кузменков Р.В., Стрига А.А., Филинский Д.Ю.

БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Стабильность работы и качество получаемого продукта при переработке зернового сырья с помощью экструзионной технологии зависит во многом от рабочих органов экструдеров и предварительно прошедшей обработки перерабатываемого сырья. Для решения данной задачи были разработаны конструкции экструдеров, позволяющие повысить эффективность переработки исходного сырья

Выявлено, что основными факторами, влияющими на протекание процесса экструзии, являются: диаметр формующего канала, степень сжатия и частота вращения шнека. Получены рациональные режимы экструдирования: температура смеси в зоне загрузки 323-343 К, перед матрицей 403-413 К, частота вращения шнеков $1,4 \text{ с}^{-1}$, начальная влажность смеси 20-22 %, диаметр 2-й формующего канала 0,004-0,006 м, степень сжатия шнека $2,125 \text{ м}^3 / \text{м}^3$

Экструдер (рисунок 1) характеризуется следующими размерами: диаметром D , длиной нарезанной части L , шагом винтовой нарезки t , шириной гребня витка b , глубиной нарезки h , зазором между внутренним диаметром цилиндра и наружным диаметром шнека δ .

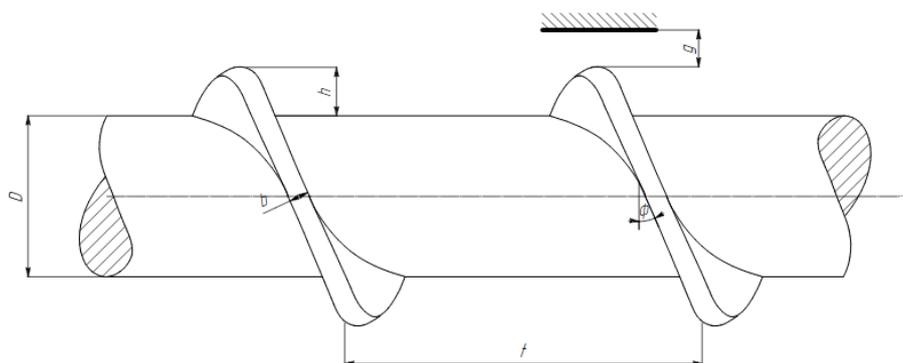


Рисунок 1 - Схема экструдера

В цилиндре экструдера следует различать три зоны: зону загрузки под бункером машины, зону сжатия и зону разгрузки (дозировующую зону), примыкающую к формующей головке.

В зону загрузки поступают твердые зерна, которые сжимаются в более или менее монолитную массу. Твердый материал продвигается по спиральному каналу, образованному поверхностями цилиндра и шнека. Это движение возможно, если трение зерна о цилиндр больше, чем о шнек, иначе движение прекратится, и зерно будет вращаться вместе с червя-

ком. В связи с этим поверхность цилиндра не полируется, а в некоторых случаях загрузочный участок цилиндра снабжается продольными канавками. Поверхность шнека должна полироваться и ее особенно следует оберегать от повреждения.

Производительность загрузочной зоны поэтому будет тем больше, чем больше трение материала о цилиндр и чем меньше трение зерна о шнек. Теоретически за один оборот шнека должен перемещаться объем зерна, находящийся между двумя соседними витками нарезки, поэтому производительность загрузочной зоны будет зависеть от объема витка. Объем же витка определяется глубиной нарезки и углом подъема винтовой линии нарезки шнека φ . Наибольшая производительность достигается при величине угла 17-18°. Часто используют шнеки с квадратной нарезкой, когда шаг винтовой нарезки равен его диаметру. В этом случае $\varphi = 17,7^\circ$.

Загрузочная зона должна обеспечивать питание остальных зон. В зоне сжатия зерна нагреваются за счет наружного обогрева и тепла, выделяющегося при «внутреннем» механическом сдвиге, и масса сжимается до образования гомогенной свободной от пустот массы. Зона сжатия способствует созданию соответствия между производительностями загрузочной и разгрузочной зон.

В зоне сжатия изменяются размеры шнека. Коэффициент сжатия шнека характеризуется отношением объема витка загрузочной зоны к объему витка разгрузочной зоны. Величина коэффициента сжатия в известной степени обуславливается тем, что зерна могут перебрасываться внутри витка, не продвигаясь вперед, что снижает производительность загрузочной зоны на 30-50 % от возможной.

Коэффициент сжатия шнека, в зависимости от того, в каком виде подается материал (гранулы или порошок), колеблется в пределах от двух до шести, причем при использовании формующих головок с большим сопротивлением (малым сечением) можно использовать шнеки с низким значением коэффициента сжатия.

Задача зоны разгрузки (дозировочной зоны) – нагнетать в формующую головку массу при постоянных значениях температуры и давлении. В этой зоне витки шнека имеют по всей длине постоянные размеры.

При движении шнека относительно неподвижного цилиндра создается напор, под действием которого зерно заполняет канал нарезки и движется в сторону формующей головки. Это так называемый поступательный поток. Возникающее при этом давление действует в двух взаимно противоположных направлениях – в сторону головки и в сторону загрузки.

Давление в сторону загрузки вызывает снижение поступательного потока за счет «обратного движения» части зернового потока как вдоль оси винтового канала шнека (обратный поток), так и через кольцевой зазор между выступами нарезки шнека и цилиндра (поток утечки).

Поступательный и обратный потоки накладываются друг на друга и получается результирующий поток, который определяет эффективную производительность одношнекового пресса.

Производительность может быть описана уравнением:

$$Q = \alpha N - \beta \Delta P / \eta - \gamma \Delta P / \eta,$$

где Q - объемная скорость экструзии, $\text{см}^3/\text{с}$; αN - величина поступательного потока, $\text{см}^3/\text{с}$; $\beta \Delta P / \eta$ - величина обратного потока, $\text{см}^3/\text{с}$; $\gamma \Delta P / \eta$ - величина потока утечки, $\text{см}^3/\text{с}$; N - скорость вращения шнека, об/мин; ΔP - перепад давления вдоль шнека, образующийся в потоке зерна за счет сопротивления головки, $\text{дин}/\text{см}^2$; η - вязкость зернового потока, Па·с; α, β, γ - константы шнека.

Константы шнека α, β , и γ определяются размерами шнека.

Существенную роль в процессе экструзии играет глубина нарезки в зоне разгрузки. Увеличение глубины нарезки шнека в этой зоне приводит к увеличению поступательного потока вдвое, в то время как обратный поток в канале (при этом же давлении) одновременно возрастает в восемь раз, что приводит к резкому падению производительности.

Из зоны разгрузки зерно поступает в формующую головку. Формующая головка соединяется с цилиндром шнекового пресса на резьбе или с помощью фланцев и различных затво-

ров. Головка условно делится на две зоны: участок, прилегающий к цилиндру и формирующий мундштук, предназначенный для формования массы в непрерывно выходящий профиль. Для регулирования подпора и повышения гомогенности материала между цилиндром и головкой устанавливается решетка.

УДК 631.363.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗРУШЕНИЯ ЗЕРНА ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Дрозд С.А., Воробьев Н.А., к.т.н., доцент
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

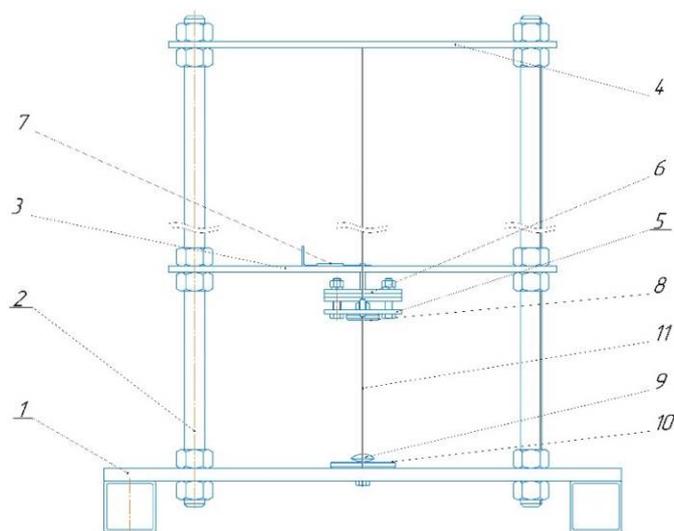
Важнейшей технологической операцией производства комбикорма является измельчение зерна [1]. Применяемые в настоящее время технические средства для измельчения зерна имеют: высокие удельные энергозатраты, низкий процент содержания требуемой фракции в измельченном зерне, невысокая производительность измельчающего оборудования [2].

Разрушение зерна происходит за счет статического и динамического воздействия на зерно рабочих органов технических средств для измельчения зерна. Нами был исследован процесс разрушения зерна при динамическом воздействии.

Для получения достоверных данных о деформации различных зерновых культур при динамическом воздействии был разработан и изготовлен стенд (рисунок 1).

Задача исследования заключается в установлении зависимости степени деформации зерна от скорости и силы воздействия при динамическом разрушении.

Принцип работы стенда заключается в сбрасывании платформы 5 с различной массой груза 6 и с различной высоты при помощи спускового механизма 7, которая движется по направляющей леске 11 и совершает динамический удар бойком 8 по исследуемому зерну 9, расположенному на предметном столике 10, что приводит к его разрушению.



а

б

1 – основание; 2 – стойка; 3 – рабочая пластина; 4 – верхняя пластина; 5 – платформа; 6 – груз; 7 – спусковой механизм; 8 – боек; 9 – исследуемое зерно; 10 – предметный столик; 11 – направляющая леска
Рисунок 1 – Схема (а) и внешний вид (б) стенда для исследования деформации зерна при динамическом воздействии

Скорость (v) и сила (F), с которой груз оказывает деформирующее воздействие на зерно, без учета сопротивления воздуха, определяются по следующим зависимостям:

$$v = \sqrt{2gh}, \text{ м/с}, \quad (1)$$