

**МЕХАΝІЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА, ПЕРААПРАЦОЎКА
І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ВЫТВОРЧАСЦІ**

УДК 631.363.636

В. А. ШАРШУНОВ, А. В. ЧЕРВЯКОВ, О. В. ПОНТАЛЕЕВ, С. И. КОЗЛОВ

**ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ЭКСПАНДЕРА ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗЕРНОВЫХ СМЕСЕЙ
С ВКЛЮЧЕНИЕМ НЕТРАДИЦИОННЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК**

*Могилевский государственный университет продовольствия
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия*

(Поступила в редакцию 10.11.2004)

Одним из основных показателей, характеризующих работу экспандера, является его производительность [1].

Производительность шнека экспандера, имеющего цилиндрическую форму (рис. 1), определяется как количество материала, заполняющее межвитковое пространство в единицу времени. Если не учитывать многих факторов, влияющих на уменьшение подачи шнеком смеси (степень заполнения витков, физико-механические свойства смеси, сопротивление создаваемое матрицей и др.), то тогда теоретическая производительность шнека экспандера равна [2]:

$$Q_T = 60 n V \gamma_1, \text{ кг/ч}, \quad (1)$$

где n — частота вращения шнека, об/мин; V — объем винтовой полости шнека заполненный смесью, м³; γ_1 — насыпная плотность смеси, кг/м³.

Допустим, что масса обрабатываемой смеси, подаваемая по шнеку, будет полностью заполнять межвитковый объем и перемещаться при вращении шнека только поступательно, подобно осевому движению гайки по винту. При таком движении за один оборот шнека смесь переместится на длину L , равную шагу шнека H .

Тогда производительность данного шнека экспандера равна:

$$Q_T = 60 \pi F_{\text{л}} (H - e) n \gamma_1, \text{ кг/ч}, \quad (2)$$

где $F_{\text{л}}$ — площадь поперечного сечения потока смеси, м²; H — шаг витка шнека, м; e — толщина витка шнека экспандера, м.

Учитывая, что шнек экспандера имеет конструкцию вала с увеличивающимся диаметром к матрице (рис. 1), то пропускная способность шнека будет определяться участком с максимальным диаметром вала шнека, или минимальным поперечным сечением потока смеси. Площадь поперечного сечения потока смеси $F_{\text{л}}$ равна:

$$F_{\text{л}} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d_{\text{max}}^2), \text{ м}^2, \quad (3)$$

где D — наружный диаметр вала шнека, м; d_{max} — внутренний диаметр последней секции шнека экспандера, м.

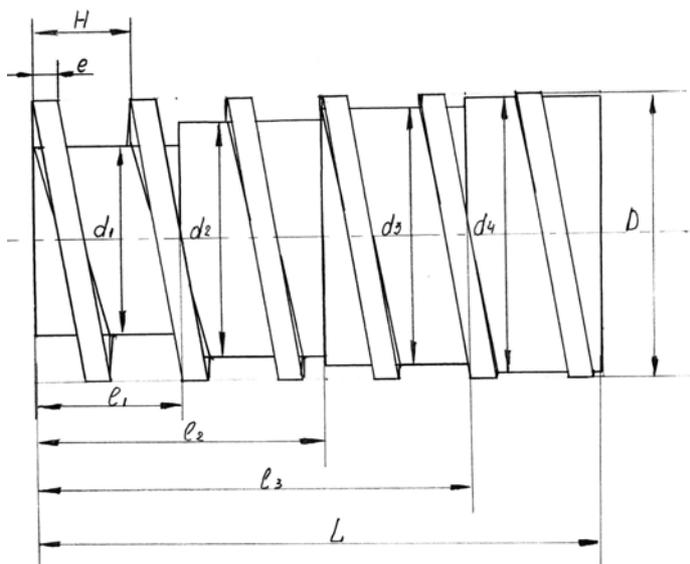


Рис. 1. Шнек цилиндрический, с коэффициентом прессования, увеличивающимся к формирующему устройству

С учетом плотности обрабатываемой смеси в последнем витке шнека, производительность экспандера:

$$Q_T = 15\pi(D^2 - d_{\max}^2)(H - e)n\gamma_2, \text{ кг/ч}, \quad (4)$$

где γ_2 — плотность смеси в межвитковом пространстве последнего витка шнека, кг/м³.

Однако, данная формула не учитывает влияние ряда факторов, которые снижают производительность установки. Поэтому задачей теоретических исследований является определение этих факторов и их влияние на производительность экспандера.

В основе экспандирования лежат два процесса — механо-химическая деструкция, наблюдаемая на всех этапах процесса, и «взрыв», или «декомпрессионный шок», происходящий на выходе продукта из экспандера [3]. Рабочую зону экспандера можно разделить на ряд технологических зон — загрузка, сжатие, гомогенизация, экспандирование.

Поскольку продукт поступает в загрузочную зону под действием гравитационных сил, то производительность экспандера будет зависеть от степени заполнения межвиткового пространства шнека в загрузочной зоне. Для характеристики загрузочной зоны экспандера введем коэффициент заполнения K_H межвиткового пространства, определяемый выражением [4]:

$$K_H = \frac{V_{\text{см}}}{V_1}, \quad (5)$$

где V_1 — объем межвиткового пространства в загрузочной зоне шнека, м³; $V_{\text{см}}$ — объем смеси в межвитковом пространстве загрузочной зоны шнека, м³.

Данный показатель будет зависеть от соотношения размеров частиц и конструктивных параметров шнека в зоне загрузки. Для определения влияния размеров частиц на коэффициент заполнения были проведены теоретические исследования.

В результате теоретических исследований было установлено, что наилучшее заполнение межвиткового пространства витка происходит при отношении условного диаметра обрабатываемой частицы к высоте витка шнека:

$$h/d_q \geq 2,8, \quad (6)$$

где h — высота витка в зоне загрузки шнека экспандера, м.

Рассматривая движения материала по винтовой полости шнека, как непрерывное движение, допускаем, что в идеальных условиях масса смеси в межвитковом пространстве в начале шнека (зона загрузки) и в конце (предматричная зона) одинакова, т. е.:

$$V_1\gamma_1 = V_2\gamma_2, \quad (7)$$

где V_2 — объем межвиткового пространства в зоне выгрузки шнека, м³.

Тогда плотность смеси в последнем витке:

$$\gamma_2 = \frac{V_1}{V_2}\gamma_1, \quad (8)$$

Обозначим $\frac{V_1}{V_2} = K_{\Pi}$ — коэффициент прессования смеси.

$$\gamma_2 = K_{\Pi}\gamma_1, \quad (9)$$

Во время обработки материала, практически во всех зонах экспандера происходит его проскальзывание или проворачивание относительно шнека, что также снижает производительность оборудования. Поэтому в формуле производительности необходимо учитывать частоту вращения обрабатываемого материала относительно шнека, n_M .

$$Q_T = 15\pi(D^2 - d_{\max}^2)(H - e)\gamma_1 K_H K_{\Pi} n(n - n_M), \text{ кг/ч}, \quad (10)$$

или,

$$Q_T = 15\pi(D^2 - d_{\max}^2)(H - e)\gamma_1 K_H K_{\Pi} n \left(1 - \frac{n_M}{n}\right), \text{ кг/ч}, \quad (11)$$

где n_M — частота вращения материала относительно шнека, об/мин.

Обозначим $\frac{n_m}{n} = K_{ск}$ — коэффициентом проскальзывания материала относительно шнека.

Тогда:

$$Q_T = 15\pi(D^2 - d_{\max}^2)(H - e)\gamma_1 K_H K_{\Pi} n(1 - K_{ск}), \text{ кг/ч}, \quad (12)$$

Одним из важных параметров, характеризующим геометрические размеры шнека, является угол подъема винтовой линии. От величины этого параметра зависит непрерывность движения материала вдоль оси шнека. Для этого необходимо соблюдение условия:

$$\text{tg } \alpha_p \leq f, \quad (13)$$

где f — коэффициент трения обрабатываемой смеси; α_p — угол подъема винтовой линии витка шнека, град.

В случае нарушения условия (13) обрабатываемая смесь начинает перемещаться обратно в зону загрузки шнека, что приводит к нарушению технологического процесса.

Поскольку конструкцией шнека предусмотрено поперечное увеличение внутреннего диаметра, при постоянном шаге, то для соблюдения условия (13) необходимо начинать его расчет с загрузочной и выгрузной секции. Это объясняется тем, что мы можем полностью контролировать физико-механические свойства смеси (коэффициент трения) в зоне загрузки и частично, в зоне выгрузки экспандера. При этом допустив, что коэффициент трения в зоне загрузки равен коэффициенту трения экспанданта о канал матрицы при экспандировании смеси.

Снижение перепадов давления в точках перехода с секции на секцию, а следовательно, более надежная работа установки для экспандирования смеси, достигается плавным увеличением коэффициента прессования обрабатываемого материала от загрузочной к выгрузной секции. При этом, выбор внутренних диаметров остальных секций шнека производится исходя из условия:

$$d_1 < d_i < d_{\max}, \text{ м}, \quad (14)$$

где d_1 — внутренний диаметр загрузочной секции; d_i — внутренний диаметр i секции, м; i — номер секций шнека экспандера, 1, 2, 3 ... k .

Рассмотрим развертку винтовой линии поверхности шнека в зоне загрузки (рис. 2).

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{H}{\pi d_1}, \quad (15)$$

где α_1 — угол подъема винтовой линии витка в зоне загрузки, град.

Тогда, внутренний диаметр загрузочной секции шнека, с учетом выражения (13) определяется по формуле:

$$d_1 = \frac{H}{\pi f}, \text{ м}, \quad (16)$$

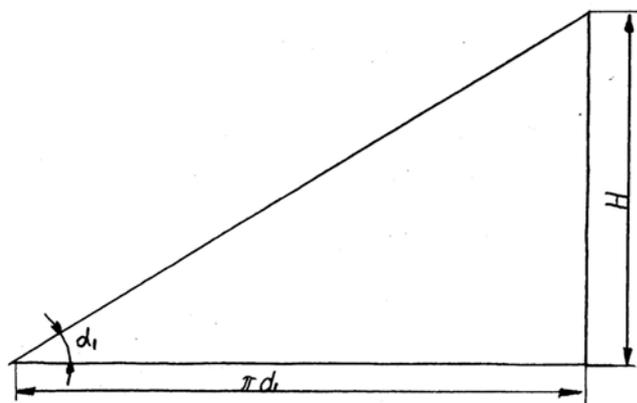


Рис. 2. Развертка винтовой линии поверхности шнека в зоне загрузки

Зависимость внутреннего диаметра шнека $d = F(f)$, при различном шаге и коэффициенте трения представлена на рис. 3.

Анализ графической зависимости (рис. 3) показывает, что в интервале изменения коэффициента трения смеси от $f_{\min} = 0,42$ до $f_{\max} = 0,54$ при варьировании шага витка H , внутренний диаметр вала будет изменяться в пределах от 0,019 до 0,072 м.

Высота витка i секции шнека определяется выражением:

$$h_i = \frac{D - d_i}{2}, \text{ м}, \quad (17)$$

Высота витка шнека в зоне загрузки:

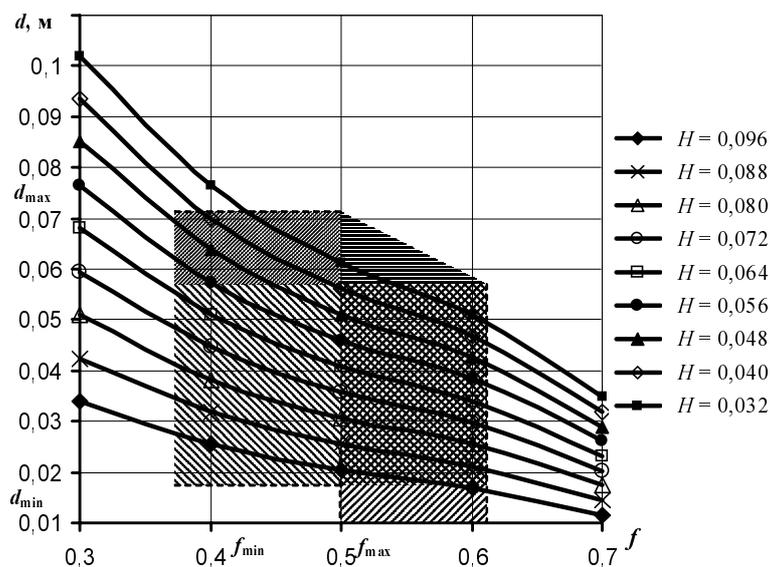


Рис. 3. Зависимость внутреннего диаметра вала d , от коэффициента трения смеси f при различном шаге H

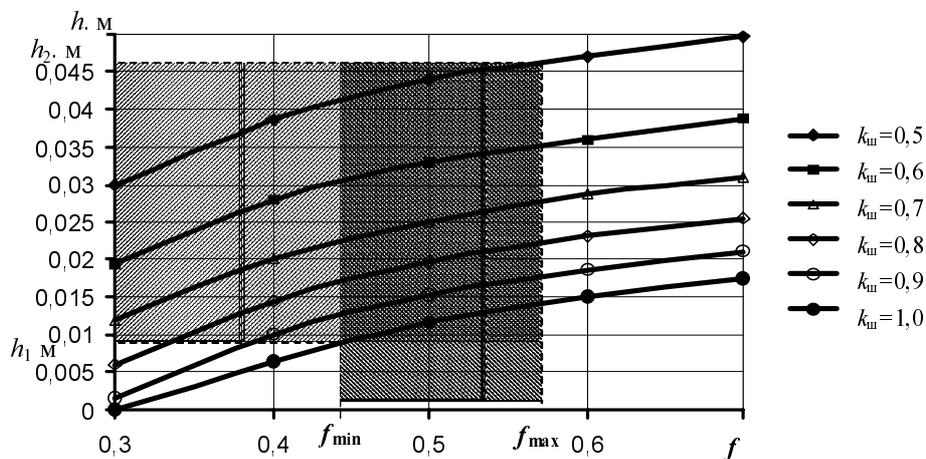


Рис. 4. Зависимость витка шнека от коэффициента трения смеси при $H = 0,064$ м

$$h_1 = \frac{1}{2} D - \frac{H}{2\pi \operatorname{tg} \alpha_1}, \text{ м}, \quad (18)$$

Научные исследования [1, 4], проводимые в данной области, показывают, что шнеки с отношением шага к внешнему диаметру менее 0,5 не могут быть рекомендованы к применению в связи с малой подачей смеси к матрице из-за малого угла подъема витка шнека. Отношение больше чем 1 вызывает чрезмерную подачу смеси к матрице и появлению обратных противотоков.

С учетом выше изложенного, рекомендуется отношение шага к внешнему диаметру принимать в следующих пределах:

$$k_{\text{ш}} = \frac{H}{D} = 0,5 \dots 1, \quad (19)$$

Преобразуя выражение (19) с учетом формул 17, 20, получим:

$$h_1 = \frac{H(\pi f - k_{\text{ш}})}{2\pi f k_{\text{ш}}}, \quad (20)$$

Зависимость высоты витка шнека в зоне загрузки от коэффициента $k_{\text{ш}}$, и коэффициента трения смеси представлена на рис. 4. При $H = \text{const}$, и равным 0,064 м.

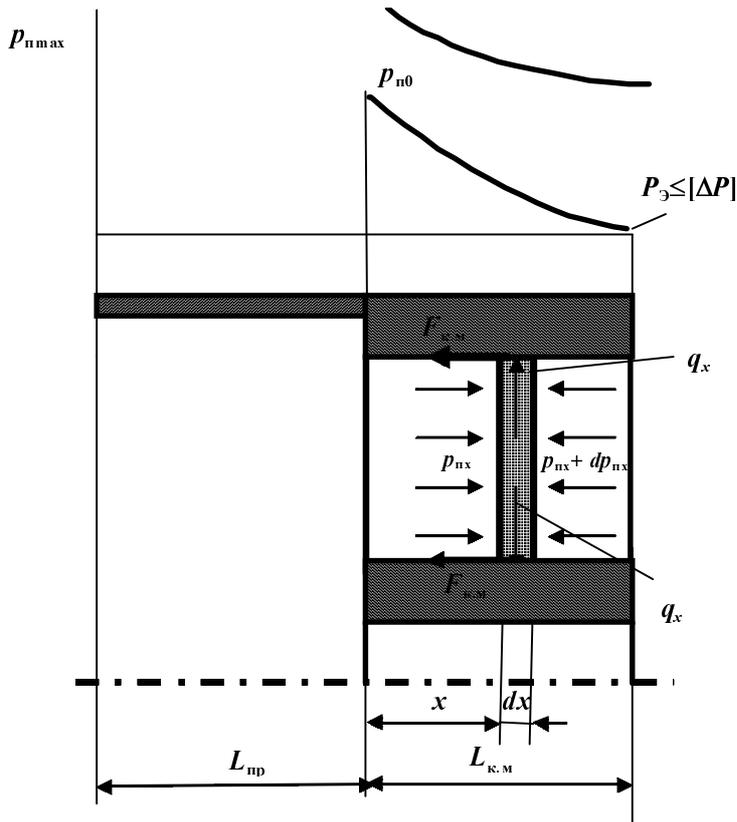


Рис. 5. Распределение осевых и боковых давлений вдоль длины канала матрицы

ки матричных отверстий, обусловленное наличием бокового давления. Поэтому осевое давление по длине каналов матрицы не остается постоянным, а уменьшается вдоль их длины. Чтобы уяснить, как изменяется осевое давление в канале матрицы, выделим в полученном сжатом материале (рис. 5) элементарный слой dx , удаленный от конца предматричной камеры на расстоянии x . На выделенный элемент действуют осевые давления: слева $p_{пх}$ и справа $p_{пх} + dp_{пх}$. Кроме того, в поперечном сечении по периметру элемента действует боковое давление $q_{мх}$ и обусловленная им сила трения $F_{к.м}$, эта сила направлена вдоль канала и равна:

$$F_{к.м} = z f_3 q_x P_{к.м} dx, \quad (22)$$

где $P_{к.м}$ — периметр канала матрицы, м; z — количество матричных отверстий; f_3 — коэффициент трения материала о стенки канала матрицы.

Составим уравнение равновесия слоя в проекции на продольную ось канала матрицы

$$p_{пх} z S_{к.м} - (p_{пх} + dp_{пх}) z S_{к.м} - z f_{тр3} q_{мх} P_{к.м} dx = 0, \quad (23)$$

или

$$dp_{пх} = - \frac{f_3 q_{мх} P_{к.м}}{S_{к.м}} dx, \quad (24)$$

Боковое давление, возникающее под действием осевого давления и пропорционально $p_{пх}$ в процессе движения материала к выходному концу матрицы изменяется и равняется:

$$q_{мх} = \psi p_{пх} + q_{о.д}, \quad (25)$$

где ψ — коэффициент бокового распора, $q_{о.д}$ — боковое давление, обусловленное релаксационными процессами, Н/м².

Анализируя правую часть равенства (24) видим, что давление в направлении движения материала к выходному концу матрицы уменьшается. Проведя преобразования и интегрируя левую часть в пределах от $p_{пмак}$ до p_0 , где

Анализируя зависимость (рис. 4) можно сделать вывод, что в пределах изменения коэффициента трения смеси от $f_{мин}$ до $f_{мак}$ при варьировании $k_{ш}$ от 0,5 до 1 высота витков шнека может находиться в пределах от 0,008 до 0,046 м.

С учетом всего выше изложенного, фактическая производительность шнека будет равна:

$$Q_{\phi} = 60\pi \left(\frac{H(\pi f - k_{ш})}{2\pi f k_{ш}} - \frac{(d_{мак} - d_1)}{2} \right) \times \left(\frac{H(\pi f - k_{ш})}{2\pi f k_{ш}} + \frac{d_{мак} + d_1}{2} \right) \times (H - e) \gamma_1 K_H K_{пн} n (1 - K_{ск}), \quad (21)$$

Данная формула, (21), позволяет учесть влияние конструктивных, кинематических факторов и физико-механических свойств обрабатываемой смеси на фактическую производительность экспандера.

Выбор конструктивных параметров матрицы. В каналах матрицы рабочий орган (шнек) преодолевает не только сопротивление сжатию, но и трение материала о стенки

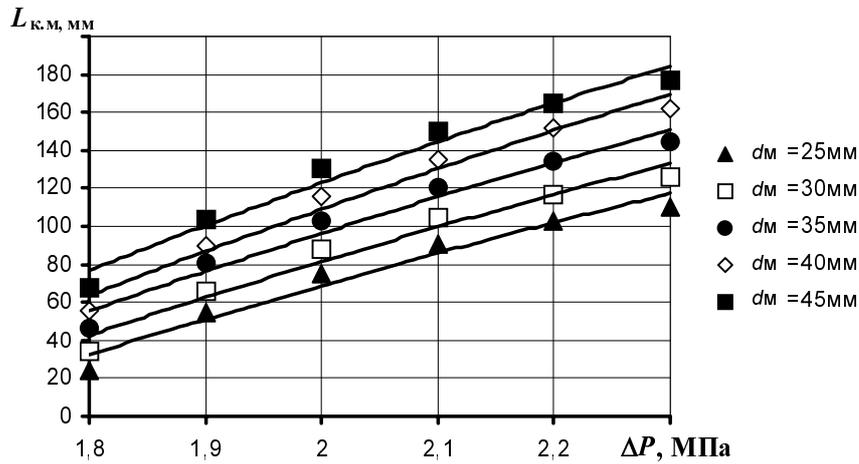


Рис. 6. Зависимость длины матричного канала от разности давлений по его длине при различных диаметрах матричного отверстия

$$p_{\text{э}} = p_1 - p_{\text{атм}} \leq [\Delta p], \quad (26)$$

а правую — от 0 до x и вместо x подставляя величину $L_{\text{к. м}}$ получим:

$$\int_{p_{\text{п0}}}^{p_{\text{э}}} \frac{dp_{\text{пх}}}{\psi p_{\text{пх}} + q_{\text{од}}} = \int_0^x -\frac{f_3 P_{\text{к.м}}}{S_{\text{к.м}}} dx = \int_0^{L_{\text{к.м}}} -\frac{f_3 P_{\text{к.м}}}{S_{\text{к.м}}} dx, \quad (27)$$

или

$$\frac{1}{\psi} (\ln(\psi p_{\text{п0}} + q_{\text{од}}) - \ln(\psi p_{\text{э}} + q_{\text{од}})) = \frac{f_3 P_{\text{к.м}}}{S_{\text{к.м}}} L_{\text{к.м}}, \quad (28)$$

Решая уравнение относительно $L_{\text{к. м}}$, имеем:

$$L_{\text{к.м}} = \frac{S_{\text{к.м}} (\ln(\psi p_{\text{п0}} + q_{\text{од}}) - \ln(\psi p_{\text{э}} + q_{\text{од}}))}{\psi f_3 P_{\text{к.м}}}, \quad (29)$$

Если учесть, что

$$S_{\text{к.м}} = \frac{\pi d_{\text{м.о}}^2}{4}, \quad (30)$$

и

$$P_{\text{к.м}} = \pi d_{\text{м.о}}, \quad (31)$$

то выражение (29) примет вид:

$$L_{\text{к.м}} = \frac{d_{\text{м.о}} (\ln(\psi p_{\text{п0}} + q_{\text{од}}) - \ln(\psi p_{\text{э}} + q_{\text{од}}))}{\psi f_3}, \quad (32)$$

Определение температуры нагрева корпуса шнековой камеры экспандера. Температура нагрева корпуса шнековой камеры экспандера, в которой обрабатывается материал необходима для:

- 1) инактивации антипитательных веществ;
- 2) декстринизации крахмала;
- 3) структурного изменения получаемого продукта.

В виду этого, температура материала находящегося в шнековой камере должна находится в пределах от 100 до 200 °С.

Нижний предел определяется из условия декстринизации крахмала, которое наблюдается при температуре обработки 100°С, а верхний из условия сохранения аминокислотного состава продукта.

Количество теплоты, которое выделяется в результате работы нагревательных элементов установленных на корпусе шнека, расходуется: на нагрев металлических частей (корпус шнека, шнек, матрица), на нагрев обрабатываемого материала, часть тепла уходит в окружающую среду (потери тепла). Учитывая вышеизложенное, уравнение баланса теплоты, которая образуется в результате работы нагревательных элементов можно представить выражением [5]:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (34)$$

где Q — количество теплоты, образующееся в результате работы нагревательных элементов, Дж; Q_1 — количество теплоты, идущее на нагрев металлических частей, Дж; Q_2 — количество теплоты, идущее на нагрев обрабатываемого материала, Дж; Q_3 — количество теплоты, которое уходит в окружающую среду (потери тепла) Дж.

Потерями тепла можно пренебречь при условии, если корпус шнека с нагревательными элементами хорошо теплоизолировать. Тогда выражение примет вид:

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (35)$$

Определим, чему равны составляющие данного выражения:

$$Q = P_{н.э} t_{нагр}, \quad (36)$$

где $P_{н.э}$ — общая мощность нагревательных элементов, установленных на корпусе шнека, Вт; $t_{нагр}$ — время нагрева корпуса шнека до заданной температуры, с.

Количество теплоты необходимое на нагрев металлических частей рабочего органа экспандера:

$$Q_1 = m_1 c_1 (T_{к1} - T_{н1}), \quad (37)$$

где m_1 — общая масса металлических частей экспандера на которых установлены нагревательные элементы, кг; c_1 — удельная теплоемкость металла из которого изготавливаются металлические части подвергающиеся нагреву, Дж/(кг · °С); $T_{к1}$ — конечная температура нагрева корпуса шнека, °С; $T_{н1}$ — начальная температура корпуса шнека (равна температуре окружающей среды, где установлено оборудование), °С.

Количество теплоты необходимое на нагрев обрабатываемого материала, заключенного между межвитковым пространством шнека и внутренним диаметром шнековой камеры:

$$Q_2 = m_2 c_2 (T_{к2} - T_{н2}), \quad (38)$$

где m_2 — масса материала который проходит обработку и находится в корпусе шнека, кг; c_2 — удельная теплоемкость материала который проходит обработку, Дж/(кг · °К); $T_{к2}$ — конечная температура обрабатываемого материала, °С; $T_{н2}$ — начальная температура обрабатываемого материала, °С.

С учетом этих зависимостей (36), (37) и (38) формула (35) примет вид:

$$P_{н.э} t_{нагр} = m_1 c_1 (T_{к1} - T_{н1}) + m_2 c_2 (T_{к2} - T_{н2}), \quad (39)$$

Принимая во внимание, что:

$$T_{н2} = T_{н1} = T_{н}, \quad (40)$$

где $T_{н}$ — температура окружающей среды, °С.

Из формулы (39) выразим температуру нагрева корпуса шнека $T_{к1}$, которая необходима для поддержания температурного режима обработки материала:

$$T_{к1} = \frac{P_{н.э} t_{нагр} + (m_1 c_1 + m_2 c_2) T_{н} - m_2 c_2 T_{к2}}{m_1 c_1}, \quad (41)$$

А время нагрева корпуса шнека до необходимой температуры находится по выражению:

$$t_{нагр} = \frac{m_1 c_1 T_{к1} + m_2 c_2 T_{к2} - (m_1 c_1 + m_2 c_2) T_{н}}{P_{н.э}}, \quad (42)$$

По выражению (41) можно определить мощность, которую необходимо затратить на нагрев корпуса шнека при заполнении корпуса шнека обрабатываемым материалом.

Однако корпус шнека разогревается и до заполнения его обрабатываемым материалом и здесь затраты мощности определяются выражением (39), а температура нагрева и время нагрева соответственно по выражениям:

$$T_{к1} = \frac{P_{н.э} t_{нагр} - m_1 c_1 T_{н}}{m_1 c_1}, \quad (43)$$

и

$$t_{\text{нагр}} = \frac{m_1 c_1 (T_{\text{к1}} - T_{\text{н}})}{P_{\text{н.э}}}, \quad (44)$$

После заполнения и при движении обрабатываемого материала вдоль корпуса шнека мощность нагревательных элементов будет расходоваться лишь на нагрев обрабатываемого материала, находящегося в зоне обработки, и расход мощности равен:

$$P_{\text{н.э}} = Q'_{\text{ф}} c_2 (T_{\text{к2}} - T_{\text{н}}), \quad (45)$$

где $Q'_{\text{ф}}$ — массовый расход обрабатываемого материала (масса обрабатываемого материала проходящая в единицу времени через шнековую камеру экспандера), кг/с.

Обрабатываемый материал всегда имеет определенную начальную влажность, поэтому

$$Q'_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{ф}}(100 - W_{\text{м}})}{100 - W_{\text{п}}}, \quad (46)$$

где $W_{\text{м}}$ и $W_{\text{п}}$ — соответственно влажности исходного материала и полученного продукта, %.

Подставляя выражение (46) в формулу (45) находим температуру нагрева материала в шнековой камере:

$$T_{\text{к2}} = \frac{P_{\text{н.э}}(100 - W_{\text{п}})}{Q_{\text{ф}} c_2 (100 - W_{\text{м}})} + T_{\text{н}}, \quad (47)$$

Преобразовав выражение (41) с учетом (47) получим зависимость для определения температуры нагрева корпуса шнека до заданной температуры с определенной влажностью исходного материала:

$$T_{\text{к1}} = \frac{Q_{\text{ф}}(100 - W_{\text{м}})(P_{\text{н.э}} \cdot t_{\text{нагр}} + (m_1 c_1 + m_2 c_2) T_{\text{н}})}{Q_{\text{ф}}(100 - W_{\text{м}}) m_1 c_1} - \frac{m_2 (P_{\text{н.э}} (100 - W_{\text{п}}) + Q_{\text{ф}} c_2 (100 - W_{\text{м}}) T_{\text{н}})}{Q_{\text{ф}}(100 - W_{\text{м}}) m_1 c_1}, \quad (48)$$

А время нагрева корпуса шнека до заданной температуры определяется по выражению:

$$t_{\text{нагр}} = \frac{m_2 (100 - W_{\text{п}})}{Q_{\text{ф}} (100 - W_{\text{м}})} + \frac{m_1 c_1 (T_{\text{к1}} - T_{\text{н}})}{P_{\text{н.э}}}, \quad (49)$$

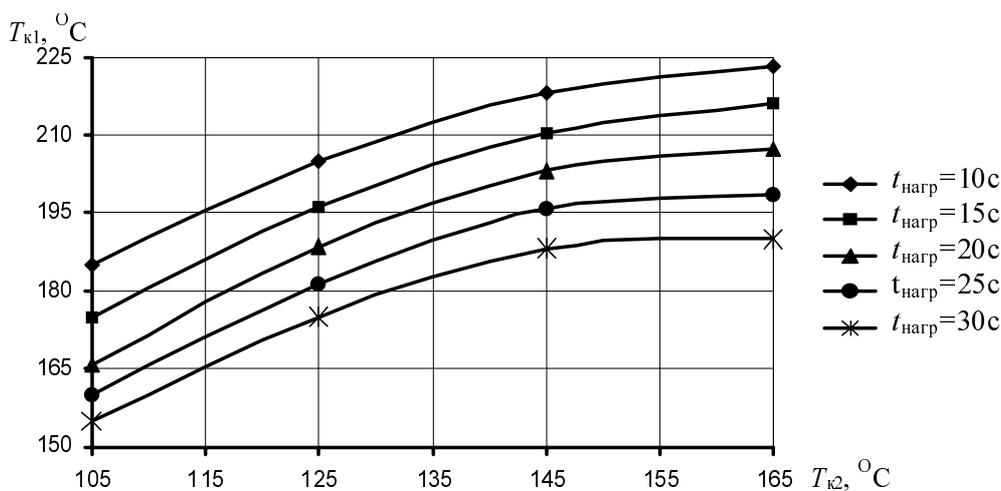


Рис. 7. График зависимости температуры нагрева корпуса шнека экспандера от требуемой температуры нагрева материала (рожь)

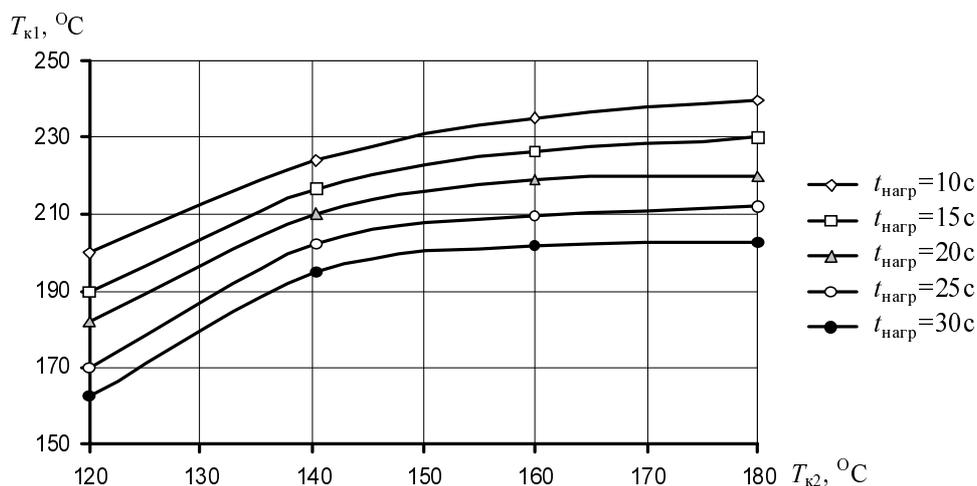


Рис. 8. График зависимости температуры нагрева корпуса шнека экспандера от требуемой температуры нагрева материала (соя)

Выводы

1) при обработке материала влажностью от 16 до 26% при использовании внешнего нагрева до 4 кВт и изменяемой частоте вращения шнека экспандера в пределах $17\text{--}25\text{ с}^{-1}$ обрабатываемый материал будет нагреваться в следующих пределах: соя — $120\text{--}180\text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 8), рожь — $105\text{--}165\text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 7);

2) для обеспечения требуемой температуры нагрева обрабатываемого сырья температура нагрева корпуса шнековой камеры должна поддерживаться в пределах: для сои — $165\text{--}240\text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 8), для ржи — $155\text{--}225\text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 7), при этом время обработки будет находиться в пределах от 10 до 30 с.

Литература

1. Шаршун В. А. и др. Механизация приготовления комбикормов. Мн., 2003.
2. Прессы пищевых и кормовых производств / Под ред. А. Я. Соколова. М., 1973.
3. Шаршун В. А., Червяков А. В., Курзенков С. В. Состояние и перспективы использования новых ресурсосберегающих технологий при производстве комбикормов. М., 2004.
4. Гуськов К. П. Исследование нагнетающих шнеков макаронных прессов и их механический расчет. Труды МТИПП. 1949.
5. Лукьянов В. В. Технология и оборудование макаронного производства. М., 1951.

SHARSHUNOV V. A., CHERVYAKOV A. V., PONTALEV O. V., KOZLOV S. I.

CHOICE OF EXPANDER PARAMETERS AT TREATMENT OF GRAIN MIXTURES INCLUDING UNTRADITIONAL FORAGE ADDITIONS

Summary

Results of theoretic and experimental investigations for basing of expander parameters of grain mixtures having untraditional forage additions have been shown. Obtained results have been summarized as a method of choice of the most famous parameters of this new and perspective equipment for deep treatment of grains.