

колебательного движения в зерноперерабатывающей и пищевой промышленности [2], в *транспортных системах*.

Один из перспективных видов внутреннего транспорта представляет собой монорельсовый. Такая система может использоваться как между рядами в теплицах, так и в животноводческих фермах. В теплицах в качестве внутреннего транспорта применяются тележки (самопередвижные), на фермах – кормораздатчики.

Такой вид транспортной системы обладает рядом преимуществ, таких как мобильность, экологичность, организация электропитания от различных источников, возможность регулирования скорости, организация управления транспортной системы.

В настоящее время применяют механизмы (тележки и кормораздатчики), в которых для преобразования электроэнергии в поступательное движение, используется электропривод на основе вращающегося электродвигателя. Такой системе присущи недостатки:

- необходимость ввода в систему редуктора, в котором имеются вращающиеся детали, требующие обслуживания. При этом сам редуктор снижает надёжность системы, КПД в целом;

- наличие ведущих колес, которые с течением времени стираются, происходит засорение контактной поверхности, что в свою очередь ухудшает сцепление, увеличивается сопротивление движению. При этом сцепление из-за неравномерного износа и степени загрязнения изменяется в различных местах неравномерно, коэффициент сцепления изменяется с течением времени, поэтому для передачи необходимого крутящего момента на колеса, необходимо рассчитывать и подбирать радиус ведущих колес, который ограничен особенностями направляющей конструкции.

Альтернативным типом электропривода монорельсовых транспортных систем может быть *линейный асинхронный привод*, который имеет явные преимущества:

- отсутствие звена передачи тягового усилия «колесо - двутавр», то есть упрощение кинематической схемы.

- отсутствие вращающихся деталей, следовательно, повышение надёжности;
- возможность более точного регулирования скорости;
- организация электропитания от различных систем;
- уменьшение габаритов;
- увеличение грузоподъёмности, а равно и производительности;
- использование нормального усилия для разгрузки роликов;
- более простая конструкция, возможность перестановки тележки и кормораздатчик на другие линии между рядами;
- в случае прекращения подачи электропитания тележка или кормораздатчик могут быть легко доставлены в необходимое место.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Епифанов, А.П. Электрические машины: Учебник. - СПб.: Лань, 2006. – 272с.: ил.; ISBN 5-8114-0669-X.
2. Аипов, Р.С. Линейные электрические машины и приводы на их основе: Учебное пособие – Уфа: БАУ, 2003. – 201с. – ISBN 5-7456-0061-6.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЗОНЫ ОКИСЛЕНИЯ БИОМАССЫ В ТЕПЛОГАЗОГЕНЕРАТОРАХ

Марушко, В.А.

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

Будем рассматривать идеализированный случай, когда при горении и газификации углеродсодержащей биомассы, в зоне окисления реактора теплогазогенератора имеют место следующие реакции[1]:

$$\begin{aligned}
 C + O_2 &= CO_2, \\
 2C + O_2 &= 2CO, \\
 2H_2 + O_2 &= 2H_2O.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

При построении математической модели зоны окисления (горения) биомассы примем модель реактора идеального смешения [2,3], которая в нашем случае имеет следующий вид[1] (уравнения покомпонентных балансов):

$$\frac{d(V^R x_1)}{dt} = v^{(0)} x_1^{(0)} - vx_1 + G \Sigma, \tag{2}$$

$$\frac{d(V^R x_2)}{dt} = v^{(0)} x_2^{(0)} - vx_2 + G \Sigma, \tag{3}$$

$$\frac{d(V^R x_3)}{dt} = v^{(0)} x_3^{(0)} - vx_3 + G \Sigma, \tag{4}$$

$$\frac{d(V^R x_4)}{dt} = v^{(0)} x_4^{(0)} - vx_4 + G \Sigma, \tag{5}$$

$$\frac{d(V^R x_5)}{dt} = v^{(0)} x_5^{(0)} - vx_5 + G \Sigma, \tag{6}$$

$$\frac{d(V^R x_6)}{dt} = v^{(0)} x_6^{(0)} - vx_6 + G \Sigma. \tag{7}$$

Уравнение теплового баланса имеет вид:

$$\frac{d(V^R C_p T)}{dt} = v^{(0)} C_p^{(0)} T^{(0)} - v C_p T + \Delta Q^Z, \tag{8}$$

где  $x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, x_3^{(0)}, x_4^{(0)}, x_5^{(0)}, x_6^{(0)}$  — начальные концентрации  $C, O_2, CO_2, CO, H_2, H_2O$  соответственно, (кг/моль);

$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$  — текущие концентрации  $C, O_2, CO_2, CO, H_2, H_2O$  соответственно, (кг/моль);

$v^{(0)}, v$  — начальный и текущий поток массы, (кг/ч);

$V^R$  — объем зоны окисления, (м<sup>3</sup>);

$C_p^{(0)}, C_p$  — начальная и текущая удельные теплоемкости смеси компонентов, (Дж/(кг град));

$T^{(0)}, T$  — начальная и текущая температура, (град);

$G \Sigma$  — интенсивность компонентов реакции в зоне окисления;

$\Delta Q^Z$  — интенсивность теплоты реакции в зоне окисления.

Интенсивность компонентов реакции в зоне окисления рассчитаем по формуле[2]:

$$G^R = V^R \times g^R, \tag{9}$$

где скорость реакции выражается, как[2]:

$$g_1^R = z_0^1 x_1 x_2 e^{-\frac{E_1}{RT}}, \tag{10}$$

$$g_2^R = z_0^2 x_1 x_2 e^{-\frac{E_2}{RT}}, \tag{11}$$

$$g_3^R = z_0^3 x_1 x_2 e^{-\frac{E_3}{RT}}. \tag{12}$$

где  $z_0^i, i = 1..3$  — предэкспоненциальный множитель  $i$ -ой реакции;

$E_i, i = 1..3$  — энергия активации  $i$ -ой реакции;

$R = 8.314$  Дж/(моль град) — молярная газовая постоянная.

При нормально отлаженном производственном процессе САР основную часть времени работает в установившемся режиме. При этом объект управления прежде всего проявляется своими статическими свойствами, тем как он ведет себя при постоянных или очень медленно меняющихся воздействиях. Инерционно-динамические свойства объекта в установившемся режиме работы САР проявляются сравнительно не сильно, в отличие от переходного режима работы.

Поэтому очень важно иметь статическую характеристику объекта управления, чтобы построить полную модель объекта в статике. Особенность реальных объектов управления состоит в том, что они имеют несколько входных воздействий (управляющих и управляемых величин), а также и несколько выходов, управляемых. Другими словами, управляемые величины объекта представляют собой функции нескольких переменных и эти функции, как правило, нелинейные. Традиционные аналитические методы описания и моделирования таких многомерных нелинейных объектов довольно трудоемки и не применялись широко в инженерной практике. Традиционно объект старались как можно быстрее линеаризовать, а потом исследовать и оптимизировать относительно его работы по приращению воздействию в выбранной рабочей точке.

С появлением в арсенале инженера компьютерных программ объектно-ориситированного моделирования (ООМ), например VisSim, ПК «МВТУ», Simulink и др., появилась возможность моделирования многомерных нелинейных объектов в полном объеме при относительно малой трудоемкости этих работ.

Двумерную статическую характеристику объекта управления можно задать графически в виде семейства линий, таблицей или двумерной аналитической функцией, а также представить в трехмерном пространстве.

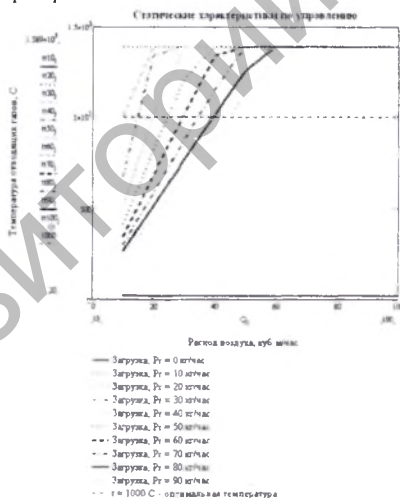


Рисунок 1 — Семейство статических характеристик по каналу управления, построенные в MathCAD 14.0 по данным табличного представления двумерной статической характеристики.

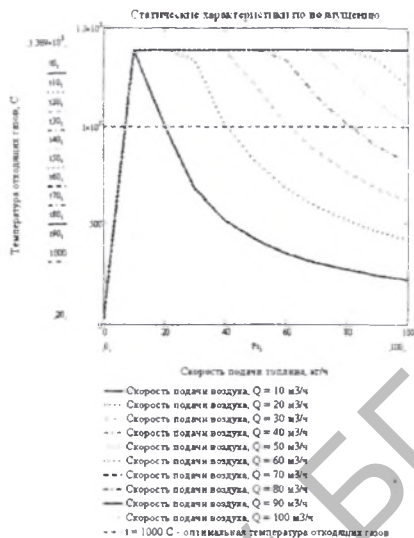


Рисунок 2 — Семейство статических характеристик по каналу возмущения, построенные в MathCAD 14.0 по данным табличного представления двумерной статической характеристики.

3D Surface Plot (Зона окисления, sta 3v\*100c)  
 $T = 1058,0061 - 12,9321 \cdot x + 19,6693 \cdot y - 0,0041 \cdot x^2 + 0,1599 \cdot x \cdot y - 0,166 \cdot y^2$

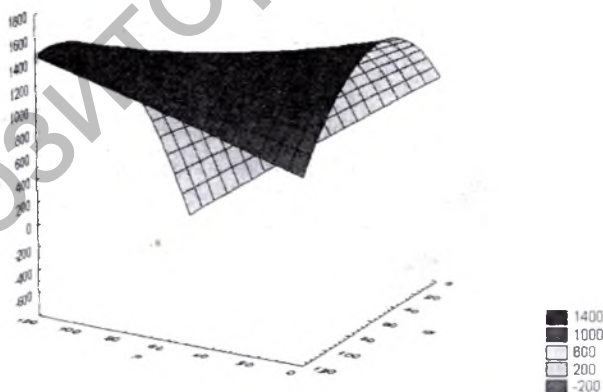


Рисунок 3 — 2D (двумерная) статическая характеристика зоны окисления реактора теплогазогенератора

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гартман, Т. Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов : Учеб. пособие для вузов / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. — М. : ИКЦ «Академкнига», 2006. — 416 с

2. Бесков, В. С, Сафронов, В. С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии: Учебник для вузов. — М.: Химия, 1999. — 472 с.
3. Байрамов, В. М. Основы химической кинетики и катализа: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений — М.: ИЦ «Академия», 2003. — 256 с
4. Байрамов, В. М. Химическая кинетика и катализ: Примеры и задачи с решениями: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений М.: ИЦ «Академия», 2003. - 320 с.

УДК: 539.2:537.9

## НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕРМОДАТЧИКОВ

Митюк В.И., Ткаченко Т.М., к.ф.-м.н., Чеченина Е.П., к.ф.-м.н.

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению*

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

По мере истощения ископаемых энергоресурсов в связи с деятельностью человека, всё более актуальной становится не только задача поиска новых альтернативных источников энергии, но и задача энергосбережения. Одним из путей решения этой задачи является контроль температурных режимов энергоёмких технологических процессов, в том числе процессов, используемых в ходе хозяйственной деятельности агропромышленного комплекса.

Как известно, контроль температурных режимов осуществляется при помощи различных термодатчиков. Существует целый класс магнитных материалов, пригодных для изготовления термодатчиков, применяемых в магнито-механических устройствах.

К числу материалов подходящих для изготовления термодатчиков относятся соединения переходных металлов с элементами III-IV групп периодической системы, имеющие кристаллическую структуру типа В8 и разнообразные магнитные свойства. Например, антимонид марганца  $Mn_{1-x}Sb_x$ , который имеет кристаллическую структуру типа В8 и протяжённую область гомогенности  $0 \leq x \leq 0,30$  [1]. Он обладает результирующим магнитным моментом, и классифицируется как ферромагнетик ( $\delta=0$ ) или ферримагнетик ( $\delta>0$ ). Содержание марганца существенно влияет на физические свойства соединения, например, температура магнитного фазового перехода  $T_C$  снижается от 600К до 300К при увеличении  $x$  [2], поэтому возможность смещения верхней границы содержания металла представляет практический интерес. На базе антимонида марганца, частичным замещением марганца на другие переходные металлы (хром, железо, кобальт и т.д.) получают разнообразные материалы, также широко используемые в технике, например, при изготовлении аккумуляторных батарей [3-4].

В данной работе предложен новый способ синтеза магнитного материала на основе антимонида марганца при замещении марганца диамагнитными медью и цинком. Методом прямого сплавления порошков исходных компонентов в однозонной печи сопротивления в вакуумированных до  $10^{-3}$  мм рт. ст. кварцевых ампулах получены сплавы  $MnMe_{0,1}Sb$  (где Me – Cu или Zn).