

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОСТОВ

Д.Л. ПИОТРОВСКИЙ, Т.Г. КНЯЗЬКИНА

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2; тел.: (861) 255-93-92,
электронная почта: piotrovsky2005@yandex.ru*

В статье рассмотрены вопросы функционирования цифровой системы управления температурным режимом при производстве органических удобрений. Приведены значения оптимальных параметров настройки цифрового регулятора, полученные по расширенным амплитудно-фазовым характеристикам. Приведены графики переходных функций замкнутой САУ по каналу нагрузка – регулируемая величина при минимальной и максимальной нагрузке для цифровой САУ. Показано, что динамика цифровой системы удовлетворительна, система работает устойчиво, длительность переходных процессов по возмущающим воздействиям по сравнению с известными ранее процессами уменьшилась на порядок, втрое уменьшился динамический заброс. Система практически инвариантна по отношению к возмущениям. Сделаны выводы, что изменение нагрузки теплогенератора несущественно влияет на динамику системы стабилизации температуры горячего воздуха, делая ее практически инвариантной по отношению к возмущениям, а использование цифрового регулятора существенно улучшает динамику САУ, исключая повышение астатизма системы управления.

Ключевые слова: цифровая система, параметры настройки регулятора, устойчивость системы, переходная функция.

В [1] получена математическая модель камеры для подогрева воздуха:

$$W_{o1}(p) = \frac{T_2 k_2 p + k_2}{T_1 T_2 p^2 + (T_1 + k_1 T_2) p + (k_1 - 1)}.$$

Коэффициенты модели значительно изменяются в зависимости от производительности биореактора.

При максимальной нагрузке передаточная функция объекта имеет вид:

$$W_{o1}(p) = \frac{12p + 1,2}{2p^2 + 11,2p + 1}.$$

При минимальной нагрузке

$$W_{o2}(p) = \frac{48p + 4,8}{2p^2 + 11,2p + 1}.$$

Перемещение регулирующего органа на подаче топлива осуществляется с помощью сервомотора, реализующего интегральное звено с передаточной функцией

$$W_c(p) = \frac{1}{10p}.$$

Для измерения температуры горячего воздуха можно применить малоинерционный термометр сопротивления с постоянной времени 20 с

$$W_{iz}(p) = \frac{1}{20p + 1}.$$

В [2] предложена адаптивная система, обеспечивающая хорошее качество управления при любых нагрузках объекта. Однако сложность создания такой системы в производственных условиях привела к разработке более простой системы, обеспечивающей апериодичность переходного процесса при различных нагрузках, не требующей перенастройки параметров управляющего устройства и обеспечивающей удовлетворительное качество управления [3].

Исследования [4] показали, что для существующих в настоящее время цифровых систем управления можно улучшить качество управления, используя легко реализуемые цифровыми устройствами более сложные законы управления, включающие первую и вторую производные.

При реализации законов управления в системах с сервомотором постоянной скорости [4] сервомотор рекомендуется относить к регулятору, реализующему интегральную составляющую, обеспечивающую исключение статической ошибки регулирования. При этом порядок астатизма системы не увеличится, что является существенным фактором снижения динамического заброса и времени переходного процесса.

Для объекта управления можно найти оптимальные параметры ПИД-регулятора, обеспечивающие требуемую относительную степень затухания переходного процесса. Поскольку переходный процесс в замкнутой системе не должен быть колебательным, примем относительную степень затухания $\Psi = 0,99$.

Решим задачу расчета оптимальных параметров по расширенным амплитудно-фазовым характеристикам (РАФХ) для случая минимальной

нагрузки. Для этого рассмотрим структурную схему цифровой системы управления (рис. 1).

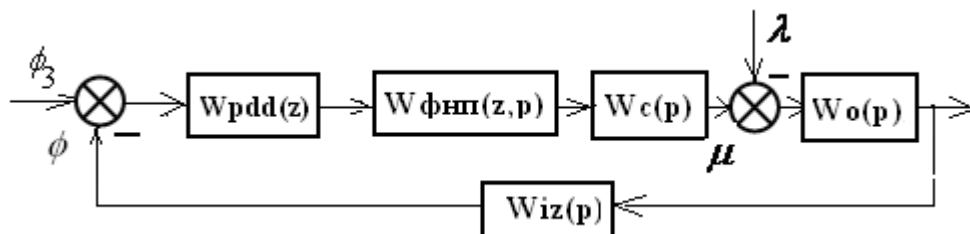


Рис. 1

Здесь $W_{pdd}(z)$ – цифровой регулятор с двойным дифференцированием; $W_{фнп}(z, p)$ – фиксатор нулевого порядка.

Отнесем измеритель температуры к объекту. Тогда передаточная функция объекта принимает вид:

$$W_o(p) = \frac{48p + 4,8}{40p^3 + 226p^2 + 31,2\delta + 1}$$

Расчеты показали, что оптимальные параметры ПИД-закона управления, обеспечивающие требуемую относительную степень затухания $\Psi = 0,99$, равны: коэффициент усиления регулятор $K_p = 16,5$, постоянная времени интегрирования $T_i = 0,0825$ с, постоянная времени дифференцирования $T_d = 0,0413$ с.

Рассмотрим вопрос, будет ли динамика цифровых систем удовлетворительной и будет ли вообще устойчивой цифровая САУ при изменении математической модели объекта при различных нагрузках.

На рис. 2 и 3 приведены графики переходных функций замкнутой САУ по каналу нагрузка – регулируемая величина при минимальной нагрузке (рис. 2) и максимальной нагрузке для цифровой САУ (рис. 3).

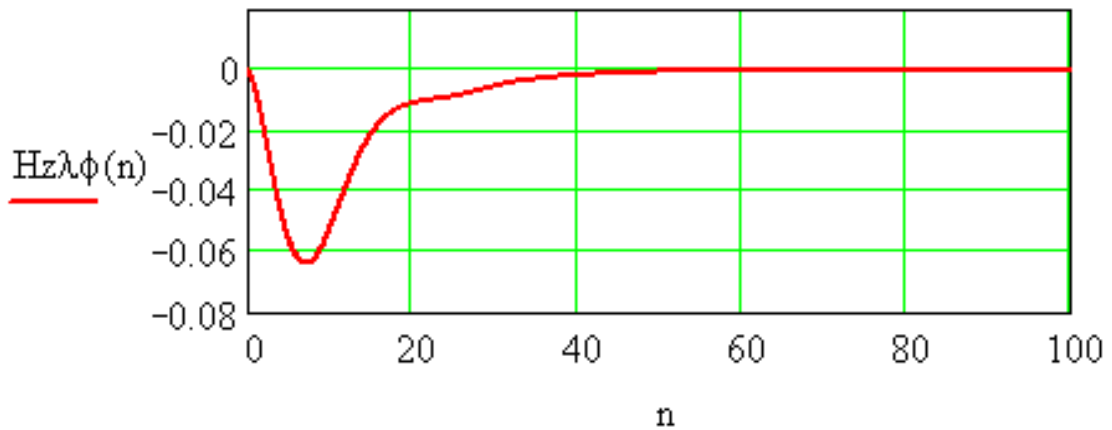


Рис. 2

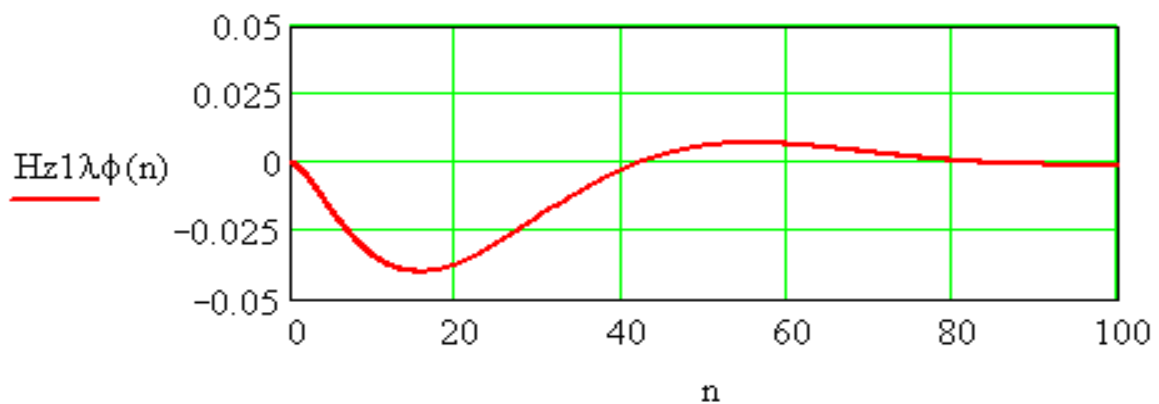


Рис. 3

Динамика цифровой системы удовлетворительна, система работает устойчиво, длительность переходных процессов по возмущающим воздействиям по сравнению с [2, 3] уменьшилась на порядок, втрое уменьшился динамический заброс. Система практически инвариантна по отношению к возмущениям.

ВЫВОДЫ

1. Изменение нагрузки теплогенератора несущественно влияет на динамику системы стабилизации температуры горячего воздуха, делая ее практически инвариантной по отношению к возмущениям.
2. Использование цифрового регулятора существенно улучшает динамику САУ, исключая повышение астатизма системы управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Пугачев В.И., Петриченко В.Г.** Разработка математической модели процесса подогрева воздуха для сушки зерна // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2012. № 75(01) // <http://ej.kubagro.ru/2012/01/41/>.
2. **Пугачев В.И., Петриченко В.Г.** Рекомендации по созданию системы управления процессом подогрева воздуха для сушки семян // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2012. № 78(04) // <http://ej.kubagro.ru/2012/04/75/>.
3. **Пугачев В.И., Пиотровский Д.Л.** Синтез системы управления температурой воздухоподогревателя для сушки зерна // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2013. № 91(07) // <http://ej.kubagro.ru/2013/07/82/>.
4. **Пугачев В.И., Пиотровский Д.Л., Осокин В.В., Хазнаферов В.А.** Оптимизация систем управления, обладающих астатизмом из-за сервомотора, путем использования цифрового регулятора с двойным дифференцированием // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2013. № 92(08) // <http://ej.kubagro.ru/2013/08/20/>.

REFERENCES

1. Pugachev V.I., Petrichenko V.G., *Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal KubGAU*, 2012, no. 75(01), <http://ej.kubagro.ru/2012/01/41/>.
2. Pugachev V.I., Petrichenko V.G., *Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal KubGAU*, 2012, no. 78(04), <http://ej.kubagro.ru/2012/04/75/>.
3. Pugachev V.I., Piotrovskiy D.L., *Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal KubGAU*, 2013, no. 91(07), <http://ej.kubagro.ru/2013/07/82/>.
4. Pugachev V.I., Piotrovskiy D.L., Osokin V.V., Khaznaferov V.A., *Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal KubGAU*, 2013, no. 92(08), <http://ej.kubagro.ru/2013/08/20/>.

Поступила 14.04.14 г.

*DIGITAL CONTROL SYSTEM OF THE TEMPERATURE MODE
BY PRODUCTION OF ORGANIC COMPOST*

D.L. PIOTROVSKY, T.G. KNYAZKINA

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072; ph.: (861) 255-932, e-mail:
piotrovsky2005@yandex.ru*

In article questions of the functioning of the digital system temperature control in the production of organic fertilizers. Gives the values of the optimal digital controller settings obtained by the advanced amplitude and phase characteristics. The graphs of transition functions enclosed automatic control system channel load - the controlled variable at the minimum and maximum load for digital automatic control system. The dynamics of the of the digital system is satisfactory, the system works well and the duration transients by revolting influences compared to previously known processes decreased by an order, three times as to reduce the dynamic throw. System almost invariant with respect to disturbances. Conclusions that the change in load insignificantly changes the dynamics of heat generator system of stabilization temperature of the hot air, making it virtually invariant with respect to disturbances, and the use of digital regulator significantly improves the dynamics of automatic control system except increase astatism control system.

Key words: digital system, controller settings, controller settings, system stability, transition function.