

ОРГАНИЗАЦИЯ СУШКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В ПРОЦЕССЕ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

Разработка и внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами являются основной тенденцией развития современного промышленного производства.

Рассмотренная линия MultiEtch PAR является частью комплексного процесса по производству печатных плат. На данном участке производится травление заготовок печатных плат химическим раствором 50% серной кислоты. В общем случае процесс травления представляет собой последовательную цепочку следующих действий:

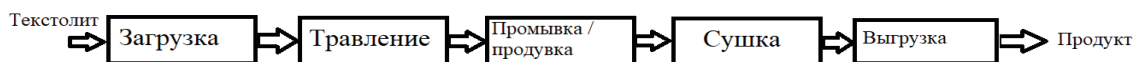


Рисунок 1 – Общая схема процесса травления

Анализ существующей системы управления показал, что основным недостатком является низкая энергоэффективность процесса, что, в свою очередь, обусловлено отсутствием частотных преобразователей для управления вентиляторами и насосами. Так же в процесс характеризуется наличием ложных остановов линии, что увеличивает затраты времени и ресурсов на повторный запуск, а, следовательно, снижает производительность. Система управления не позволяет обеспечить постоянное качество продукции, что приводит к дополнительным расходам.

Энергетические факторы технологического процесса в первую очередь определяются процессом сушки. Для анализа возможностей системы управления для целей построения рационального управления процессом потребовалось провести анализ статических и динамических характеристик. Особенность процесса конвективной сушки печатных плат является использование тепловыделений двигателя вентиляции для процесса влагоотделения.

При составлении математической модели конвективной сушки были приняты допущения: 1. Электродвигатель имеет бесконечно большую теплопроводность и, как следствие, одинаковую температуру по всему объему; 2. Количество теплоты, которым электродвигатель обменивается с окружающей средой, пропорционально раз-

ности температур двигателя и окружающей среды; 3. Тепловые параметры электродвигателя и окружающей среды постоянны и не связаны с температурой двигателя (это обстоятельство обеспечивает линейность тепловой модели); 4. Потери составляют 20%.

После длительных преобразований итоговая передаточная функция по основному каналу стабилизации температура в зоне сушки – частота оборотов имеет вид

$$W(s) = \frac{2,13(0,0456s + 1)}{5495,9s^2 + 321,81s + 1}.$$

Основной причиной отклонения температуры сушки является нестабильность свежего воздуха (рис. 2). Поэтому для повышения качества функционирования рационально использовать комбинированную систему.

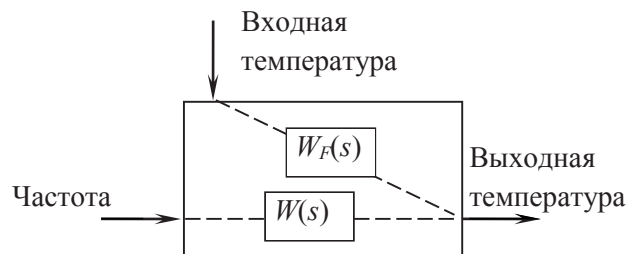


Рисунок 2 – Структурная схема управления процессом сушки

Расчет компенсатора привел к следующему виду

$$W_k = \frac{0,02936(5707s^2 + 334,1s + 1)}{0,7296s^2 + 16,05s + 1}$$

Данная передаточная функция практически не пригодна для использования в прикладных решениях. Вторые производные вместе с всегда присутствующими шумами в измерительном тракте будут приводить к большим отклонениям выходного параметра. Поэтому была произведена процедура понижения параметров.

Исходя из вида компенсатора были проверены три варианта компенсатора с низкими порядками. Компенсатор в виде форсирующего звена

$$W_k = \frac{k_1(T_1s + 1)}{(T_2s + 1)}$$

с подачей сигнала на сумматор после регулятора локального контура стабилизации продемонстрировал лучшее качество переходного процесса (рисунок 3).

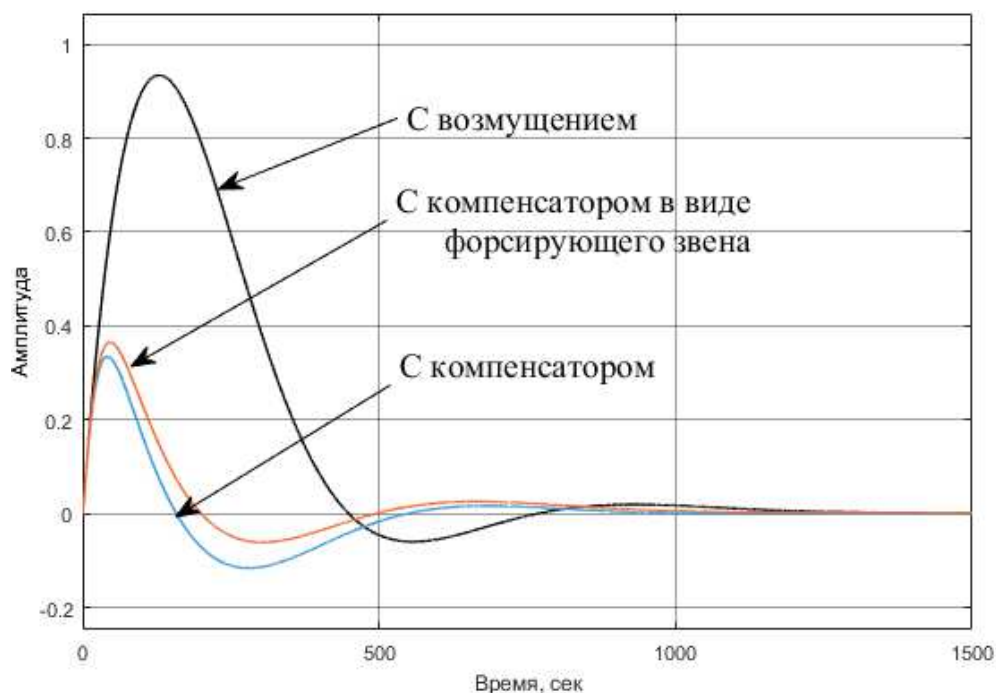


Рисунок 3 – Сравнение переходных процессов

Настройка параметров компенсатора производилась путем минимизации интегральных критериев [2]. Результат настройки показал, что коэффициент T_2 выполняет роль выполнения дифференцирования. Его выбор будет больше определяться выбором шага квантования программируемого логического контроллера.

Построение инвариантной системы позволяет минимальными капиталовложениями решить задачу эффективного управления процессом сушки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Метельков В.П. О расчете параметров двухмассовой термодинамической модели асинхронного двигателя// Bulletin of the South Ural State University. Ser. Power Engineering. 2016, vol. 16, no. 1, pp. 58–65
2. Гринюк Д.А., Оробей И.О., Кузьмицкий И.Ф. Численное исследование алгоритмов уменьшения интегрального насыщения // Труды БГТУ. Сер. VI. Физ.-мат. науки и информ. – 2005. – Вып. XIII. – С.140–143.