

аналогично находим приближение T^1 . По полученному значению T^1 находим первое приближение глубины процесса обработки η^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.

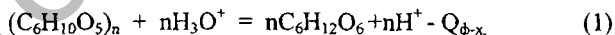
ОСНОВЫ МЕХАНИЗМА ЭЛЕКТРОГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

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 γ_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.

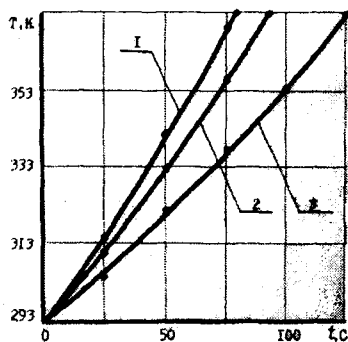


Рисунок 1 Кинетика нагрева зерновой массы при $E=2500 \text{ В}\cdot\text{м}^{-1}$ и влажности: 1 – 50%; 2 – 45%; 3 – 40%

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, с^{-1} ; ΔC – движущая сила процесса моль $\cdot\text{м}^{-3}$; S – удельная площадь реакционной поверхности, $\text{м}^2\cdot\text{м}^{-3}$; τ – 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, 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, К ; φ – двойной электрический потенциал, В .

Константа скорости реакции определяется из уравнения Аррениуса

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

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

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

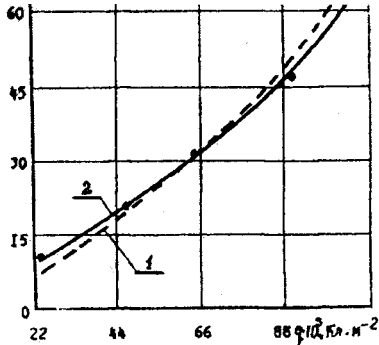


Рисунок 2 Кинетика степени
 клейстериза
 ции крахмала в процессе обработки:
 1 – экспериментальная; 2 - расчетная

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 ε'_m , ε'_{cp} – действительные

составляющие комплексной диэлектрической проницаемости микроорганизмов и обрабатываемой среды; ε''_m , ε''_{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 ε'_0 , ε'_∞ – 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 ⁻¹	
		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., (БГАТУ) 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.