

Предлагаемый комбинированный шнековый пресс для отжима масла работает так. Предварительно шелушенные семена подсолнечника поступают в загрузочный бункер 5, где они измельчаются вальцами 4 и переходят в состояние мятки. Зазор между ними регулируется в зависимости от физико-механических свойств пресуемого материала. После того мятка через загрузочное отверстие поступает внутрь приемно-подготовительной камеры ступенчатого цилиндра, так называемого зерного барабана 10, захватываются там витками шнекового вала 8 и перемещается к выходу из пресса. Пространство между внешней поверхностью шнекового вала 8 и внутренней поверхностью зерного барабана 10 является рабочим пространством. При вращении шнекового вала пресуемый материал транспортируется в рабочем пространстве и в связи с уменьшением свободного объема вдоль шнекового вала 8 по направлению к выходу, в результате уменьшения шага витков и увеличение диаметра тела шнека, пресуется с отжиманием масла, которое проходит через зазоры между зерными планками 11.

Таким образом, в результате предварительного измельчения ядра семян интенсифицируется процесс прессования, повышается эффективность использования зерного цилиндра, который обеспечивает увеличение выхода масла, а также уменьшается износ трущихся поверхностей шнекового вала и деталей зеера, и тем самым увеличивается срок службы пресса.

Заключение

Проведенный анализ известных способов переработки масличного сырья и комплектного оборудования, которое обеспечивает выполнение технологического процесса дает возможность сделать следующие выводы:

- наибольшего применения в производственных условиях как в Украине, так и за рубежом приобрела переработка маслосодержащего сырья по технологии холодного однократного прессования;
- существующие полнокомплектные наборы оборудования, которые обеспечивают процесс переработки масличных культур, имеют большую энерго- и металлоемкость и их использование в условиях перерабатывающих сельскохозяйственных предприятий является убыточным;
- наиболее энергоемким процессом при переработке масличных культур является процесс прессования, что делает необходимым внедрение в производственных условиях энергоэффективного прессового оборудования;
- использование в производственных условиях комбинированного пресса даст возможность интенсифицировать процесс маслоотделения за счет предварительного измельчения семян в состояние мятки.

Литература

1. Горбатов А.И. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов / А.И. Горбатов – М.: Пищевая промышленность, 1982. – 233 с.
2. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел / В.А. Масликов – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 439 с.
3. Миллауэр Х. Экструдеры и экструзионные установки. Семинар по технологии производства комбикормов / Х. Миллауэр – М.: Минхлебпром, 1989. – 23 с.
4. Ledward D.A., Mitchell J.R. Protein extrusion – more questions than answers. – In: Food Structure – Its Creation and Evaluation / Eds. J. M. V. Blansherd, J. R. Mitchell. – Butterworths: Elsevier Applied Science Publishers. 1988, ch 12, pp. 219 – 229.
5. Богатырев А.Н. Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование / А.Н. Богатырев, В.П. Юрьев. – М.: «Ступень», 1994. – 200 с.
6. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры / А.М. Григорьев. – М.: Машиностроение, 1972. – 182 с.
7. Прессы пищевых и кормовых производств: Под ред. А. Я. Соколова. – М.: Машиностроение, 1973. – 287 с.
8. Шенкель Г. Шнековые прессы для пластмасс: Пер. с нем./Под ред. А.Я. Шапиро.– Л.:ГНТИХП,1962.–467 с.
9. Голдовский А.М. Теоретические основы производства растительных масел / А.М. Голдовский. – М.: Пищепромиздат, 1958. – 446 с.
10. Масликов В.А. Исследование процесса прессования подсолнечной мезги на прессе типа ФП: Дис. канд. техн. наук. – Краснодар, 1955. – 205 с.
11. Патент UA №49079, В30В9/12. Комбінований шнековий прес для отримання рослинної олії / В.В. Стрельцов, Е.А. Горбенко, О.О. Катрич; Заявлено 30.11.2009. Опубликовано 12.04.2010.

УДК 631.22.018

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВИНТОВОЙ МЕШАЛКИ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ

Дедок Н.Н., к.ф-м.н., доц., Швед И.М., Китун А.В., д.т.н. (БГАТУ, Минск)

Введение

Современное животноводство, для обеспечения своего благоприятного экономического положения, должно быстро реагировать на требования рынка сбыта продукции. Это возможно при наличии механизмов, определяющих место и время реализации управляющих воздействий в технологической цепи производства. Внедрение энергосберегающей техники на животноводческих фермах и комплексах позволит уменьшить

Секция 1: Переработка и хранение сельскохозяйственной продукции

затраты на выполнение сложных технологических операций. В статье приведена теория расчета угла подъема лопасти мешалки. Получена зависимость для определения критического угла подъема винтовой линии.

Современное производство животноводческой продукции для обеспечения своего благоприятного экономического положения должно быстро реагировать на требования рынка сбыта продукции. В сфере производства продукции животноводства, которое отличается совокупностью большого разнообразия биологических, технических объектов, природных факторов и сложностью их взаимодействия, это возможно при наличии механизма, определяющего место и время реализации управляющего воздействия в технологической цепи производства [1].

Одним из путей решения поставленной задачи в животноводстве является внедрение в производство новых технологий и технических средств, позволяющих рационально использовать материальные, кормовые и другие ресурсы. Это может осуществить постоянная модернизация оборудования и в частности, мешалок, как машин применяемых для перемешивания различных видов жидких масс.

Интенсификация животноводческой отрасли сельскохозяйственного производства путем внедрения достижений научно – технического прогресса — это сложный процесс, охватывающий все экономические аспекты и оказывающий большое влияние на увеличение валовой продукции, снижение ее себестоимости и повышение рентабельности отрасли.

Основная часть

Одной из энергоемких операций в животноводстве является смешивание кормов в различного рода смесителях, перемешивание до однородного состояния жидкого навоза в навозохранилищах миксером и другие подобные операции. В качестве активных рабочих органов для реализации механического способа перемешивания различных сред используются мешалки.

В конструкции мешалки можно выделить всасывающую поверхность (тыльную) и нагнетательную поверхность (лицевую), при вращении которой происходит увеличение давления и скорости потока жидкой среды [2]. В этом случае, в результате разности скоростей между вращающейся вокруг оси мешалкой и частицей перемешиваемой массы, происходит разрушения слежавшегося осадка с последующим перемешиванием его до однородного состояния.

Параметры мешалки должны обеспечивать условие для осуществления перемешивания среды до однородного состояния, разрушения слежавшегося слоя осадка, с минимальными затратами энергии.

Эффективность лопастей мешалки определяется траекторией движения перемещаемой массы по ее поверхности с момента захвата до момента срыва. попадая на лопасть, материал совершает сложное движение: относительное по лопасти и вращательное вместе с ней.

В усовершенствовании винтовой мешалки можно выделить несколько путей.

Первым путем, является непосредственная модернизация мешалки.

Так выполнив отверстие в лопасти мешалки (рисунок 1), тем самым улучшается качество перемешиваемой массы материала и происходит снижение затрат энергии на технологический процесс перемешивания.

Рабочий процесс модернизируемой мешалки заключается в следующем. При вращении лопасти мешалки захватывают перемешиваемую массу и перемещают ее в радиальных направлениях. При этом, эта часть массы перемещается в плоскость лопастей где выполнены отверстия.

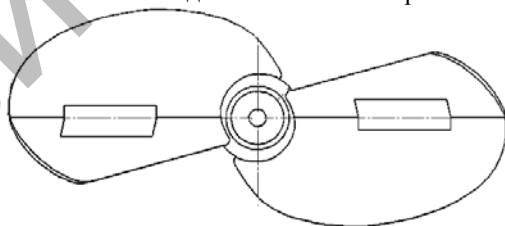


Рисунок 1 – Модернизированная винтовая мешалка

Выполненные на лопастях мешалки отверстия пропускают перемешиваемую массу, что приводит к созданию разнонаправленного жидкого потока в рабочей зоне мешалки. Поток, создаваемый мешалкой, направлен согласно углу наклона лопастей и направлен по винтовой линии, а поток перемешиваемой массы, истекающий через отверстия, направлен в противоположную сторону. Таким образом, выполненные отверстия позволяют образовывать в резервуаре смешивания два разнонаправленных в радиальном направлении потока, линейная скорость которых различна. Линейная скорость потока жидкости, создаваемого мешалкой больше чем скорость истекающей жидкости через отверстия в лопастях, а так как скорость истекающей массы меньше, то в месте истечения из отверстия происходит перепад давления, а следовательно, поток перемешиваемой массы встречаясь с подающейся на мешалку массой дополнительно перемешивается, что улучшает качество перемешиваемой массы без дополнительных затрат энергии на технологический процесс.

Вторым путем, является конструирование рабочего органа с необходимыми рациональными параметрами.

Вектор суммарной скорости потока перемешиваемой массы направлен к нижней поверхности лопасти мешалки под углом γ_1 , называемым углом атаки. При этом на нижней поверхности лопасти (ее называют нагнетающей) создается повышенное давление массы, а на верхней (засасывающей) — разрежение. В результате разности давлений на лопасти, возникает подъемная сила. Если разложить ее на составляющие, одна из которых направлена в сторону движения частиц находящихся в перемешиваемой массе, а вторая перпендикулярна ей, то получим соответственно силу, создающую упор винта, и силу, создающую крутящий момент, который и приходится преодолевать двигателю для того, чтобы винтовая мешалка вращалась и перемещала частицы.

Упор винтовой мешалки, создаваемый подъемной силой, зависит не столько от площади лопасти, сколько от таких ее параметров, как угол атаки, профиль сечения, длина лопасти.

Подача перемещаемой массы лопастью мешалки зависит от параметров ее винтовой поверхности, кинематического режима работы, числа лопастей мешалки и др. [3].

Не однозначно решенной задачей является определение угла атаки сечения лопасти в рассматриваемый момент времени при произвольном изменении её кинематических параметров. При определении угла подъема лопасти мешалки, процесс перемещения массы данной лопастью можно рассматривать, как воздействие винтовой поверхности на перемещаемые частицы. В качестве транспортирующей поверхности лопасти принять прямую винтовую поверхность с постоянным шагом, применяемую, как для транспортирования материала, так и для его перемешивания.

Винтовая поверхность образуется как след движения линии вращающейся около оси Z и перемещающейся вдоль ее по закону движения частицы массы, относительно данной оси:

$$z = \frac{S}{2\pi} \omega t, \quad (1)$$

т.е. приращение аппликаты Z пропорционально углу поворота образующей ωt и шагу винтовой линии S .

Если образующая перпендикулярная к оси перемещается поступательно и вращательно с постоянной скоростью, то получается прямая винтовая поверхность с постоянным шагом. Вращение такой винтовой поверхности можно изобразить на плоскости перемещением прямоугольного треугольника в направлении, перпендикулярном к оси Z . Развертка наружной винтовой линии на плоскость представляет прямую AB , которая является гипотенузой треугольника с углом наклона γ_1 , к образующей (рисунок 2).

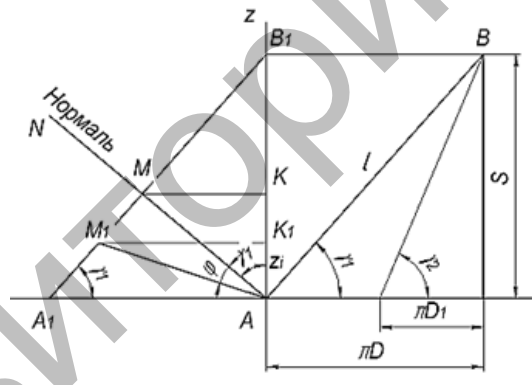


Рисунок 2 – Схема взаимосвязи параметров лопасти мешалки

Осевую длину лопастей определяем из выражения [4]:

$$l = S \cdot \tau_{cp} \cdot \sin \gamma_1, \quad (2)$$

где l – осевая длина лопастей, м;

τ_{cp} – густота лопастной решетки мешалки на среднем диаметре;

S – шаг винтовой линии, м;

γ_1 – угол подъема лопасти мешалки, град.

Шаг S винтовой линии определяется по формуле [4]:

$$S = \frac{\pi D}{n}, \quad (3)$$

где D – диаметр мешалки, м;

n – число лопастей мешалки, шт.

Выразим из формулы (2) угол γ_1 , равный углу подъема винтовой линии и подставим выражение (3):

$$\sin \gamma_1 = \frac{l \cdot n}{\pi D \cdot \tau_{cp}}, \quad (4)$$

Секция 1: Переработка и хранение сельскохозяйственной продукции

С изменением диаметра D до D_1 угол наклона развертки винтовых линий увеличивается от его наименьшего значения γ_1 , на наружной кромке поверхности до наибольшего γ_2 на внутренней кромке поверхности, охватывающей вал мешалки (рисунок 2).

Винтовая поверхность, перемещая частицу, воздействует на нее так, что давление в каждой рассматриваемой точке направлено по нормали к винтовой поверхности. Углы, образуемые нормалью и касательной в произвольно выбранной точке и винтовой поверхности с осями координат, определяют величинами их косинусов.

Угол, образуемый нормалью с осью Z , определяет транспортирующую способность винтовой поверхности. Чем меньше этот угол, тем больше направление давлений винтовой поверхности на частицу материала, что совпадает с направлением оси Z вдоль которой перемещается частица.

Таким образом, нормаль к винтовой поверхности образует вдоль винтовой линии, взятой на этой поверхности, постоянный угол с осью Z , равный углу подъема винтовой линии γ_1 . Если бы между поверхностью и перемещаемой массой, на которую она воздействует, не было трения, то каждая частица материала двигалась бы строго в направлении нормали N . Сила трения, возникающая вследствие проскальзывания частиц перемещаемого материала относительно винтовой поверхности, отклоняет направление давления от направления нормали на угол трения.

$$\varphi = \arcsin f,$$

где f – коэффициент трения скольжения перемещаемого материала о винтовую поверхность.

Отклонение происходит в сторону, противоположную направлению скорости, движения частицы материала относительно винтовой поверхности.

За один оборот винтовой поверхности около оси Z частица материала M перемещается (без учета сил трения) на расстояние AM , а в направлении оси Z – на расстояние AK (смотрите рисунок 2). При силе трения материала частица перемещается на расстояние AM_1 , а вдоль оси Z – на расстояние AK_1 . Определим перемещение частицы M в направлении оси Z за один оборот с учетом сил трения. Из рисунка 2 следует:

$$AK_1 = AM_1 \cdot \cos(\gamma_1 + \varphi),$$

$$AM_1 = S \frac{\cos \gamma_1}{\cos \varphi},$$

тогда
$$AK_1 = S \cdot \frac{\cos \gamma_1}{\cos \varphi} \cos(\gamma_1 + \varphi). \quad (5)$$

Заменив AK_1 через Z_i и $\sin \varphi$ через f , окончательно равенство (5) для определения величины перемещения частиц в направлении перемещения запишем:

$$Z_i = S(\cos^2 \gamma_1 - f \cdot \sin \gamma_1 \cdot \cos \gamma_1) \quad \text{или} \quad Z_i = S(\cos^2 \gamma_1 - 0,5f \cdot \sin 2\gamma_1), \quad (6)$$

Как видно из уравнения, перемещение частиц вдоль оси винтовой поверхности зависит от шага S , угла подъема винтовой линии γ_1 и коэффициента трения материала f . При постоянных S и f перемещение Z_i зависит только от угла подъема винтовой линии, на которой находится рассматриваемая частица, возрастая с увеличением радиуса винтовой поверхности.

Согласно уравнения (6), осевое перемещение Z_i принимает нулевое значение (винтовая поверхность теряет транспортирующую способность) в трех случаях:

1. При шаге винта $S = 0$;
2. При угле подъема винтовой линии $\gamma_1 = 90^\circ$;
3. При коэффициенте трения $f = \cos \gamma_1$.

Первые два случая практически не применимы, так как для винтовой поверхности должно быть $S > 0$ и $0 < \gamma_1 < 90^\circ$.

Проанализируем третий случай $f = \cos \gamma_1$.

В соответствии с рисунком 2 можно записать:

$$\cos \gamma_1 = \sin(90^\circ - \gamma_1) = \sqrt{1 - \sin^2 \gamma_1} = \sqrt{1 - \left(\frac{l \cdot n}{\pi D \cdot \tau_{cp}}\right)^2}, \quad (7)$$

При $f = \cos \gamma_1$, равенство (7) дает возможность получить параметр винтовой поверхности, при которых она не может перемещать материал вдоль винтовой осевой линии.

Критический угол подъема винтовой линии:

$$\sin \gamma_{\max} = \sin(90^\circ - \gamma_{cp}), \quad (8)$$

или $\gamma_{cp} = 90^\circ - \varphi_{\max}$.

Заменив $\cos = y$ и подставив в выражение (7) получим следующую зависимость:

$$y = \sqrt{1 - \left(\frac{l \cdot n}{\pi D \cdot \tau_{cp}}\right)^2}. \quad (9)$$

Подставив в полученную формулу (9) реальные размеры определим угол подъема винтовой линии:

$$y = \sqrt{1 - \left(\frac{1,75 \cdot 2,0}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 4,0} \right)^2} = 0,83.$$

Заменяем y полученным значением и выразив его через $\arccos 0,83$ определим угол подъема винтовой линии: $\gamma_1 = \arccos 0,83 = 34^\circ$.

Заключение

Выполнив на поверхности лопастей мешалки отверстия, часть перемешиваемой массы истекает через них, образуя с тыльной стороны мешалки турбулентное движение, которое при вращении последней, создает вихревое движение частиц, чем дополнительно более качественно перемешивает массу, попадающуюся в рабочую зону мешалки, без снижения скорости движения потоков и дополнительных затрат энергии.

Винт даст наибольший упор, если сечения лопасти на любом радиусе будут расположены под одним и тем же оптимальным углом атаки к набегающему потоку γ_1 .

Таким образом, угол подъема винтовой линии γ_1 на наружной кромке лопасти зависит от физико-механических свойств, реологических параметров перемешиваемой жидкости и чистоты обработки по радиусу и длине лопасти мешалки. Согласно произведенным расчетам угол подъема винтовой линии γ_1 будет равен 34° .

Учитывая условия работы мешалки и перечисленные параметры можно разработать винтовую поверхность рабочего органа, обеспечивающего минимальные затраты энергии на технологический процесс перемешивания.

Литература

1. Шацкий В.В. Моделирование механизированных процессов приготовления кормов. — Запорожье ПЦ «Х – ПРЕСС», 1998. – 140с.
2. Машины для перемешивания материалов. Ч.2. Смесители периодического действия./ Д.Р. Дамдинова. — Улан – Удэ: Восточно-Сибирский государственный технологический университет, 2000.
3. Ломакин, А. А. Центробежные и осевые насосы / А.А. Ломакин — М.: Машиностроение, 1966. – 150 с.
12. Мелашенко, В.И., Зуев, А.В. Методическое пособие по профилированию лопастей рабочих колес центробежных насосов в 2-х частях / В.И. Мелашенко, А.В. Зуев — М.: МВТУ им. Н.Э. Баумана, 1980.

УДК 637.12.04.07

СНИЖЕНИЕ ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ ЖИРОВЫХ ШАРИКОВ МОЛОКА

Костюкевич С.А., к.с.-х.н. (БГАТУ, Минск)

Введение

В целях более полного удовлетворения населения республики в продуктах питания необходимо не только наращивать производство животноводческой продукции, в том числе и молока, но и повышать его качество.

Качество молока как сырья для переработки зависит от физико-химических свойств, биологической полноценности, санитарного состояния, органолептических показателей и технологических свойств. Технологические свойства молока должны соответствовать его назначению. Так при производстве масла к молоку коров предъявляются требования, относящиеся к состоянию жировой фазы. Для производства масла используют молоко коров с крупными жировыми шариками, так как мелкие жировые шарики в большом количестве переходят в пахту.

Имеются многочисленные данные об изменении отдельных компонентов молока при транспортировке по молокопроводу. При этом решающее значение имеет протяженность молокопровода, его разводка и расположение конечной ветви. При длинном молокопроводе (135 м) без технологических подъемов над кормовыми проездами жирность молока составила 3,95–3,98%, что на 0,24–0,40% выше, чем при использовании короткого молокопровода [2].

Из всех видимых структурных элементов молока лучше других выявляются жировые шарики. Они находятся во взвешенном состоянии в водных растворах молока и в совокупности составляют в нем молочный жир, или самую крупную дисперсную эмульсионную систему. В 1 см^3 натурального молока коровы насчитывается от 2 до 5 млрд. жировых шариков. Диаметр их колеблется в пределах от 0,5 до 20 мкм. Крупных жировых шариков (15–20 мкм) на каждое поле зрения микроскопа встречается 2–3. В основном диаметр жировых шариков равен 1–4 мкм.

Каждый жировой шарик имеет собственную белково-липидную оболочку, которая представляет собой поверхностный адсорбционный слой. Оболочка не позволяет слиться жировым шарикам в единую сплошную массу. Однако белково-липидная природа оболочек жировых шариков обеспечивает их способность к слабому временному слипанию, которая возрастает по мере увеличения срока хранения молока. В результате многие жировые шарики собираются в кучки (агрегаты), наступает явление агрегации. Сила слипания у оболочек очень мала, но вполне достаточна для того, чтобы образовались агрегаты и ускорился процесс отстаивания сливок. Установлено, что крупные шарики (4–6 мкм) перемещаются в молоке вверх очень медленно – на несколько миллиметров в час. Жировой шарик диаметром 10 мкм за 24 часа поднимается только на 15 см, а шарик диаметром 2 мкм – на 0,6 см. При увеличении диаметра в 14 раз движение шариков ускоряется в 230 раз. Еще