УДК 674.047.3

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО РЕЖИМУ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ АДАПТИВНОЇ, РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ

В. С. Ткачов, к. т. н.; доц., С. К. Юрков, ассист., В. Ю. Юркова, маг.

Ключові слова: *сушіння деревини, адаптивна, регресійна модель, пасивний експеримент*

Постановка проблеми. Кон'юнктура ринків останніми роками демонструє стійке зростання попиту на деревину. Не зважаючи на новітні розробки штучних замінників, деревина залишиться основним матеріалом у будівництві, виробництві меблів та інших галузях.

Аналіз публікацій. Наразі сушіння деревини в Україні має необхідність у модернізації технологічного обладнання й особливо засобів автоматичного контролю і управління. З кожним роком електроенергія дорожчає, а тому питання економічного її використання сьогодні дуже актуальні. Частково їх вирішення бере на себе сучасна автоматика.

Сьогодні для управління температурою в сушильній камері використовуються системи автоматизованого управління. В автоматизованих системах управління сушінням деревини кінцева вологість розраховується залежно від вихідної величини (початкової температури) та часу її сушіння, що впливає на якість висушеного матеріалу. Це дає змогу поліпшити якість регулювання, підвищити швидкість, значно знизити енергозатрати [1].

Класична технологія деревообробки обов'язково включає ділянку сушіння деревини.

Сушіння деревини – процес видалення вологи з деревини до певного відсотка вологості.

Мета сушіння: перетворення деревини з природної сировини на промисловий матеріал, з поліпшеними біологічними і фізико-механічними властивостями [2].

Мета статті. Створення автоматизованої системи визначення раціонального режиму сушіння деревини з використанням адаптивної, регресійної моделі, яка має вигляд:

$$V_k = a_0 + a_1 \cdot Vн + a_2 \cdot Tc$$

де V_k – кінцева вологість деревини;

$V_н$ – початкова вологість деревини;

T_c – час сушіння деревини;

a_0, a_1, a_2 – коефіцієнти регресії.

Виклад матеріалу. Кінцева вологість деревини залежить від початкової її вологості і часу сушіння. Результати пасивного експерименту сушіння 20 партій деревини наведено в таблиці 1, за допомогою програми Microsoft Excel.

Таблиця 1

Дані результатів сушіння 20 партій деревини

1		Vk=a0+a1*Vн+a2*Tc	
2	Конечная	Начальная влажность	Время сушки
3	8	23	16
4	7	20	13
5	7	18	15
6	7	22	15
7	7	19	15
8	7	15	13
9	6	13	8
10	7	21	14
11	8	23	16
12	6	14	8
13	7	16	13
14	6	12	6
15	7	15	13
16	7	21	14
17	6	12	7
18	8	23	16
19	8	22	15
20	7	14	9
21	7	17	14
22	6	13	8

Таблиця 2

Виведення підсумків регресійного аналізу

24									
25	ВЫВОД ИТОГОВ								
26									
27	*Регрессионная статистика*								
28	Множеств	0,891273832							
29	R-квадрат	0,794369044							
30	Нормиров	0,770177167							
31	Стандартн	0,329026823							
32	Наблюден	20							
33									
34	Дисперсионный анализ								
35		*df*	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*			
36	Регрессия	2	7,109602943	3,554801471	32,83619	1,44961E-06			
37	Остаток	17	1,840397057	0,10825865					
38	Итого	19	8,95						
39									
40		*Коэффициенты*	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*	*Нижние 95,0%*	*рхние 95,0%*
41	Y-пересеч	4,452678472	0,34310075	12,97775791	3,01E-10	3,728799172	5,176557773	3,728799172	5,176558
42	Переменн	0,062353507	0,041465589	1,503741025	0,150999	-0,025131237	0,14983825	-0,025131237	0,149838
43	Переменн	0,112643721	0,049374192	2,281429168	0,035684	0,008473283	0,216814158	0,008473283	0,216814

Аналіз результатів розрахунку:

Рівняння парної лінійної регресії, отриманої на основі таблиці 2, має вигляд:

$$V_k = 4,45 + 0,06 \cdot V_n + 0,11 \cdot T_c.$$

- $R^2 = 0,794,$ отже, 79,4 % дисперсій значень вологості пояснюється впливом чинників;
- розрахункове значення критерію Фішера дорівнює 32,836;
- критичне значення критерію Фішера при $m_1 = 2; m_2 = 17; \alpha = 0,041;$ $F_{kp} = 32,8$. Отже, рівняння регресії в цілому статистично значиме, тобто є достатня відповідність із даними експерименту;
- коефіцієнт множинної кореляції дорівнює 0,89. Він служить критерієм оцінки точності функції регресії.

Дану модель регресії можна використовувати для ухвалення рішень і прогнозування.

Застосування отриманого рівняння регресії дозволить за необхідною кінцевою вологістю V_k і початковою вологість $V_н$ розрахувати час сушіння T_c.

$$T_c = \frac{(V_k - a_0 - a_1 \cdot V_н)}{a_2}.$$

Визначення часу сушіння дозволяє отримати задану вологість сухої деревини і не витрачати зайві енергоресурси, пересушуючи матеріал. У процесі сушіння дуже важливо підтримувати задану температуру [3].

Контур регулювання температури має в собі датчик температури і позиційний регулятор. Об'єкт регулювання ОР (камера) описується передатною функцією [4]:

$$W_{об} = \frac{k_{об} \cdot e^{-\tau_0 p}}{T \cdot p + 1},$$

де $k_{об}$ – коефіцієнт передачі об'єкта регулювання;

τ_0 – постійна запізнення об'єкта регулювання;

T – постійна часу об'єкта регулювання.

Параметри позиційного регулятора визначаються за допомогою моделі системи регулювання температури, реалізованої в середовищі MATLAB, Simulink [5]. Вигляд моделі релейної системи регулювання температури наведено на рисунку 1:

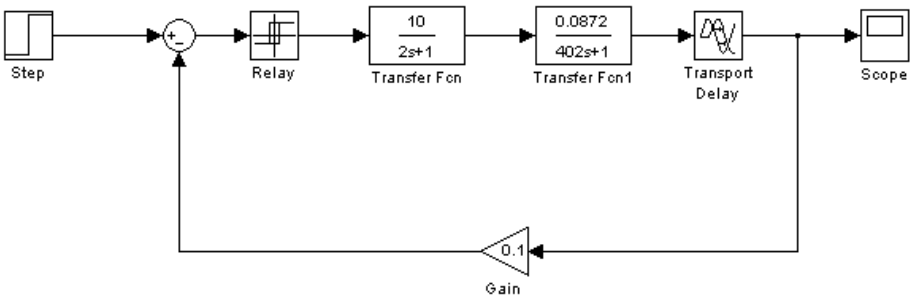

Рис. 1. Система регулювання температури в середовищі MATLAB

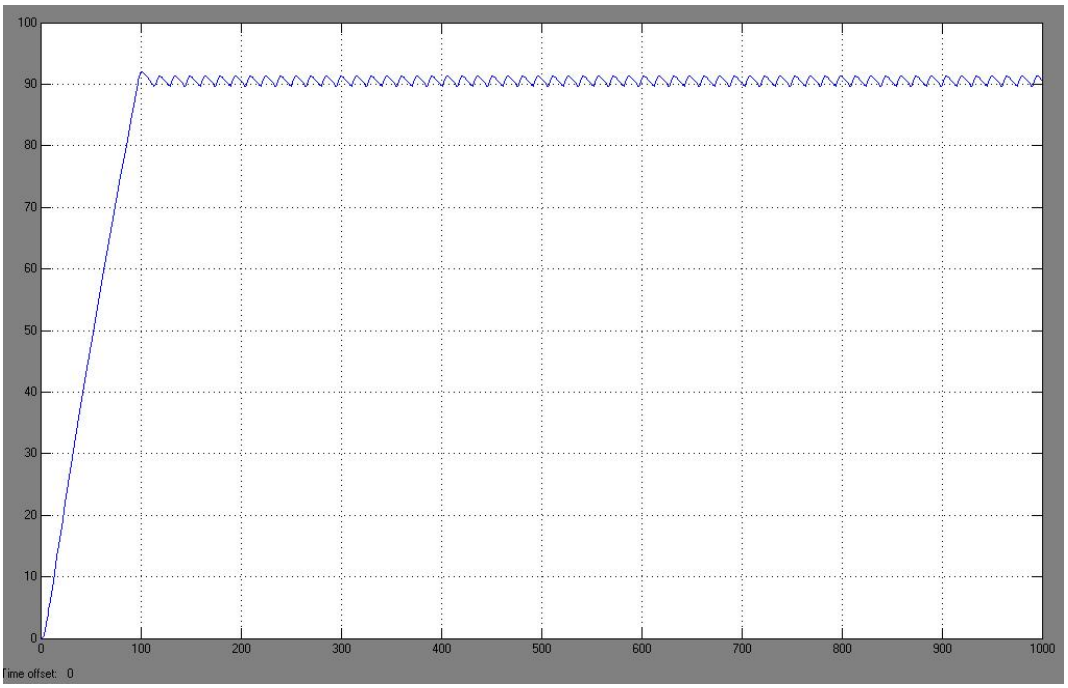

Рис. 2. Графік регулювання температури

Висновки. 1. Вживання адаптивної моделі регресії процесу сушіння деревини дозволить знизити витрату енергоресурсів при гарантованій кінцевій вологості деревини.

2. Моделювання системи регулювання температури показує, що розкид температури не перевищує значення від 89ºС до 91ºС.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. **Богданов Е. С., Козлов В. А., Пейч Н. Н.** Справочник по сушке древесины. – М. : Лесн. пром-сть, 1981. – 191 с.
2. **Кречетов И. В.** Сушка и защита древесины. – М. : Лесн. пром-сть, 1987. – 372 с.
3. **Дьяконов К. Ф., Гукалов А. М.** Пособие по сушке пиломатериалов. – М. : Лесн. пром-сть, 1975. – 131 с.
4. **Гостев В. И.** Системы управления с цифровыми регуляторами / Справочник. – К. : Техника, 1990. – 280 с.
5. **Дьяконов В.** Simulink 4 / Специальный справочник. – СПб. : Питер. – 2002. – 528 с.

SUMMARY

The modern market has demonstrated the steady growth in the demand for wood products. In spite of the new types of artificial substitutes for wood, it remains the most popular material in construction, in the production of furniture and in many other fields of people life. Classic woodworking includes the process of reducing moisture content to a predetermined level.

Wood drying process should be improved in technological equipment and especially in automatic monitoring and control. Every year, electricity becomes more expensive. So the problem of electricity usage is very relevant. Modern equipment solves this solution.

Today, the automated control system are using in the drying chamber for temperature control.

The final moisture content is calculated based on the initial value (initial temperature) and its drying time in the automated control systems of wood drying, which affects the quality of the dried material.

This allows to improve the quality of regulation, increase speed and significantly reduce energy.

The aim of this work – the creation of an automated system for determining rational mode of drying wood using adaptive, the regression model.

Conclusions. 1. The regression model of the drying process of wood will reduce energy costs for guaranteed final moisture content.

2. Simulation of temperature control indicates that temperature variation does not exceed the value of 89 º C to 91 º C.

REFERENCES

1. Bogdanov E. S., Kozlov V. A., Pejch N. N. Spravochny`k po sushke drevesy`nu. – M. : Lesn. prom-st`, 1981. – 191 s.
2. Krechetov Y`. V. Sushka y` zashhy`ta drevesy`nu. – M. : Lesn. prom-st`, 1987. – 372 s.
3. D`yakonov K. F., Gukalov A. M. Posoby`e po sushke py`lomatery`alov. – M. : Lesn. prom-st`, 1975. – 131 s.
4. Gostev V. Y`. Sy`stemы upravleny`ya s cy`frovыmy` regulyatoramy` / Spravochny`k. – K. : Texny`ka, 1990. – 280 s
5. D`yakonov V. Simulink 4 / Specy`al`nыj spravochny`k. – SPb. : Py`ter. – 2002. – 528 s.

УДК 622.4:532.595.2

МЕТОДИКА РАБОТЫ УСТРОЙСТВА, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕГО БЕЗ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ УДАРОВ В СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Ф. А. Корсун, к. т. н.

***Ключевые слова**: гидрораспределитель (ГР); гидравлический удар (ГУ); холодная машина (ХМ); воздухоохладитель; теплоизолирующие диафрагмы; отеплённый хладоноситель; охлаждённый хладоноситель; трубопроводы высокого давления; трубопроводы низкого давления*

Проблема. При замене теплообменника высокого давления на гидрораспределитель возникает вопрос управления гидрораспределителем. В статье приведена методика работы гидрораспределителя, которая предлагается для работы в системе кондиционирования рудничного воздуха.

Анализ публикаций. Сотрудники Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры имеют более 20 авторских свидетельств и патентов Украины на гидрораспределители. В этой статье предлагается более усовершенствованный гидрораспределитель, который будет работать без гидравлических ударов в нормальном режиме.

Цель. В статье предлагается методика работы устройства (гидрораспределителя) без гидравлических ударов в системах кондиционирования.

Основной материал. Исследования гидроудара на электрическом столе показали, что гидравлическими ударами, возникающими при переключении потоков жидкости в гидрораспределителе, можно технически управлять. Для этого нужно подобрать гидрораспределитель, который позволил бы осуществить медленное закрытие задвижек, при котором бы гидроудары не возникали или величина их была бы не значительной.

Резиновые [2] мембраны следует заменить подвижными теплоизолирующими диафрагмами, герметичные емкости – достаточно длинными трубопроводами и количество труб нужно увеличить (до шести).