

Бондарчук О.В.
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь
СХЕМА ЗАМЕЩЕНИЯ ЗАГРУЖЕННОЙ ЭЛЕКТРОДНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОАКТИВАТОРА

Электроактиватор биологической системы ячменя предназначен для активизации ферментативных и ростовых процессов в зерне пивоваренного ячменя перед соложением. Конструктивно он может быть выполнен периодического, непрерывного и комбинированного действия.

Рассмотрим схему замещения рабочего органа – электродной секции электроактиватора непрерывного действия. Секция выполнена из параллельно уложенных проводников, имеющих изоляцию. Перемещение ячменя в зону обработки и из нее осуществляется на ленте горизонтального транспортера. Электродную секцию с транспортирующей лентой и зерном можно представить в виде схемы замещения для исследования механизма появления токов, протекающих через систему. Указанная схема замещает компоненты установки и обрабатываемый материал как элементы электрической цепи, которыми они фактически и являются (рисунок 1).

Полученная схема замещения устанавливает взаимосвязь основных параметров рабочих элементов установки с электрофизическими свойствами ячменя и позволяет разработать способы и приемы совершенствования конструкции установки. Схема замещения дает возможность рассматривать систему “изоляция электродов – транспортирующая лента – зерно – лента – изоляция электродов” как единую, характеристики которой определяются свойствами зерна, среды и параметрами электродов. Обобщенными количественными показателями этой системы являются сопротивление и емкость, образованная зерном и электродами.

Представив данную систему в виде элемента, по которому протекает общий ток, анализируя влияние на него параметров среды, можно судить об эффективности воздействия электрического поля на биотехнологические процессы.

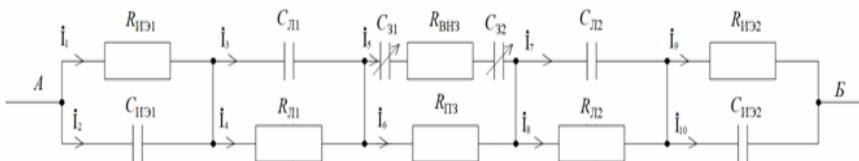


Рисунок 1 – Эквивалентная электрическая схема замещения электродной системы в режиме загрузки:

$I_1 \dots I_{10}$ – токи в ветвях, А; $R_{ИЭ1}, R_{ИЭ2}$ – сопротивление изоляции электродов, Ом; $R_{Л1}, R_{Л2}$ – сопротивление ленты, Ом; $R_{ПЗ}$ – сопротивление поверхности зерна, Ом; $R_{ВНЗ}$ – сопротивление внутри зерна, Ом; $C_{ИЭ1}, C_{ИЭ2}$ – электрическая емкость изоляции электродов, Ф; $C_{Л1}, C_{Л2}$ – электрическая емкость ленты, Ф; $C_{З1}, C_{З2}$ – электрическая емкость поверхности зерна и эндосперма, Ф

Физическую сущность элементов системы можно представить следующим образом.

К системе приложено переменное напряжение U_{AB} .

Входное сопротивление системы, Ом:

$$Z_{ЭКВ} = Z_{ИЭ1} + Z_{Л1} + Z_{ПЗ'} + Z_{Л2} + Z_{ИЭ2}, \quad (1)$$

где $Z_{ИЭ1}, Z_{ИЭ2}$ – комплексное значение сопротивления изоляции электрода, Ом;

$Z_{Л1}, Z_{Л2}$ – комплексное значение сопротивления ленты, Ом;

$Z_{ПЗ'}$ – комплексное значение сопротивления зерна, Ом.

Эквивалентное сопротивление:

$$Z_{ЭКВ} = \frac{R_{ИЭ1} \cdot \left(-j \frac{1}{\omega \cdot C_{ИЭ1}}\right)}{R_{ИЭ1} - j \frac{1}{\omega \cdot C_{ИЭ1}}} + \frac{R_{Л1} \cdot \left(-j \frac{1}{\omega \cdot C_{Л1}}\right)}{R_{Л1} - j \frac{1}{\omega \cdot C_{Л1}}} + \frac{R_{ПЗ} \cdot \left(-j \frac{1}{\omega \cdot C_{ПЗ1}} + R_{ВНЗ} - j \frac{1}{\omega \cdot C_{ПЗ2}}\right)}{R_{ПЗ} - j \frac{1}{\omega \cdot C_{ПЗ1}} + R_{ВНЗ} - j \frac{1}{\omega \cdot C_{ПЗ2}}} + \frac{R_{Л2} \cdot \left(-j \frac{1}{\omega \cdot C_{Л2}}\right)}{R_{Л2} - j \frac{1}{\omega \cdot C_{Л2}}} + \frac{R_{ИЭ2} \cdot \left(-j \frac{1}{\omega \cdot C_{ИЭ2}}\right)}{R_{ИЭ2} - j \frac{1}{\omega \cdot C_{ИЭ2}}}. \quad (2)$$

где ω – угловая частота, рад/с.

Ток в комплексном виде:

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_{ЭКВ}}. \quad (3)$$

Полная мощность, потребляемая системой при обработке (без учёта потерь в окружающую среду):

$$\dot{S} = \dot{U}_{AB} \cdot \overset{*}{I} = \frac{\dot{U}_{AB}^2}{\left(\frac{R_{III} \cdot \left(-j \frac{1}{\omega \cdot C_{III}} \right) + R_L \cdot \left(-j \frac{1}{\omega \cdot C_L} \right)}{R_{III} - j \frac{1}{\omega \cdot C_{III}}} + \frac{R_{III} \cdot \left(-j \frac{1}{\omega \cdot C_{III}} \right) + R_{LIII} \cdot \left(-j \frac{1}{\omega \cdot C_{LIII}} \right)}{R_{LIII} - j \frac{1}{\omega \cdot C_{LIII}}} + \frac{R_{PIII} \cdot \left(-j \frac{1}{\omega \cdot C_{PIII}} + R_{BIII} - j \frac{1}{\omega \cdot C_{PIII}} \right)}{R_{PIII} - j \frac{1}{\omega \cdot C_{PIII}} + R_{BIII} - j \frac{1}{\omega \cdot C_{PIII}}} \right)}, \quad (4)$$

$$+ \frac{R_L \cdot \left(-j \frac{1}{\omega \cdot C_L} \right) + R_{III} \cdot \left(-j \frac{1}{\omega \cdot C_{III}} \right)}{R_L - j \frac{1}{\omega \cdot C_L} + R_{III} - j \frac{1}{\omega \cdot C_{III}}}$$

где, $\overset{*}{I} = \pm \dot{I}$.

Схема замещения имеет принципиальное значение для расчета установки под нагрузкой и подбора конструктивного решения с целью осуществления необходимого энергетического воздействия. С ее помощью определяют характеристики основных элементов системы, а также энергетические показатели работы оборудования. Это позволяет не останавливаться на определенной конструкции установки. Схема замещения дает возможность численно моделировать другие варианты исполнения электроактиватора.

Список использованной литературы

1. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник для бакалавров / Л.А. Бессонов. – 12-е изд., исправ. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2016. – 701с.

**Гвоздев А.В., к.т.н., Клевцова Т.А., к.т.н.,
Старовойт Н.А., аспирант, Зайцев Р.Р., аспирант
Мелитопольский государственный университет,
г. Мелитополь, Россия**

ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ЕГО СЕПАРАЦИЕЙ

Повысить эффективность измельчения зерна можно за счет многоступенчатого его дробления и удаления измельченных частиц из