

аналогично находим приближение  $T^1$ . По полученному значению  $T^1$  находим первое приближение глубины процесса обработки  $\eta^1$  из задачи (3), также решая эту задачу методом конечных разностей. Затем процесс повторяем для  $T = T^1$  и т.д. Подобная задача решается с использованием программы на ЭВМ.

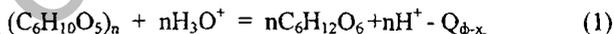
## ОСНОВЫ МЕХАНИЗМА ЭЛЕКТРОГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Пашинский В.А. (БГАТУ) г. Минск

Повышение переваримости фуражного зерна при их обработке достигается за счет деструкции (клейстеризации) высокомолекулярных соединений крахмала, клетчатки и перевода их в легко усвояемые углеводы: сахарозу, пентозу, глюкозу.

Одним из направлений решения этой проблемы является электрогидротермическая обработка (ЭГТО). Зерновая масса при ЭГТО представляет собой гетерогенную систему, в которой дисперсной средой является увлажняющий раствор, а дисперсной фазой – микрочастицы растительной ткани зерна.

Известно, что при достаточном количестве влаги и в некотором интервале температуры, действующим началом процесса клейстеризации крахмала является ион гидроксония  $H_3O^+$ , который образуется в следствии диссоциации воды. Реакция процесса клейстеризации крахмала является эндотермической и протекает с поглощением энергии по схеме



где  $Q_{ф.х.}$  – энергия расходуемая на деструктивные процессы, происходящие в зерновой массе.

Фарадеевский ток,  $A \cdot m^{-2}$ , протекающий через зерновую массу, равен:

$$j = \gamma_t E, \quad (2)$$

где  $\gamma_t$  – температурная характеристика проводимости зерна,  $См \cdot м^{-1}$ ;  $E$  – напряженность электрического поля,  $В \cdot м^{-1}$ .

Для зерновой массы температурная характеристика проводимости,  $См \cdot м^{-1}$ , имеет вид:

$$\gamma_t = 0,27 (1 + 37 \cdot 10^{-3} \cdot \theta - 278 \cdot 10^{-6} \cdot \theta^2), \quad (3)$$

где  $\theta = T_k - T_n$  – превышение конечной температуры  $T_k$  над начальной  $T_n$ , К.

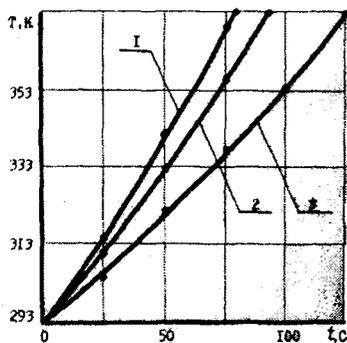


Рисунок 1 Кинетика нагрева зерновой массы при  $E=2500 \text{ В}\cdot\text{м}^{-1}$  и влажности: 1 – 50%; 2 – 45%; 3 – 40%

Обработка электрическим током зерновой массы характеризуется высокими скоростями нагрева (рис.1).

В электрохимических технологиях скорость таких реакций в общем виде описывается уравнением

$$g = \frac{d(\Delta C)}{d\tau} = K_1 S \Delta C, \quad (4)$$

где  $K_1$  – константа реакции, зависящая от физико-химических свойств реагирующего вещества,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\Delta C$  – движущая сила процесса моль $\cdot\text{м}^{-3}$ ;  $S$  – удельная площадь реакционной поверхности,  $\text{м}^2\cdot\text{м}^{-3}$ ;  $\tau$  – время обработки, с.

Движущаяся сила процесса зависит от количества электричества, прошедшего через зерновую массу и равна

$$\Delta C = 10^3 \frac{V^{K_p}}{S} \left[ C_{2p} + \frac{10^{-3}}{FV^{K_p}} j d \tau \right] \text{th} \left( \frac{RT\varphi}{2ZF} \right), \quad (5)$$

где  $V^{K_p}$  – объем раствора в катодите,  $\text{м}^3$ ;  $C_{2p}$  – начальная концентрация ионов гидроксония в объеме раствора,  $\text{ион}\cdot\text{л}^{-1}$ ;  $F$  – число Фарадея;  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $T$  – температура обработки,  $\text{К}$ ;  $\varphi$  – двойной электрический потенциал,  $\text{В}$ .

Константа скорости реакции определяется из уравнения Аррениуса

$$K_1 = k \exp \left( -\frac{G}{RT} \right), \quad (6)$$

где  $k$  – предэкспоненциальный множитель,  $\text{с}^{-1}$ ;  $G$  – энергия активации клейстеризации крахмала,  $\text{Дж}\cdot\text{моль}^{-1}$ .

По результатам наших исследований  $k = 2,52 \text{ с}^{-1}$ ,  $G = 34,881 \text{ Дж}\cdot\text{моль}^{-1}$ .

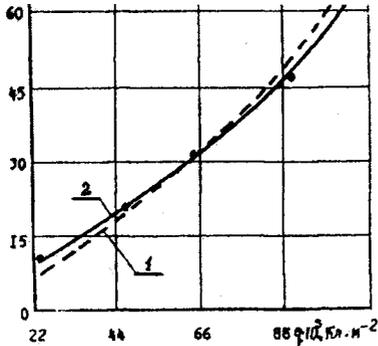


Рисунок 2 Кинетика степени  
 клейстериза  
 ции крахмала в процессе обработки:  
 1 – экспериментальная; 2 - расчетная

Известно, что вследствие диссипации энергии электромагнитного поля, сопровождающейся выделением теплоты, происходит воздействие его на микроорганизмы. Температурный коэффициент  $T\varepsilon$ , характеризующий эффективность теплового воздействия электромагнитного поля на микроорганизмы, имеет вид:

$$T\varepsilon = \left( \frac{\varepsilon'_{cp}}{\varepsilon'_m} \right)^2 \left( \frac{\varepsilon''_m}{\varepsilon''_{cp}} \right), \quad (7)$$

где  $\varepsilon'_m$ ,  $\varepsilon'_{cp}$  – действительные

составляющие комплексной диэлектрической проницаемости микроорганизмов и обрабатываемой среды;  $\varepsilon''_m$ ,  $\varepsilon''_{cp}$  – мнимые составляющие комплексной диэлектрической проницаемости микроорганизмов и обрабатываемой среды.

В свою очередь, действительная и мнимая составляющие диэлектрической проницаемости зависят от частоты электрического тока:

$$\varepsilon'_m(f) = \varepsilon'_\infty + \frac{\varepsilon'_0 - \varepsilon'_\infty}{1 + f^2 t_m^2}; \quad (8)$$

$$\varepsilon''_m(f) = \frac{(\varepsilon'_0 - \varepsilon'_\infty) f t_m}{1 + f^2 t_m^2},$$

где  $\varepsilon'_0$ ,  $\varepsilon'_\infty$  – значения действительной составляющей диэлектрической проницаемости соответственно при  $f \rightarrow 0$  и  $f \rightarrow \infty$ ;  $t_m$  – постоянная времени релаксации.

При  $T\varepsilon > 1$  температура микроорганизмов несколько выше, чем температура обрабатываемой среды, в которой находятся микроорганизмы. Следовательно, варьируя с  $T\varepsilon$ , можно получить эффект избирательного воздействия на микроорганизмы (табл. 1).

**Таблица 1. Содержание микрофлоры в зерне, подвергнутом различной обработке**

№ образца	Способ обработки зерна	Обсемененность микроорганизмами, тыс* г <sup>-1</sup>	
		аэробные бактерии	дрожжи и плесень
1	Дробление	3600,0	3,0
2	Запаривание	360,0	нет
3	Экструдирование	190,0	2,0
4	ЭГТО	125,0	0.18

Таким образом, электрический ток, как энергоноситель, выступает как комплексный технологический фактор, оказывающий термическое, электрофизикохимическое и биологическое (бактерицидное) воздействие на зерновую массу.

## **РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ЗЕРНОДРОБИЛОК И ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНЫХ МАШИН**

Прищепова Е.М., (БГАУ) г. Минск; Цховребов А.В., БарГУ

Переход от механизации отдельных рабочих операций к комплексной механизации производственных процессов на основе применения комплектов взаимосвязанных машин расширил применение электропривода как средства регулирования потока обрабатываемого материала. Одним из типичных примеров применения регулируемого электропривода является привод дробилок и измельчительных машин.

Потребляемая мощность и расход электроэнергии на единицу перерабатываемой продукции зависят от вида перерабатываемого продукта, подачи и коэффициента полезного действия электродвигателя и машины. Последние два параметра зависят от степени загрузки машины, поэтому необходимо обеспечить такую подачу продукта, при которой машина была бы загружена на номинальную мощность с наибольшим коэффициентом полезного действия и коэффициентом мощности. При таких условиях расход электроэнергии на единицу перерабатываемой продукции будет наименьшим при одновременном сокращении продолжительности работы в течение суток.

Применение регулируемого электропривода в большинстве случаев позволяет обойтись без редукторов, ременных и других передач, что значительно упрощает их надежность и снижает эксплуатационные расходы.