

ОДЕССКИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

УДК 636.085.6:631.363

КАРМАНОВ Виктор Васильевич

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЛАГОТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ
ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ РАЦИОНАЛЬНОЙ
АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЭКСТРУДЕРА

Специальность—05.20.01—Механизация
сельскохозяйственного производства

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса 1992



00815092 (P)

Робота виконана на кафедрі Технології Кухні Інституту Інженерної Графіки Херсонського індустріального інституту

НАУЧНИЙ РУКОВОДИТЕЛЬ

кандидат технічних наук, професор К.И.Шмат

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ :

доктор технічних наук, професор КУКТА Г.М.
кандидат технічних наук, доцент ТРУБОВ В.В.

Ведуче підприємство – Український науково-дослідницький інститут механізації та електрифікації сільськогосподарського господарства

Захист дисертації состоится "20" 11 1992 г.
в 1400 ч. на засіданні спеціалізованого Ради К.
І20.91.01 при Одеському сільськогосподарському інституті по
адресу: 270039, г. Одеса, ул. Свердлова, 99.

С дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці інституту.

Автореферат розісланий "28" 09 1992 г.

Отримавши в двох екземплярах, з підписом, завереною печаткою, прохання направляти по адресу інституту, науковому секретарю.

Науковий секретар спеціалізованого
Ради, кандидат технічних наук,
професор

К.И.Шмат

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Одной из задач кормоприготовительной промышленности и механизации отрасли животноводства является совершенствование методов и процессов подготовки зернового сырья к скрамливанию путем применения принципиально новых технологий, расширение возможностей технологического оборудования, снижение потерь, улучшения потребительских свойств готовой продукции. Особенно высокие требования предъявлены к снижению энергозатрат, тепловых потерь, снижению мощности и металлоемкости оборудования, его универсальности. Существующие методы и процессы тепловой обработки зернового сырья не в полной мере отвечают возрастающим санитарно-гигиеническим требованиям и качественным показателям готового продукта.

В связи с чем возникает необходимость поиска новых и совершенствование имеющихся процессов тепловой обработки и технических решений. К таким процессам относятся влаготепловая обработка, термообработка, микролизация. Последнее осуществляется органами винтового типа с изменяемой и регулируемой геометрией.

К настоящему времени не достаточно широко изучены реологические свойства зернового сырья, отсутствуют данные об использовании регулируемых органов винтового типа в процессах тепловой обработки. Методические рекомендации к расчету характеристик регулируемых рабочих органов винтового типа, их энергетических показателей.

В связи с этим, работа, посвященная изучению влияния температуры, давления, при определенной влажности и времени воздействия в процессе тепловой обработки зернового сырья и разработке конструкции устройства с регулируемым рабочим органом винтового типа является актуальной.

Цель работы. Снижение энергоемкости процесса транспортирования зернового сырья, затрат труда и средств путем универсализации оборудования и совершенствования технологических режимов и рабочих органов.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- уточнены технологические режимы тепловой обработки зернового сырья как взаимосвязанные процессы - термическая, влаготепловая и экструзия ;

- разработана математическая модель процесса экструдирувания с регулированием в винтовом рабочем органе;
- обоснованы взаимосвязи геометрических параметров винтовых поверхностей, формирующихся на телах вращения и, в частности, на конической поверхности разработан способ определения геометрических параметров регулируемого винта;
- обоснованы технологические, кинематические и конструктивные параметры регулируемого винтового рабочего органа экструдера, обеспечивающего снижение энергозатрат и уменьшение бактериальной обсемененности.

Научная новизна результатов исследований подтверждена пятью авторскими свидетельствами на изобретения устройств для тепловой обработки зернового сырья и на винтовой рабочий орган с регулируемой геометрией.

Объекты исследования. Технологический процесс тепловой обработки, включающий термообработку, влаготепловую обработку и экструзию; экспериментальный экструдер для исследования процесса тепловой обработки с внесенными конструктивными изменениями; зернового сырья - кукуруза, пшеница, ячмень.

Практическая ценность заключается в следующем:

в результате теоретических и экспериментальных исследований обоснованы регулируемые параметры и режимы винтовых рабочих органов для совмещенного выполнения технологических процессов обработки зерна - термического, влаготеплового и экструзии; разработан универсальный опытный экструдер, позволяющие снизить энергоемкость и металлоемкость.

Экструдер прошел производственную проверку на Лошницком комбикормовом заводе Минской области и Бериславском аграрно-промышленном комплексе Херсонской области.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертации докладывались на семинаре "Роль молодых ученых области в реализации продовольственной программы" (Херсон, 1987 г.); областной научно-практической конференции "Творчество молодых ученых и специалистов - ускорению научно-технического прогресса" (Херсон, 1987 г.); научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава Одесского сельскохозяйственного института (Одесса, 1986, 1987, 1988, 1989 гг.), конференции "Вклад молодых ученых и специалистов в ускорение научно-технического прогресса и интенсификации народного хозяйства"

(Севастополь, 1989 г.); научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава Херсонского индустриального института (Херсон, 1989 г.); научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения академика Верещагина Л.Ф. (Херсон, 1990 г.); юбилейной научной конференции, посвященной 10-летию Херсонского индустриального института (Херсон, 1991 г.); объединенном заседании кафедр механизации сельскохозяйственного производства и эксплуатации машинотракторного парка Одесского СХИ (Одесса, 1992 г.).

Опытная установка экспонировалась на выставке достижений народного хозяйства СССР (Киев, 1986 г.).

Публикация. По результатам выполненных исследований опубликовано десять работ и пять авторских свидетельств.

На защиту выносятся: обоснование технологических режимов взаимосвязанных процессов тепловой обработки зернового сырья термического, влаготеплового и экструзии; математическая модель процесса экструдирования в регулируемом винтовом рабочем органе; обоснование геометрических параметров винтовой спирали, формирующейся на конической поверхности, показатели работы опытного экструдера многоцелевого назначения. Работа состоит из 5 глав, введения, выводов, списка литературы и приложений. Общий объем 212 стр. основного текста, в том числе 62 иллюстраций.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приведена общая характеристика процессов тепловой обработки зернового сырья и рассмотрены технические средства их осуществления. Проанализированы направления совершенствования процесса тепловой обработки в потоке. Дана критическая оценка конструктивным особенностям рабочих органов винтового типа. Отмечено, что практически не изучены универсальные рабочие органы винтового типа с регулируемыми параметрами.

Исходя из анализа расчетов энергетики в винтовых рабочих органах в процессах перемешивания, прессования и экструдирования рассмотрены расчетные формулы для случая, когда регулируются параметры тепловой обработки и характеристики винтовых рабочих органов.

Основными параметрами регулирования винтового рабочего органа является ширина входной щели $B_{щ}$, шаг винтовой спира-

ли H , наружный и зну ренний диаметры спирали D_n ; D_s ; угол подъема винта α ; регулирующим фактором является перемещение составных частей винтового и конического валов Δl .

Сформулирована цель и определены задачи исследования:

1. Определить некоторые физико-механические свойства зернового сырья, связанные с процессом экструдирования;
2. Разработать математическую модель процесса тепловой обработки зернового сырья в экструдере многоцелевого назначения с регулируемым винтовым рабочим органом;
3. Установить взаимосвязь основных геометрических параметров регулируемого рабочего органа винтового типа;
4. Исследовать энергетические характеристики применительно технологических, конструктивных, кинематических и силовых параметров тепловой обработки зернового сырья и режимов экструдера многоцелевого назначения.

5. Произвести производственную проверку усовершенствованного экструдера многоцелевого назначения с регулируемым винтовым рабочим органом и определить технико-экономические показатели эффективности результатов выполненных разработок.

Во второй главе изложены результаты теоретических исследований структурного, параметрического, реологического анализов моделей тепловой обработки зернового сырья в винтовых рабочих органах. Установлены теоретические зависимости параметров тепловой обработки: кинематические - частота вращения винта и скорость перемещения частиц у границы винт-корпус; технологические - температура нагрева материала, развиваемое давление, собственная и вводимая влажность, время обработки, гранулометрический состав зернового сырья; геометрические параметры рабочего органа - целевой зазор на выходе между валом винта и корпусом, шаг винта; энергетические - изменение потребляемой мощности электропривода; реологические - вязкость обрабатываемого сырья, остальные зависимости расчетные и являются функционально зависимыми от выбранных параметров.

Разработаны схемы совершенствования процессов тепловой обработки в регулируемом винтовом рабочем органе (рис. 1а, б)

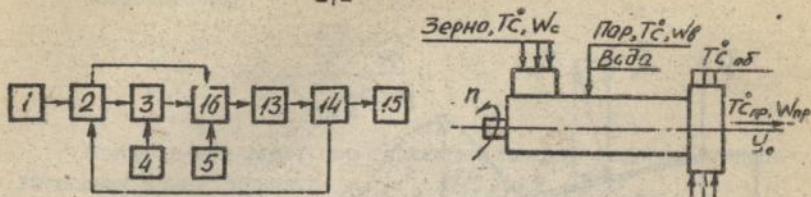


Рис. 1. а) структурная схема: 1-15-бункер, 2-дозатор, 3-смесь- тель-пропариватель, 4-увлажнитель, 5-нагревательный элемент, 13-охладитель, 14-циклон, 16-установка тепловой обработки;

б) аппаратурно-технологическая схема установки тепловой обработки.

В третьей главе проведен анализ винтовых рабочих органов, их конструктивных особенностей и исследованы геометрические свойства образования винтовых поверхностей. Разработана конструкция регулируемого винтового рабочего органа (рис.2), выполненного составным из частей: сплошного винтового вала 1, конического вала 2, плоскостной винтовой спирали 3.

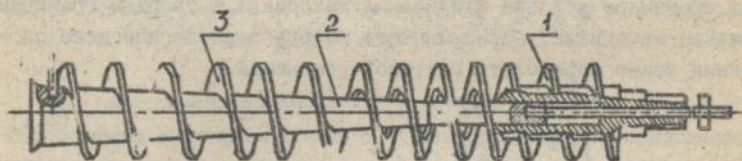


Рис.2. Регулируемый винтовой рабочий орган: 1-сплошной винтовой вал, 2-конический вал, 3-плоскостная винтовая спираль.

Приведены результаты взаимосвязи параметров винтовой спирали, образованной на поверхностях тел вращения. Исходя из основ развертки винтовой линии на теле вращения определена регулируемая взаимосвязь шага, наружного и внутреннего диаметров, угла подъема осевого растяжения или сжатия винтовой спирали на регулируемую величину $\Delta \rho$.

Описана математическая модель процессов тепловой обработки и экструзии. Расчетная схема представлена на рис.3.

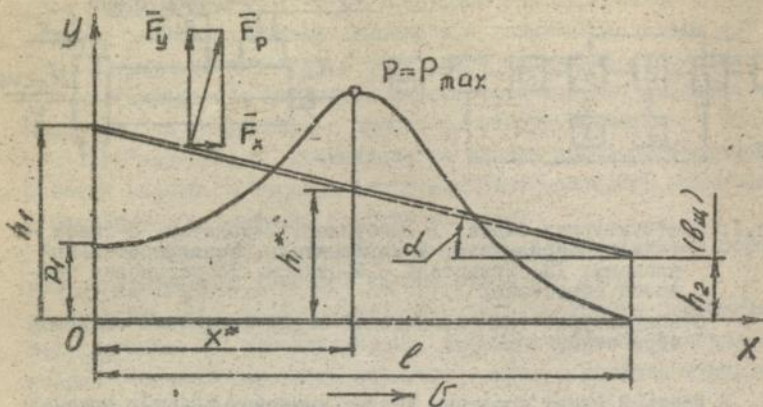


Рис.3. Расчетная схема

Введены следующие допущения: 1. Течение установившееся, ламинарное, изотермическое; 2. Материал несжимаемый, сплошной и обладает свойствами вязкой ньютоновской среды; 3. Соблюдается граничное условие прилипания материала к твердым границам. Движение материала, неразрывность потока и реологического состояния можно определить системой уравнений

$$\begin{cases} \frac{dP}{dx} = \frac{\partial \tau}{\partial y} & (3.1) \\ Q = \int_0^h v_x \cdot dy & (3.2) \\ \tau = \mu \cdot \frac{\partial v}{\partial y} & (3.3) \end{cases}$$

При граничных условиях

$$y=0, v_x = v; y=h, v_x = 0; x=0, P=P_1; x=l, P=0. \quad (3.4)$$

После интегрирования уравнения (3.1) и преобразований распределения скорости течения материала получит вид

$$v_x = \frac{1}{2\mu} \cdot \frac{dP}{dx} \cdot y^2 + v - \frac{y}{h} \cdot \left(v + \frac{1}{2\mu} \cdot \frac{dP}{dx} \cdot h^2 \right) \quad (3.5)$$

Из интеграла того уравнения неразрывности потока (3.2) имеем

$$Q = \frac{v \cdot h}{2} \cdot \frac{1}{2\mu} \cdot h^3 \cdot \frac{dP}{dx} \quad (3.6)$$

Следовательно

$$\frac{dP}{dX} = 12 \cdot \mu \cdot \frac{v \cdot h}{h^3} - Q \quad (3.7)$$

Учитывая тот факт, что геометрия течения подобна "гидравлическому клину" принято $X = X^*$; $\frac{dP}{dX} = 0$; $P = P_{max}$ тогда

$$\frac{dP}{dX} = \frac{6 \cdot \mu \cdot v \cdot (h - h^*)}{h^3}, \quad (3.8)$$

где $h = h_2 + X \cdot \operatorname{tg} \alpha$.

После ввода безразмерных переменных $\rho = \frac{X}{h_2}$, $\rho^* = \frac{X^*}{h_2}$ найдено распределение удельного давления

$$P = \frac{6 \cdot \mu \cdot v \cdot \operatorname{tg} \alpha}{h^3} \left\{ \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \left[\frac{1}{2(1 + \rho \operatorname{tg} \alpha)^2} - \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \alpha} + \frac{\rho^*}{2 \operatorname{tg} \alpha (1 + \rho \operatorname{tg} \alpha)^2} \right] \right\} + \operatorname{const}. \quad (3.9)$$

При допустимых значениях $\rho = 0$, $P = P_{зад}$, $\rho = \rho_2$, $P = 0$ и выполненных преобразованиях получена удельная технологическая мощность

$$N'_T = \mu \cdot v^2 \int_0^{\rho_2} \frac{[\operatorname{tg} \alpha (\rho - \rho^*) - 2]}{(1 + \rho \operatorname{tg} \alpha)^2} \cdot d\rho. \quad (3.10)$$

Полная мощность имеет вид

$$N_T = N'_T \cdot B, \quad (3.11)$$

где B - рабочая ширина канала, $B = b_{щ} (h_2)$

$$N_T = B \cdot \mu \cdot v^2 \left\{ \left[1 - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha (1 + \beta_2 \operatorname{tg} \alpha)} \right] - \rho^* \left[\ln (1 + \beta_2 \operatorname{tg} \alpha) \right] \right\} + \frac{2}{\operatorname{tg} \alpha} \left[\frac{1}{(1 + \beta_2 \operatorname{tg} \alpha)} - 1 \right] \quad (3.12)$$

Из уравнений 3.1 - 3.12 видно, что определяющими параметрами энергозатрат является скорость течения обрабатываемого материала, ширина выходного канала, вязкость материала, геометрические характеристики винта, для подтверждения которых проведены экспериментальные исследования.

В четвертой главе приведена характеристика измерительно-регистрирующей аппаратуры, тензометрического датчика давления мембранного типа, разработанной конструкции нагревательного блока, позволяющей регулировать интенсивность температурного поля, обоснованы температурные режимы в процессах тепловой обработки.

Разработана методика определения регулируемых геометрических характеристик винтового рабочего органа, основным элементом которого является винтовая спираль.

Для проведения исследований регулируемых характеристик винтового рабочего органа разработано специальное устройство (рис.4), состоящее из: основы 1, неподвижной опоры 2, подвижной опоры 3, лимба 4, приспособления нанесения красителя 5.

Через каждый оборот винта изменяли осевое перемещение Δl конического вала и сплошного винтового вала, получали характеристики винтового рабочего органа H, D_H, α, L_H .

По результатам исследований построена номограмма определения зависимости шага H , наружного диаметра D_H , длины дуги винтовой линии L_H , размера результирующей щели $\nu_{щ}$, геометрической степени сжатия $C_{сж}$ от осевого перемещения Δl конического вала в зоне выходного отверстия.

На установке с регулируемым винтовым рабочим органом обрабатывали наиболее употребляемое зерновое и сырье - кукурузу, пшеницу, ячмень. Параметрами состояния зернового сырья учитывались гранулометрический состав, исходная влажность.

Основными кинематическими параметрами учитывались частота вращения винта n и скорость перемещения частиц у границы винт корпус, Технологическими параметрами - температура нагрева T ,

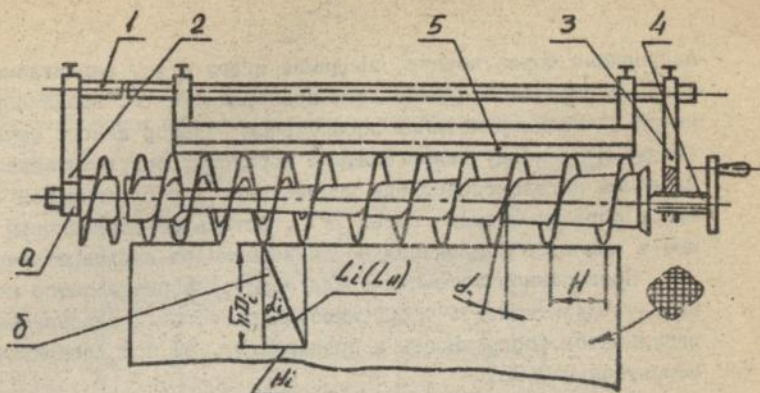


Рис.4. Устройство для определения геометрических характеристик регулируемого винтового рабочего органа: а - приспособление; б - фрагмент геометрических характеристик

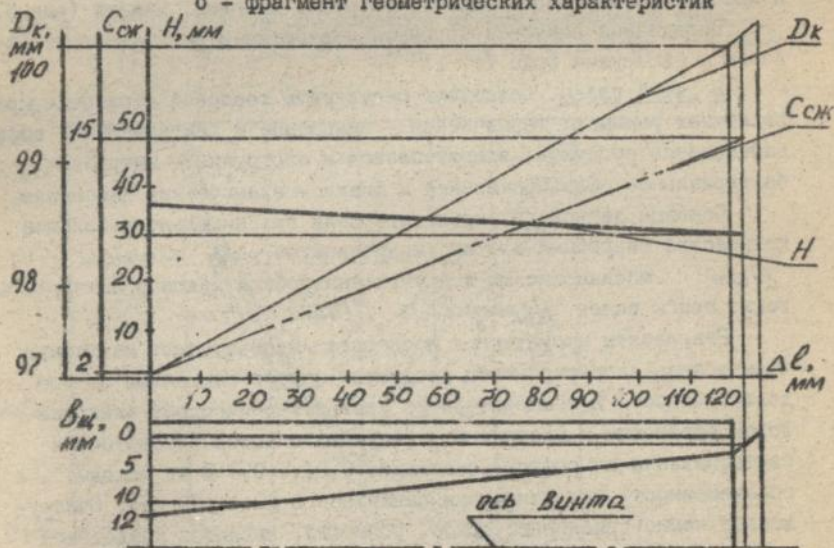


Рис.5. Номограмма зависимости геометрических параметров у выходного отверстия: $B_{ш}$ - щелевой зазор, H - шаг, D_k - текущий диаметр конического вала, C_{ck} - степень сжатия, Δe - осевое перемещение конического вала.

подводимая через корпус, вводимая влага W_6 , развиваемое давление в корпусе и межвитковом пространстве P , время обработки τ . Геометрическими параметрами – зазор живого сечения на выходе $v_{из}$ между валом винта и корпусом, энергетическим – изменяемая на электроприводе мощность N , реологической – вязкость обрабатываемого сырья μ , остальные зависимости расчетные и являются функционально зависимыми от выбранных параметров.

Проведенная математическая обработка результатов показала высокую идентичность теоретических расчетов и экспериментальных результатов (погрешность в пределах 3...5% при доверительной вероятности 0,95).

Получены зависимости мощности от кинематических параметров обработки при заданных технологических режимах и геометрических параметров регулируемого винтового рабочего органа для цельного и дробленого зернового сырья: кукурузы, пшеницы, ячменя (рис.6).

Определена вязкость продукта обработки в режимах влаготепловом и экструзии (рис.7).

В яч. и глзв. приведены результаты тепловой обработки при различных режимах: термическом – микробное и бактериальное обеззараживание продукта; влаготепловом и экструзии – микробное и бактериальное обеззараживание и физико-механические изменения.

Образцы зернового сырья содержали сравнительно небольшое количество микробных клеток: микромицетов рода *Penicillium* маслянокислых и других анаэробных микроорганизмов, а также грибы родов *Aspergillus*, *Cladosporium*.

Результаты проведенных исследований показывают на тесную взаимосвязь загрязненности продуктов микроорганизмами от продолжительности и температурного уровня термической, влаготепловой обработки и экструзии в результате которой остаточная бактериальная микрофлора составила 0,01...0,5 % от исходной, а обсемененность микромицетами снизилась в 60...120 раз. Обнаруженные немногочисленные грибы, возможно, являются следствием вторичного загрязнения.

После влаготепловой обработки и экструзии получены следующие результаты физико-механических свойств зернового сырья, которые характеризуются по сравнению с исходными, следующими показателями: увеличением объемной массы у пшеницы и ячменя на 5...6% и уменьшением у кукурузы на 4,5%; увеличением коэф -

фицента уплотнения у пшеницы на 30 % и уменьшением у кукурузы на 30 %; снижением среднего размера частиц обработанных образцов на 20...60 %; увеличением сорбционных свойств обработанного продукта.

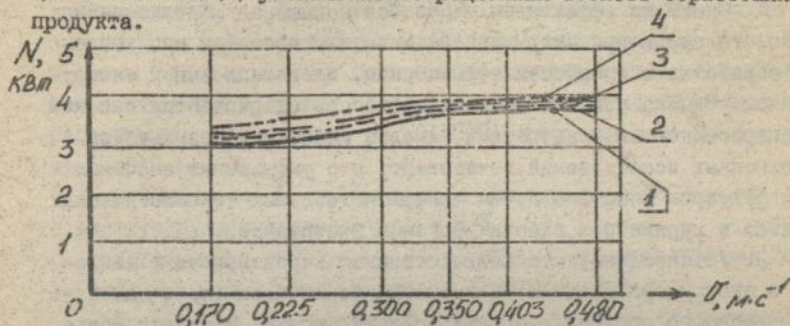


Рис. 6. Зависимость затрат мощности от кинематических параметров и режимов обработки: $w_c = 20\%$; $\delta_{ш} = 5 \text{ мм}$; $\sigma = 0,17 - 0,3 \text{ м·с}^{-1}$; $T = 150^\circ\text{C}$; I - КД; II - КЦ; III - ПЦ; IV - ЯЦ.

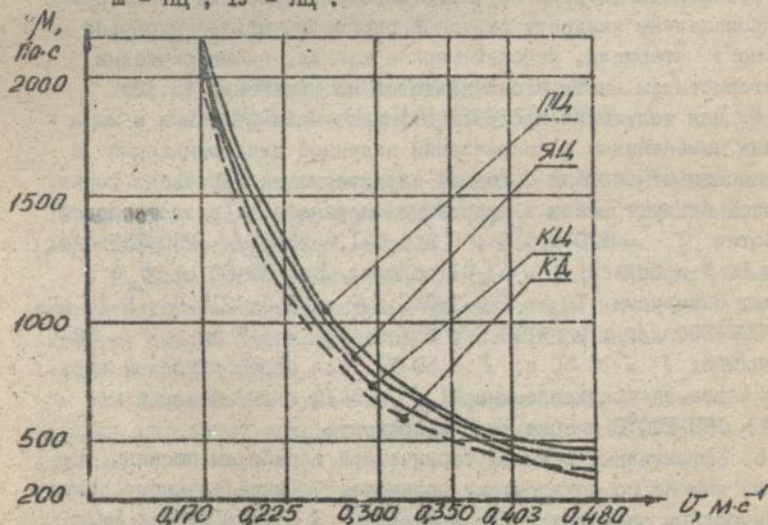


Рис. 7. Зависимость вязкости продукта от кинематических параметров и режима обработки: $w_c = 20\%$, $T = 180^\circ\text{C}$.
Условные обозначения: КД - кукуруза дробленая;
КЦ - кукуруза цельная; ПЦ - пшеница цельная;
ЯЦ - ячмень цельный.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Одним из эффективных способов повышения использования зернового сырья при скармливании животным является его тепловая обработка в процессах термическом, влаготепловом и экструзионном. Однако применение этих процессов сдерживается высокой их энергоемкостью и затратами. Анализ имеющихся результатов выполненных исследований показывает, что уменьшение значения этих факторов возможно путем совершенствования технологических режимов и параметров рабочих органов экструдеров.

2. Установлено, что количественная характеристика давления в экструдере зависит от геометрических параметров винтового рабочего органа, скорости вращения винта, вязкости обрабатываемого материала, величины выходного зазора (отверстия) и может быть определена по формуле (3.9).

3. Затраты энергии на влаготепловую обработку и экструзию пропорциональны квадрату окружной скорости, вязкости обрабатываемого материала, рабочей ширины канала, геометрическим характеристикам винта и определяется по уравнению (3.12).

4. Для получения продукта с физико-механическими и химическими изменениями в направлении заданной декстринизации в зависимости от сорта и исходных характеристик зернового сырья, процессы следует вести в диапазонах параметров: влаготепловой обработки $T = 130-150^{\circ}\text{C}$; $P = 0,5-1,5 \text{ МПа}$; $W_g = 250-350 \text{ л/т}$; $W_c = 10\%$ и более; $n = 57-91 \text{ об/мин}$; $\tau = 35-60 \text{ с}$; $\delta_{\text{ш}} = 5-8 \text{ мм}$; экструзии $T_{\text{об}} = 120-190^{\circ}\text{C}$; $P = 1-2,5; 2,5-5; 5-10 \text{ МПа}$; $W_g = 200-300 \text{ л/т}$; $W_c = 10\%$ и более; $\delta_{\text{ш}} = 1-7 \text{ мм}$; $n = 33-57 \text{ об/мин}$; $\tau = 10-50 \text{ с}$; $\tau = 50-70$. Для более глубокой обработки - вести кратковременный $\tau = 5-10 \text{ с}$ интенсивный нагрев $T = 180-200^{\circ}\text{C}$ в зоне выхода продукта.

5. Эффективным режимом термической обработки пшеницы, кукурузы, ячменя по остаточному количеству и качественному составу микрофлоры является технологический $T = 150-190^{\circ}\text{C}$; $W_c = 15-17\%$; $\tau = 30-60 \text{ с}$; кинематический режим винтового рабочего органа $n = 33-91 \text{ об/мин}$; при целевом зазоре $\delta_{\text{ш}} = 8-10 \text{ мм}$. Все параметры процессов влаготеплового и экструзии являются эффективными для микробиологического обеззараживания, так остаточ-

ная бактериальная микрофлора составила 0,01-0,5 % от исходной, а обсемененность микромицетами снизилась в 60-120 раз. Неспорозносные возбудители пищевых отравлений не были обнаружены.

6. После дробления экструдата остаток продукта на ситах диаметром 0,5 и 1,6 мм практически не изменяется, а проход на сите 0,5 мм для обработанных образцов увеличивается почти в 2 раза. Также изменился гранулометрический состав - средний размер частиц обработанных образцов снижается по сравнению с необработанными: для пшеницы на 20-25 %, кукурузы - 55-60 %, пшена 5-30 %.

Объемная масса увеличивается пшеницы на 5 %, ячменя - 6 %, а для кукурузы уменьшается на 4,5 %.

Коэффициент уплотнения по обработке пшеницы выше на 30 %, а у кукурузы ниже на 30 %, чем у исходного сырья.

7. Годовой экономический эффект применения разработанной аппаратно-технологической линии тепловой обработки зернового сырья на Лошницком комбикормовом заводе составил 138,7 тыс. руб., в том числе применение экструдера многоцелевого назначения - 15 тыс. руб. (в ценах 1988 г.).

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ
ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Шмат К.И., Агеев С.М., Карманов В.В. Установка для термической обработки кормов. // Информ. листок Херсонского ЦНТИ УкрНИИНТИ Госплана УССР. - Сер. 35. № 45-83. - 1984.

2. Шмат К.И., Агеев С.М., Карманов В.В. Технологическая линия термической обработки зерновых компонентов комбикормов. // Информ. листок Херсонского ЦНТИ УкрНИИНТИ Госплана УССР. - Сер. 35 № 45-83. - 1983.

3. Шмат К.И., Агеев С.М., Карманов В.В. Машина для термической обработки исходного сырья. // Проспект ВДНХ УССР, 1982. - С. 1-4.

4. Устройство для обработки кормов. А.с. 1123626 СССР : А23К17/00 / Шмат К.И., Карманов В.В., Агеев С.М., Турмон Н.А. Херсонский индустриальный институт (СССР) - № 3624611/30-15 Заявл. 22.07.83; Опублик. 15.11.84. Бюл. № 42.

5. Устройство для обработки кормовых материалов. А.с. 1242101 СССР: А23К1/00 / Шмат К.И., Карманов В.В. Херсон-

ский индустриальный институт (СССР). - № 3624602/30-15. Заявл. 22.07.83; Опублик. 7.07.86, Бюл. № 25.

6. Устройство для обработки кормов. А.с. 129211 СССР : А23N17/00 / Шмат К.И., Карманов В.В. Херсонский индустриальный институт (СССР). - № 3624612/30-15. Заявл. 22.07.83 ; Опубл. 28.02.87. Бюл. № 8.

7. Шмат К.И., Агеев С.М., Карманов В.В., Лекарев В.И., Балентинович В.А. Установка для тепловой обработки зерновых компонентов комбикормов // М.ВО "Агропромиздат", Ж. "Кормо - производство". -1986.-№ 12.-С.8-10.

8. Шнек с регулируемым шагом. А.с. 1323480 СССР: В65С33/26 /Карманов В.В. и Шмат К.И. Херсонский индустриальный институт (СССР) № 4022755/27-03, Заявл. 14.02.86; Опубл. 15.07.87. Бюл. № 26.

9. Шнек с регулируемым шагом. А.с. 1435511 СССР: В65С33/26 /Карманов В.В. и Переяслова С.М. Херсонский индустриальный институт (СССР). - № 4022754/27-03; Заявл. 14.02.86. Опубл. 07.11.86. Бюл. № 41.

10. Карманов В.В. Устройство многоцелевого назначения для тепловой обработки зерна // Тезисы докладов областной научно-практической конференции "Творчество молодых ученых и специалистов ускорению научно-технического прогресса" Херсон, -1967. С.158-159.

11 Шмат К.И., Карманов В.В. Геометрические параметры регулируемого составного шнека установки тепловой обработки фуражного зернового сырья УТ03С-3 // Совершенствование и повышение эффективности использования средств механизации сельскохозяйственного производства на Украине: Сб. научн. тр. / Одесск. сельхозинститут. -Одесса. -1988. -108с., С.71-79.


12. Карманов В.В. Математическое моделирование процесса термообработки исходного сырья в шнековой машине с регулируемым рабочим органом // Рекомендации конференции "Вклад молодых ученых и специалистов в ускорение научно-технического прогресса и интенсификацию народного хозяйства". Севастополь. - 1989. - С. 3-4.

13. Карманов В.В., Скробич Ю.Б. Математическая модель термообработки комбикормов методом экструзии с регулируемым шнеком // Тезисы докладов научно-практической конференции ,

посвященной 80-летию со дня рождения акад. Верещагина Л.Ф.
"Повышение роли молодых ученых и специалистов в ускорении
научно-технического прогресса", Херсон-1990.-С.9-10.

14. Карманов В.В., Сиробин Ю.Б. Энергетический баланс
установки с винтовым регулируемым рабочим органом // Тезисы
докладов юбилейной научной конференции "Вклад Херсонского
индустриального института в подготовку кадров и развитие тех-
ники и технологии отраслей народного хозяйства", посвященной
10-летию института. Херсон.-1991.-С.101.

15. Карманов В.В. Определение изменения гесметрических
параметров составных частей регулируемого винтового рабочего
органа // Тезисы докладов юбилейной научной конференции "Вклад
Херсонского индустриального института в подготовку кадров и
развитие техники и технологии отраслей народного хозяйства",
посвященной 10-летию института. Херсон.-1991.-С.102.



Подп. к печ. 07.6692. Формат 60 х 84¹/16
Объем 1,0 п.л. Зак. 204 Тир. 120 Р-т ОСХИ



AB 25.659
AB 25.659