

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ РАБОЧЕГО ОРГАНА КОМБАЙНА В ПРОФИЛЕ ПЛАСТА

Лахам С.А., студент; Василец С.В., доц., к.т.н.

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

К основным устройствам управления добычным комбайнов относятся автоматический регулятор нагрузки, обеспечивающий требуемый режим работы машины; система управления положением режущих органов; аппаратура управления двигателями комбайна; аппаратура защиты электродвигателей от перегрузок и короткого замыкания и тому подобное.

На сегодняшний день добываемый на шахтах Украины уголь характеризуется существенной зольностью. Это снижает энергетические параметры добываемого угля, вызывает необходимость в обогащении. Для повышения качества угля используются автоматические регуляторы положения рабочего органа по профилю пласта. Наиболее распространенной системой автоматического регулирования нагрузки резания очистного комбайна является регулятор УРАН-1М. Регулятор имеет два канала: скорости и нагрузки, которые совместно работают на устройства выхода. К каналу нагрузки относятся: датчик тока, программа тока и импульсное устройство. В блоке канала нагрузки сравниваются напряжение пропорциональное фактическому току двигателя I_d и напряжение программы токовой уставки. При разности этих значений пределах $\pm 5\%$ I_y регулятор по каналу нагрузки не работает (зона нечувствительности). При разности значения в пределах 5-25% больше I_y из блока контроля нагрузки в блок контроля скорости выдается напряжение U_n на импульсное уменьшение скорости подачи до значения установления тока I_d в пределах $\pm 5\%$ I_y . Если рассогласование тока I_d больше 25% тока I_y , то блок БКН выдает непрерывный сигнал на уменьшение скорости подачи. При недогрузе двигателя комбайна, т.е. когда $I_y \gg I_d$, блоком БКН выдается напряжение на увеличение скорости подачи до значения, установленного программой скорости.

К основным недостаткам данного технического решения относится отсутствие учета гипсометрии пласта и осуществление регулирования за счет изменения скорости подачи, а не непосредственно изменения положения рабочих органов. Поэтому актуальным является разработка автоматического регулятора положения органов резания в зависимости от профиля пласта. Такие недостатки могут быть устранены путем создания алгоритма работы комбайна, который бы позволял максимально учитывать гипсометрию пласта.

Для достижения задачи была создана модель в среде Matlab, которая имитирует работу всей вынесенной системы подачи очистного комбайна с преобразователем частоты в цепи приводного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Асинхронный двигатель в фазных координатах описан следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{bmatrix} U_s \\ U_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s & 0 \\ 0 & R_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_s \\ I_r \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \psi_s \\ \psi_r \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$U_s = \begin{bmatrix} U_{sA} \\ U_{sB} \\ U_{sC} \end{bmatrix}, I_s = \begin{bmatrix} i_{sA} \\ i_{sB} \\ i_{sC} \end{bmatrix}, \psi_s = \begin{bmatrix} \psi_{sA} \\ \psi_{sB} \\ \psi_{sC} \end{bmatrix}, U_r = \begin{bmatrix} U_{ra} \\ U_{rb} \\ U_{rc} \end{bmatrix}, \psi_r = \begin{bmatrix} \psi_{ra} \\ \psi_{rb} \\ \psi_{rc} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Модель реализована несколькими подсистемами, указанными на рисунке 1. Подсистема 1 моделирует питающую сеть асинхронного двигателя с преобразователем

частоты; подсистема 2 представляет собой непосредственно асинхронный двигатель с к.з. ротором. При моделировании учитывался рабочий орган комбайна (подсистема 3). Для его имитации M_c изменялся случайным образом, что позволило моделировать прохождение рабочего органа комбайна через породу или уголь. Для этого был рассчитан момент сопротивления двигателя при прохождении рабочего органа через уголь или породу и при работе модели происходило случайное переключение между указанными значениями с определенной временной задержкой.

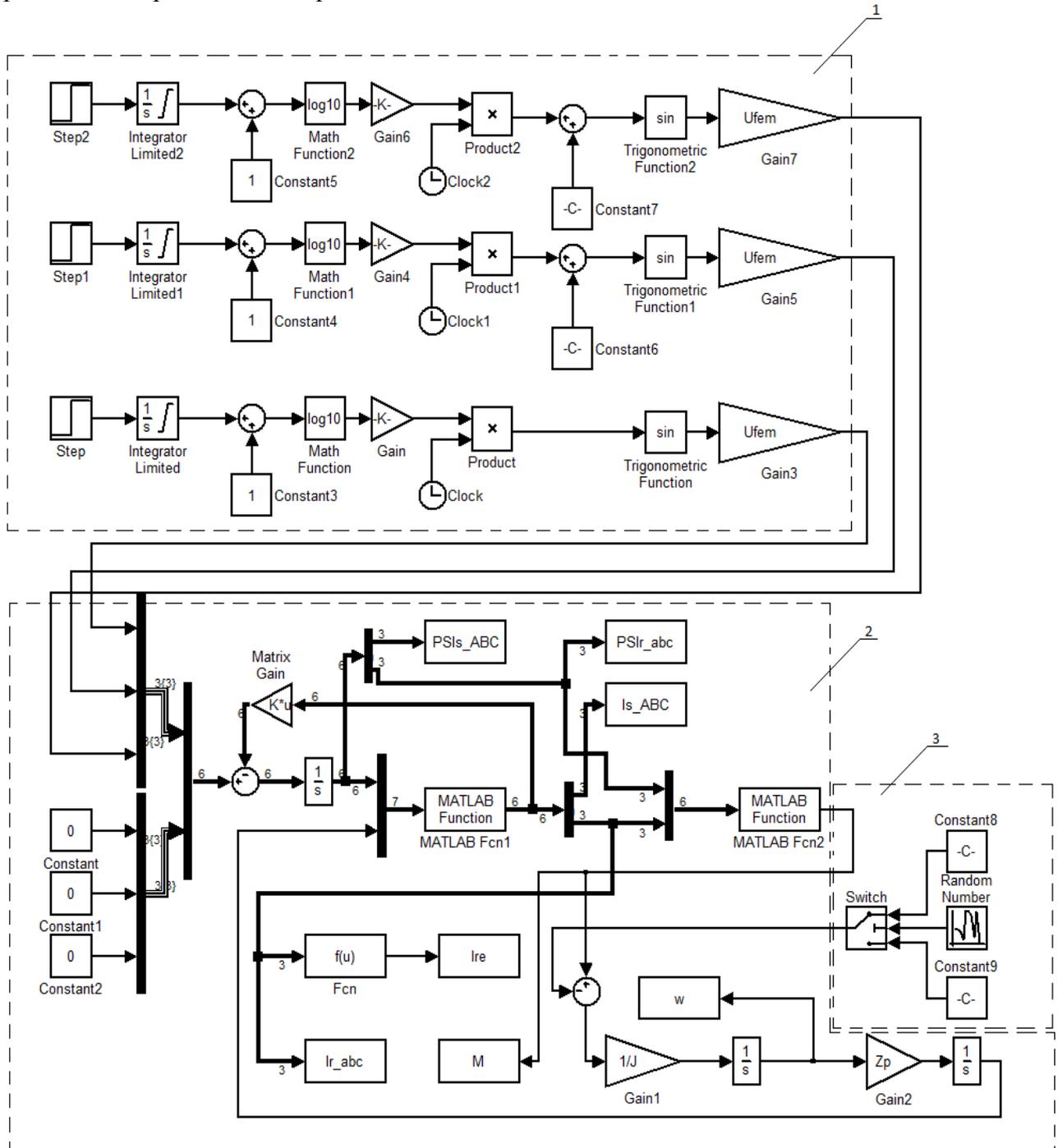


Рисунок 1 – Модель ВСП комбайна с преобразователем частоты

Были получены следующие зависимости скорости, тока, электромагнитного момента и момента сопротивления от времени.

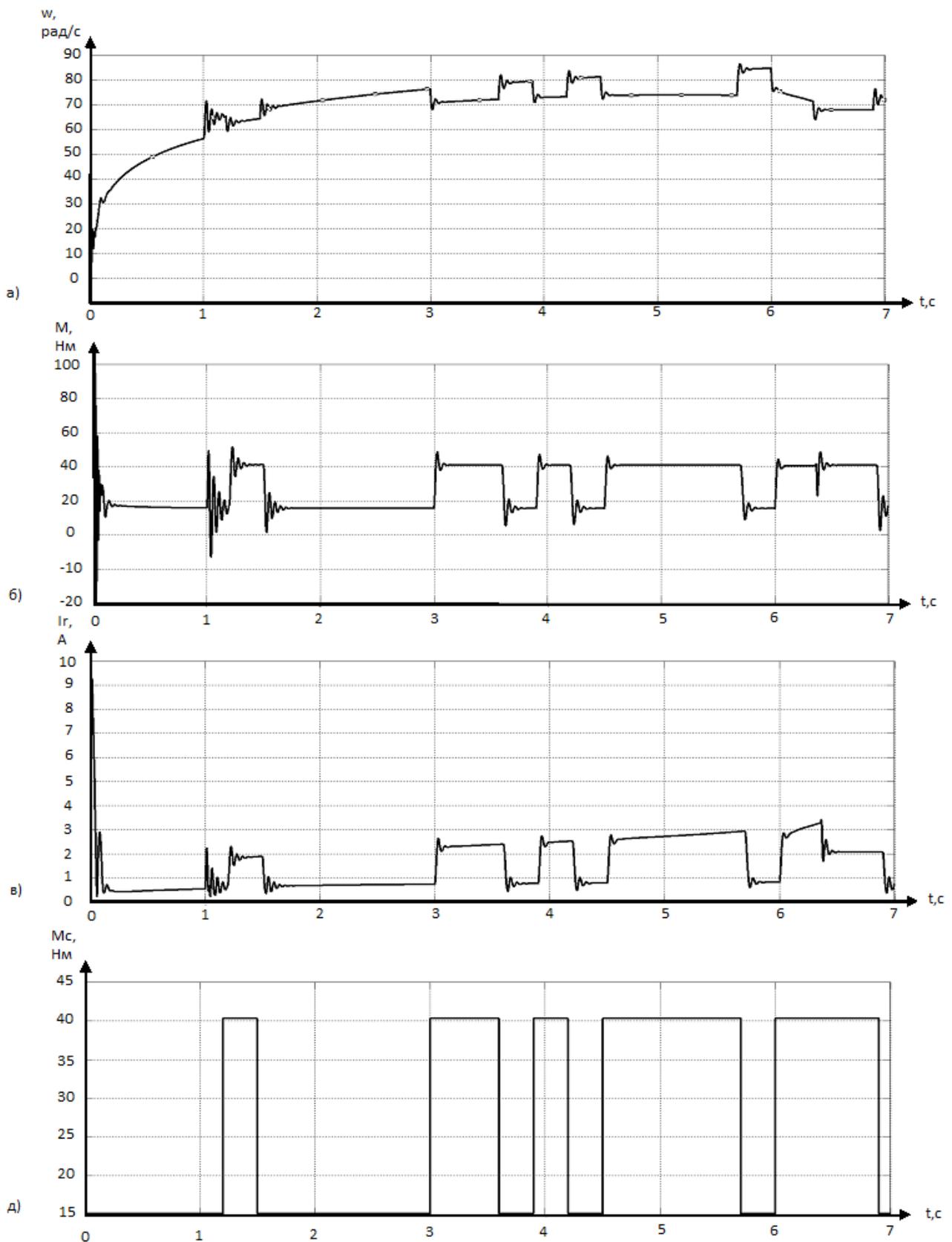


Рисунок 2 - Зависимости скорости (а), электромагнитного момента (б), тока ротора (в) и момента сопротивления (д) от времени

График на рисунке 2 (д) отображает изменение гипсометрии пласта, т.е. прохождения рабочего органа комбайна через породу или уголь. На промежутке, когда момент равен 15Нм рабочий орган комбайна проходит через уголь, а при 40Нм – через породу. И в зависимости

от этого изменяется величина электромагнитного момента, скорость и частота вращения двигателя.

Таким образом, судить о границе «порода-уголь» можно путем измерения тока ротора двигателя. В результате был разработан следующий алгоритм автоматического управления рабочим органом, представленный на рисунке 3.

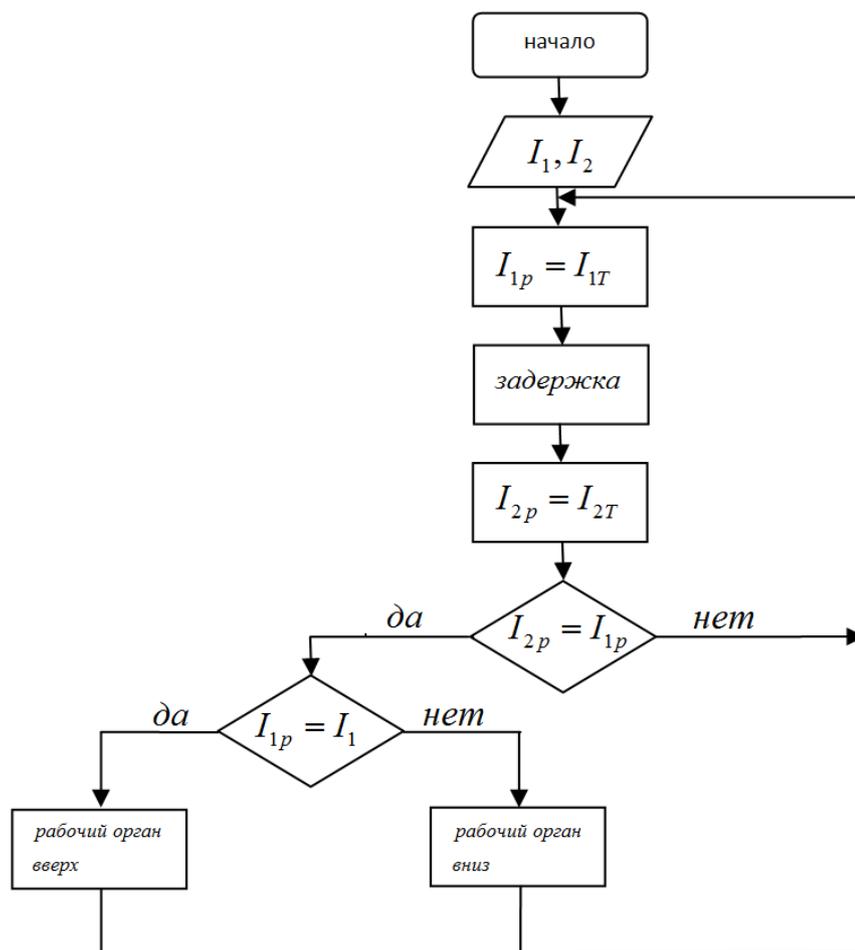


Рисунок 3 – Алгоритм работы регулирования положения рабочего органа по току

Принцип работы алгоритма следующий: задаются две уставки тока I_1, I_2 - соответствующие прохождению комбайна через уголь и породу соответственно. Затем происходит измерение тока в двух точках и производится сравнение значения тока в этих точках с уставкой тока, соответствующей углю. В случае равенства значений рабочий орган поднимается вверх, а в противном случае – вниз. Таким образом, данная система позволяет значительно повысить экономический эффект и увеличить удельный вес угля в общей массе.

Перечень ссылок

1. Морозов В.И. Очистные комбайны. Справочник. Москва: Горная Книга. 2006 – 650с.
2. Маренич К.Н. Асинхронный электропривод горных машин с тиристорными коммутаторами. Донецк : ДонДТУ, 1997 - 64 с.
3. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронный систем на ПК – СПб.: КОРОНА-Век, 2008 – 368с.