

Таким образом, формирование оптимальных графиков нагрузки существенно снижает расход и затраты на электроэнергию предприятий с дискретно-непрерывными моделями электропотребления, только лишь за счёт перераспределения режимов производства, что возможно, как правило, без существенных денежных вложений.

ТЕРМОЛАБИЛЬНОСТЬ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРНА ЗЛАКОВ

Корко В.С.,

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

Модель вещества зерна можно упрощено представить как матрицу из пористого материала, содержащую в порах влагу. Матрица, в свою очередь, обладает сложной структурой и ярко выраженными гидрофильными свойствами. При этом считают, что в пределах гигроскопического влагосодержания вся вода в веществе злаков связана физико-химически. С точки зрения электрофизических характеристик в таком виде связанная влага сообщает веществу новые свойства, повышая его электрическую проводимость. Приближенный расчет проводимости вещества может быть проведен по формуле Френкеля для ионных проводников:

$$\gamma = \frac{n_0 q^2 \delta^2 \nu}{6kT} e^{-\frac{U_0}{kT}} = A e^{-\frac{U_0}{kT}}, \quad (1)$$

где n_0 – концентрация свободных ионов, м^{-3} ; q – заряд иона, Кл; δ – длина свободного пробега иона, м; ν – частота собственных колебаний иона, с^{-1} ; k – постоянная Больцмана, Дж/К; T – температура среды, К; U_0 – энергия активации, Дж; A – постоянная величина, существенно не зависящая от температуры, так как ее влияние практически не сказывается на величине предэкспоненциального множителя, а проявляется через показатель степени.

При изменении электропроводности в широком интервале температур зависимость $\lg \gamma = f(1/T)$ для ионных проводников обычно представляется прямой, по наклону которой определяется величина энергии активации. Однако у ряда кристаллов и, можно предполагать, что у крахмалосодержащих материалов на этих зависимостях имеется излом, связанный с фазовым переходом. В этом случае справедлива следующая формула:

$$\gamma = A_1 e^{-\frac{E_1}{kT}} + A_2 e^{-\frac{E_2}{kT}}. \quad (2)$$

Таким образом, точка излома зависимости $\lg \gamma = f(1/T)$ является критической точкой, в которой изменяется величина энергии активации. Как установлено, для крахмалосодержащих веществ фазовый переход осуществляется в температурной зоне клейстеризации крахмала или, как принято говорить, в точке клейстеризации.

Экспериментально полученные температурные характеристики проводимости вещества зерна при изменении температуры от 293 до 363 К в диапазоне 16...29% влажности имеют экспоненциальный вид, что подтверждается при построении в полулогарифмических координатах. При влажности до 20% зависимости $\lg \gamma = f(1/T)$ имеют линейный вид. С ростом влажности при температуре $T > 323\text{K}$ наблюдается излом, т.е. зависимости распадаются на 2 линейных участка: (а) – до 323К и (б) – после 323К.

Например, температурная характеристика проводимости вещества зерна при влажности 16% описывается уравнением $\gamma = 0,3 \cdot 10^{-3} e^{0,097T-30}$, а при влажности 29% на участке (а) $\gamma_{(a)} = 2,8 \cdot 10^{-3} e^{0,1187T-34,6}$, на участке (б) $\gamma_{(б)} = 0,1 e^{0,0357T-11,3}$. Отсюда следует важный вывод о взаимосвязи изменения электрофизических и структурно-механических свойств вещества зерна. При фиксированных параметрах системы точка перегиба зависимости $\lg \gamma = f(1/T)$ будет определять температуру клейстеризации крахмала и соответствующее значение проводимости γ .

В условиях технологии электрогидротермической обработки плющенное зерно смешивают с раствором химических веществ (поваренной соли, карбамида) и помещают в электродную камеру. Подготовленная к обработке влажная масса представляет собой сложную дисперсную проводящую систему, в которой раствор химических веществ содержится в связанном виде в порах вещества зерна и в набухших органических составляющих (крахмале, белке), а также в свободном виде между частицами.

Проводимость влажной зерновой массы зависит от ряда определяющих параметров: температуры, степени измельчения (плющения) зерна, усилия уплотнения, модуля увлажнения, напряженности электрического поля. Обобщенная температурная характеристика проводимости аппроксимируется выражением

$$\gamma = \gamma_n (1 + \alpha \theta + \beta \theta^2), \quad (3)$$

где γ_n - удельная проводимость зерновой массы при начальной температуре, $\gamma_n = 0,27 \text{ См/м}$; α и β - температурные коэффициенты проводимости, соответственно имеющие значения: $\alpha = 3,7 \times 10^{-2} (\text{°C})^{-1}$; $\beta = -2,78 \times 10^{-4} (\text{°C})^{-2}$; θ - превышение температуры массы над начальной, °C .

Явно выраженная нелинейность характеристики и уменьшение проводимости зерновой массы при высоких температурах ($80 \dots 100 \text{°C}$) связаны с перераспределением форм связи влаги и происходящими при обработке структурными преобразованиями органических веществ (клеястеризацией крахмала, денатурацией белков и др.).

Теоретические и экспериментальные исследования подтверждают и расширяют существующие представления о проводимости ионных материалов. Термолабильность электрофизических характеристик зерна злаков в различных состояниях является важным информативным и определяющим фактором, который необходимо учитывать при анализе и синтезе влагометрических, электротехнологических и других устройств, разработке автоматизированных систем управления.