

УДК 677.021.178.001.5

СИСТЕМА ДВУХПОЗИЦИОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В
ПОТОЧНЫХ ЛИНИЯХ

Мазяр И. П., Мешков В. А.

(Ивановская государственная текстильная
академия)

Известно, что поддержание заданного уровня волокна в бункерных питателях чесальных машин используется система автоматического регулирования производительности питающей машины (источник питания). Система включает в себя станцию управления, пульт управления и два фотодатчика уровня. Фотодатчики устанавливаются на бункерах двух последних по ходу движения материала чесальных машин. Как правило, в действии находится датчик на последней машине, а в случае выключения этой машины из работы в действие приводится датчик в бункере предпоследней машины. Подача волокна по пневмопроводу продолжается до тех пор, пока уровень материала в бункере последней (или предпоследней) чесальной машины не превышает уровня фотодатчика. В этот момент фотодатчик подает электрический сигнал на отклонение двигателя выпуска питающей машины.

По мере выработки материала из бункеров его уровень опускается ниже линии размещения фотодатчика и фотодатчик подает сигнал на включение двигателя выпуска, обеспечивая питание бункеров волокном.

В соответствии с исследованием А.А. Кампе-Немма (1) система автоматического двухпозиционного регулирования (САР) может быть представлена в виде:

$$T \frac{dQ_{np}}{dt} + Q_{min} = \begin{cases} Q_{max} & \text{при } Q_{np} \leq Q_p \\ 0 & \text{при } Q_{np} \geq Q_p \end{cases} \quad (1)$$

$$Q_{np}(t) = Q_p(t - \Delta t) \quad (2)$$

где Q_{np} - приход волокна в систему магистрального трубопровода, равный производительности питающей машины;

Q_p - расход волокна из системы, равный суммарной производительности бункерных питателей;

Q_{max} - количество волокна, не поступившего в бункера и направленное на повторную обработку (возврат) после последнего бункера;

T - суммарный период процесса в поточной линии;

t - время запаздывания системы, обусловленное конструктивными особенностями электросхемы и пневмотрассы.

Из уравнения (1) можно получить формулы, характеризующие основные параметры САР - положительные или отрицательные отклонения регулируемой производительности

$$\Delta Q_{np}(+) = \frac{Q_{max} - Q_p}{T} \Delta t, \quad (3)$$

$$\Delta Q_{\text{пр}} (-) = \frac{Q_p}{T} \Delta t, \quad (4)$$

$$\Delta Q_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{max}}}{T} \Delta t, \quad (5)$$

$$T_{\text{вкл}} = \frac{Q_{\text{max}}}{Q_{\text{max}} - Q_p} \Delta t, \quad (6)$$

$$T_{\text{выкл}} = \frac{Q_{\text{max}}}{Q_p} \Delta t, \quad (7)$$

$$T_n = \frac{Q_{\text{max}}^2}{(Q_{\text{max}} - Q_p) Q_p} \Delta t, \quad (8)$$

В формулах (3) - (8) значения $\Delta Q_{\text{пр}} (+)$, $\Delta Q_{\text{пр}} (-)$ и $\Delta Q_{\text{пр}}$ характеризуют соответственно избыточное, минимальное и установившееся количество волокна в системе, $T_{\text{вкл}}$, $T_{\text{выкл}}$ и T_n - время работы выпуска питающей машины, отключения и периоды колебаний между циклами.

С учетом самовыравнивания волокнистого потока в системе решения уравнения (10) получили в виде:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{max}} + (Q_{\text{пр}} - Q_{\text{max}}) e^{-\frac{\Delta t}{T}}, \quad (9)$$

$$Q_{\text{пр}} = Q_p e^{-\frac{\Delta t}{T}}, \quad (10)$$

На основании уравнений (1), (9), (10) можно получить выражения для расчета следующих параметров:

$$\Delta Q_{\text{пр}} (+) = (Q_{\text{max}} - Q_p) \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{T}} \right), \quad (11)$$

$$\Delta Q_{\text{пр}} (-) = Q_{\text{пр}} \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{T}} \right), \quad (12)$$

$$\Delta Q_{\text{пр}} = Q_{\text{max}} \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{T}} \right), \quad (13)$$

$$T_{\text{вкл}} = \Delta t + T \ln \frac{Q_{\text{max}} - Q_p e^{-\frac{\Delta t}{T}}}{Q_{\text{max}} - Q_p}, \quad (14)$$

$$T_{\text{выкл}} = \Delta t + T \ln \frac{Q_{\text{max}} - (Q_{\text{max}} - Q_p) e^{-\frac{\Delta t}{T}}}{Q_p}, \quad (14)$$

$$T_n = 2\Delta t + T \left[\ln \frac{Q_{\max} - Q_p e^{-\frac{\Delta t}{T}}}{Q_{\max} - Q_p} + \ln \frac{Q_{\max} - (Q_{\max} - Q_p) e^{-\frac{\Delta t}{T}}}{Q_p} \right], \quad (16)$$

Затем может быть найдена относительная погрешность колебания производительности выпускной питающей машины по формуле:

$$\delta_Q = \frac{1 - \frac{\Delta t}{T} - e^{-\frac{\Delta t}{T}}}{1 - e^{-\frac{\Delta t}{T}}} \times 100\% \quad (17)$$

Из формулы (17) видно, что величина ошибки δ_Q возрастает с увеличением отношения $\Delta t / T$ при пяти различных значениях Q_p / Q_{\max} . Из рис. 1 видно, что при $\Delta t / T < 0,2$ вблизи симметричного режима δ_Q не превышает 9%, а для условия, когда $0,2 < Q_p / Q_{\max} < 0,5$ и $\Delta t / T < 0,2$ (период колебания производительности питающей машины) не превышает 15%.

Выводы

1. Аналитическое выражение А.А. Кампе - Немма может быть рекомендовано для расчета основных параметров САР производительности питающей машины в поточных линиях «кипа - чесальная лента».
2. Колебания производительности питающей машины зависят от отношения $\Delta t / T$, которое должно быть в пределах $0,10 \div 0,15$.

Литература

1. Кампе - Немм А.А. Динамика двухпозиционного регулирования. Госэнергоиздат. 1995.