АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

УДК 676.056.521.1

ЖУЧЕНКО А. І., д.т.н., проф.; ЧЕРЬОПКІН Є. С., ас.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ РОЗРАХУНКУ ПРОГРІВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА

Запропоновано програмну реалізацію в середовищі LabVIEW розрахунку оптимального температурного графіка прогрівання паперового полотна на сушильній частині папероробної машини. Наведено струтуру програми та детально описано її складові.

Ключові слова: *LabVIEW, оптимальний температурний графік, алгоритм розрахунку, сушильна частина папероробної машини.*

© Жученко А. І., Черьопкін Є. С., 2015.

Постановка проблеми. Під час керування прогріванням паперового полотна необхідно знати оптимальні температури паперу на виході з кожного сушильного циліндра й ділянок вільного руху. Це надає змогу формувати керівні впливи, що забезпечують одержання паперового полотна з необхідними якісними показниками.

Метою статті є програмна реалізація алгоритму розрахунку оптимального температурного графіка прогрівання паперового полотна на сушильній частині папероробної машини (ПРМ) з урахуванням динаміки змінення вхідних параметрів, а також розмірів і режиму роботи сушильної частини машини.

Програмна реалізація. Програму для розрахунку оптимального температурного графіка прогрівання паперового полотна розроблено в середовищі LabVIEW [1]. Вибір цього продукту обумовлений можливістю взаємодії із зовнішніми об'єктами (датчиками, розташованими на об'єкті керування), зручним об'єктно-орієнтованим програмуванням, швидкодією під час розрахунку динамічних систем (можливістю оброблення даних у реальному часі). В основу роботи програми покладено алгоритм розрахунку [2] з додатковими модулями деталізації даних про вхідні параметри процесу, а також розрахунку: тиску навколишнього середовища; тиску над поверхнею паперового полотна; тривалості перебування паперу на ділянці вільного руху; кроку нагрівання паперу на сушильному циліндрі з врахуванням зниження температури на попередній ділянці вільного руху; коефіцієнта масообміну як функції парціального тиску над поверхнею паперового полотна і в навколишньому середовищі. Робочий інтерфейс програми складається з блоків: вхідних параметрів паперу; параметрів сушильної частини ПРМ; параметрів навколишнього середовища; параметрів тепло- і масообміну; виведення результатів.

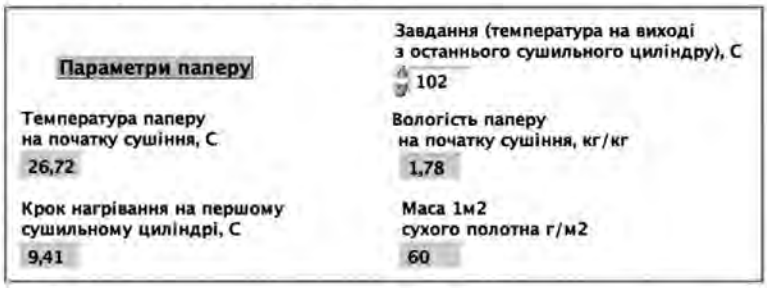

Рис. 1 – Вхідні параметри паперу

Блок вхідних параметрів паперу (рис. 1). Параметри "Температура паперу на початку сушіння, °С", "Вологість паперу на початку сушіння, кг/кг", "Маса 1 м^2 сухого полотна, г/м^2" надходять від датчиків температури, вологості й маси, встановлених на вході в сушильну частину ПРМ. "Завдання (температура на виході з останнього сушильного циліндра), °С" задається оператором залежно від паперу, що виробляється і зазвичай є сталою. "Крок нагрівання на першому сушильному циліндрі, °С" розраховується відповідно до особливостей сушіння конкретного виду паперу.

Блок параметрів сушильної частини ПРМ (рис. 2). Значення "Кількість циліндрів", "Радіус сушильного циліндра, м", "Горизонтальна відстань між циліндрами, м", "Вертикальна відстань між циліндрами, м" і "Швидкість ПРМ, м/с" задають технологом відповідно до виду ПРМ і типу паперу, що виробляється. "Довжина ділянки вільного руху, м" і "Час перебування полотна на ділянці вільного руху, с" розраховують автоматично за даними про параметри сушильної частини ПРМ.

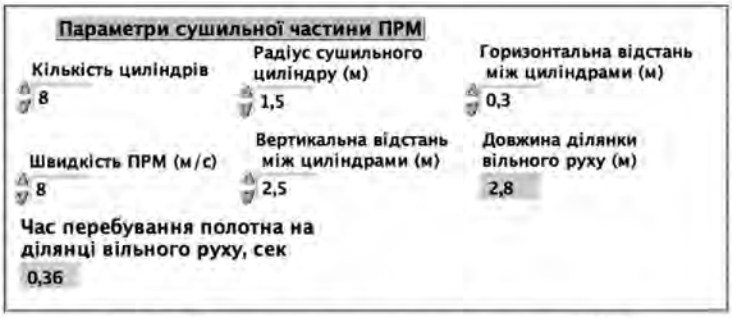

Рис. 2 – Параметри сушильної частини ПРМ

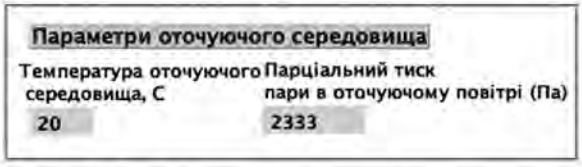

Рис. 3 – Параметри навколишнього середовища

Рис. 4 – Параметри тепло- і масообміну

Блок параметрів оточуючого повітря (рис. 3). Значення "Температура навколишнього середовища, °С" отримують від датчика температури, встановленого над сушильними циліндрами. "Парціальний тиск пари в навколишньому середовищі, Па" розраховують залежно від температури.

Блок параметрів тепло- і масообміну (рис. 4). Постійні значення "Теплота пароутворення, кДж/кг", "Теплоємність сухого полотна, кДж/(кг · К)", "Теплоємність води, кДж/(кг · К)" задають перед початком роботи системи. "Коефіцієнт масообміну" розраховують на основі даних про па-рціальний тиск на поверхні паперового полотна і в навколишньому середовищі.

Блок виведення результатів роботи програми (рис. 5). Виведення результатів наведено у вигляді декількох елементів:

– масив «Температура паперу на виході з сушильного циліндра та ділянки вільного руху» (непарні елементи (1, 3, 5, …, *n*) – температура на сході з циліндрів; парні елементи (2, 4, 6, …, *m*) – температура в кінці ділянок вільного руху);

– масив «Зміна температури на сушильному циліндрі та ділянці вільного руху» (непарні елементи (1, 3, 5, …, *n*) – підвищення температури паперу на сушильних циліндрах; парні елементи (2, 4, 6, …, *m*) – зменшення температури на ділянках вільного руху);

– температурний графік нагрівання паперового полотна. Під час побудови графіка не враховували динаміку змінення температури за довжинами сушильного циліндра й ділянки вільного руху.

Можливості програми:

– під'єднання датчиків із сушильної частини ПРМ для одержання поточних значень вхідних величин і, як результат, – оперативне коригування графіка нагрівання паперового полотна;

– гнучкого налаштування роботи відповідно до параметрів сушильної частини й виду паперу, що виробляється;

– оброблення та експортування вихідних даних в інше програмне середовище для подальшого зберігання й використання.

Робочий інтерфейс програми наведено на рис. 6.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Розроблено програму розрахунку оптимального температурного графіка прогрівання паперового полотна на сушильній частині папероробної машини. Вона надає змогу формувати керівні впливи, що забезпечують одержання паперового полотна з необхідними якісними показниками. У подальшому програму буде використано для побудови системи автоматичного керування прогріванням паперового полотна.

Список використаної літератури

1. *LabVIEW* user manual. National Instruments corp. – Austin, Taxes, 2014. – 310 p.
2. *Черёпкин Е. С.* Расчет прогрева бумажного полотна / Е. С. Черёпкин, А. И. Жученко // Вісн. нац. техн. ун-ту України «Київ. політехн. ін-т» ; сер. «Хім. інженерія, екологія та ресурсозбереження». – 2014. – № 2 (13). – С. 104–110.

Надійшла до редакції 15.05.2015

Рис. 5 – Результати роботи програми

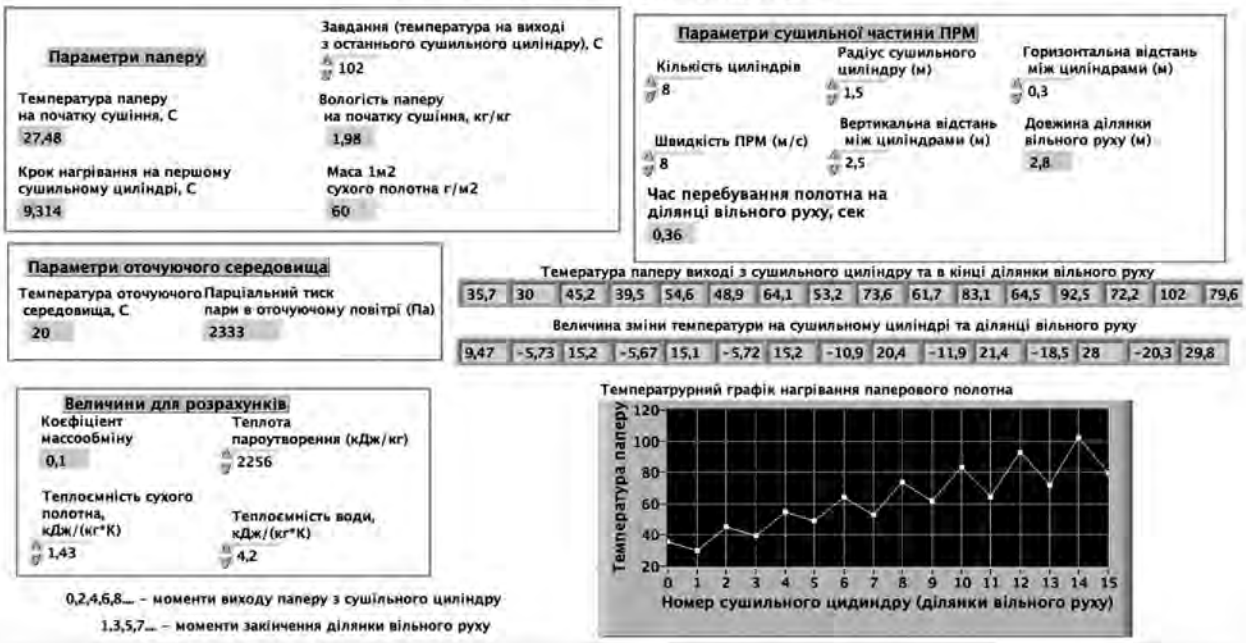

Рис. 6– Робочий інтерфейс програми

Zhuchenko A. I., Cheropkin E. S.

SOFTWARE IMPLEMENTATION OF ALGORITHM OF OPTIMAL TEMPERATURE HEATING GRAPHIC OF PAPER WEB

The main aim of the work was the software implementation of the algorithm for calculating of the optimal heating temperature chart of paper web in the dryer section of a paper machine. As an environment for the development of the software product has been used LabVIEW. During the software development was noted the convenience of the selected programming environment for processing of external data and working with other software. The obtained solution takes into account characteristics of the paper web and the parameters of the drying environment. Emphasis has been given to heat transfer calculations between the surface of the drying cylinder and the upper layer of the paper web. During the implementation of the algorithm have been considered limitations on the quality of the final product which are superimposed on amount of paper temperature change on the drying cylinder. Calculation of the of the paper web temperature drop at free running zone has been divided for 3 intervals according to the start tem-

perature (temperature at the end of the preceding drying cylinder): 30... 60, 60... 80, 80... 110 °C. The final program contains the input blocks of the initial parameters of paper dryer section, parameters of paper, parameters of enviroment, heat transfer coefficients and the unit for output results. The result is the program consist of the array of temperatures at the outlet from each drying cylinder and freewheel section, array of temperature change at each drying cylinder and freewheel section and the temperature graph. The main advantage of created program is its flexibility of settings under variety of dryer section of a paper machine and types of paper. The resulting software solution will be used as the set point for the tracking control system of warming of the paper web process.

Keywords: *LabVIEW, optimal temperature graph, calculation algorithm, drying section, software.*

References

1. National Instruments corp. (2014), *LabVIEW user manual*, July 2014 ed, National Instruments corp, Austin, USA.
2. Cheropkin, E.S. and Zhuchenko, A.I. (2014), "Calculation of paper warming up process", *Visnyk nacionalnogo tehnichnogo universytetu Ukrainy "Kyivskyj politehnichnyj instytut", Serija "Himichna inzhenerija, ekologija ta resursozberezhennja"*, 2 (13), pp. 104–110.

УДК 65.012.122

КУБРАК А. І., к.т.н., проф.; СИТНІКОВ О. В., ас.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ДИСКРЕТНА ПЕРЕДАТНА ФУНКЦІЯ АНАЛОГОВОГО ОБ'ЄКТА В СИСТЕМІ З ЦИФРОВИМ РЕГУЛЯТОРОМ

Наведено алгоритм визначення дискретної передатної функції в системі з цифровим регулятором за умови, що об'єкт є аналоговим. Результатом є одержання масиву ординат дискретної перехідної характеристики.

Ключові слова: *фіксатор нульового порядку, дискретна передатна функція, Z-зображення, різницеве рівняння.*

© Кубрак А. І., Ситніков О. В., 2015.

Постановка задачі та аналіз попередніх досліджень. Динаміку системи автоматичного керування з аналоговим об'єктом і цифровим регулятором можна моделювати, розглядаючи систему як аналогову (шляхом числового інтегрування з достатньо малим кроком) або ж як дискретну (з кроком інтегрування, що дорівнює періоду квантування цифрового регулятора). У першому варіанті поведінка об'єкта контролюється майже неперервно, у другому – лише в момент квантування. Часткова втрата інформації (про поведінку об'єкта в проміжку між періодами квантування) компенсується пришвидшенням розрахунку, завдяки чому можна переглянути більшу кількість варіантів. Це важливо, коли оптимізується система зі значною кількістю параметрів, що варіюються.

Мета статті – визначення дискретних моделей аналогового об'єкта, розрахованих на їхнє використання для дослідження динаміки систем із цифровим регулятором.

Виклад основного матеріалу. Схему системи автоматичного керування з аналоговим об'єктом і цифровим регулятором наведено на рис. 1.

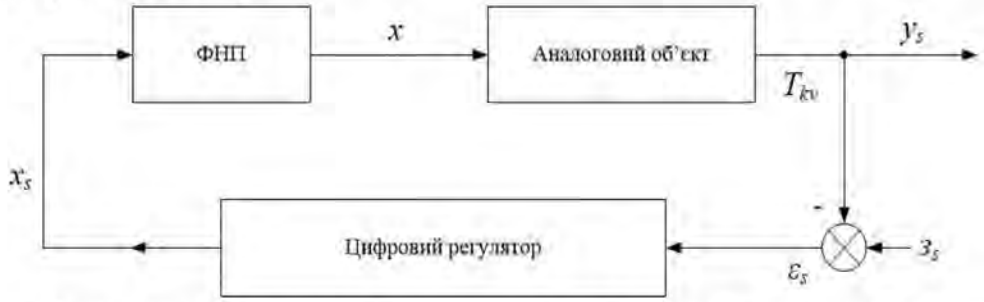

Рис. 1 – Структурна схема системи автоматичного регулювання з цифровим регулятором