

МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ З МЕТОЮ ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГІЇ

УДК 674.047

Я. Івасик, Я. Соколовський*, Я. Гнатишин*,
В. Маркевич*, Б. Поберейко*
Національний університет "Львівська політехніка",
*Український державний лісотехнічний університет

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ НАПРУЖЕНО- ДЕФОРМІВНИМ СТАНОМ ДЕРЕВИНИ У ПРОЦЕСІ СУШІННЯ

© Івасик Я., Соколовський Я., Гнатишин Я., Маркевич В., Поберейко Б., 2002

Запропоновано систему автоматичного керування в'язкопружним напружено-деформівним станом деревини за різницею локального і середнього вологовмістів під час сушіння.

The automatic control system of the tense-deformative state of wood on the difference of the local and middle moisturecontainers in the process of druing has been proposed.

1. Актуальність проблеми

Забезпечення необхідних показників якості висушуваної деревини зумовлює розробку сучасної системи автоматичного керування (САК) сушіння деревини з використанням фізико-математичних моделей визначення механічного стану деревини під час сушіння. Для ідентифікації процесу сушіння пиломатеріалів використано модель напружено-деформівного стану деревини зі змінним вологовмістом із врахуванням в'язкопружних властивостей матеріалу [6,7].

2. Методика контролю в'язкопружного напружено-деформівного стану

Під час сушіння деревини виникають вологісні і залишкові напруження, зумовлені нерівномірним розподілом вологісних деформацій і деформацій повзучості залежно від зміни гігроскопічної вологи.

Для їх визначення на основі рівнянь механіки спадкових середовищ і законів всихання синтезовано фізико-математичну модель зв'язку напружено-деформівного і вологісного станів висушуваної деревини, яку подано у вигляді системи рівнянь [6,7]:

$$\begin{cases} \sigma(\tau, y) = \sigma_B(\tau, y) + \sigma_3(\tau, y); \\ \sigma_B(\tau, y) = f(\tau, y) [U(\tau, y) - U_{CEP}(\tau)]; \\ \sigma_3(\tau, y) = -\int_0^\tau f(\tau^*, y) R(\tau - \tau^*, y) [U(\tau^*, y) - U_{CEP}(\tau^*)] d\tau^*. \end{cases}$$

де y – координата точок відносно центральної площини дошки; $U(\tau, y)$, $U_{CEP}(\tau)$ – вологовміст за товщиною дошки і середній вологовміст; $\sigma_B(\tau, y)$, $\sigma_3(\tau, y)$, $\sigma(\tau, y)$ – відповідно вологісні, залишкові і повні напруження.

3. Система автоматичного керування в'язкопружним напружено-деформівним станом деревини

Система автоматичного керування сушінням деревини з врахуванням її в'язкопружного напружено-деформівного стану забезпечує керування сушінням за максимально допустимим значенням напружень, що виникають у пиломатеріалах (рис.1).

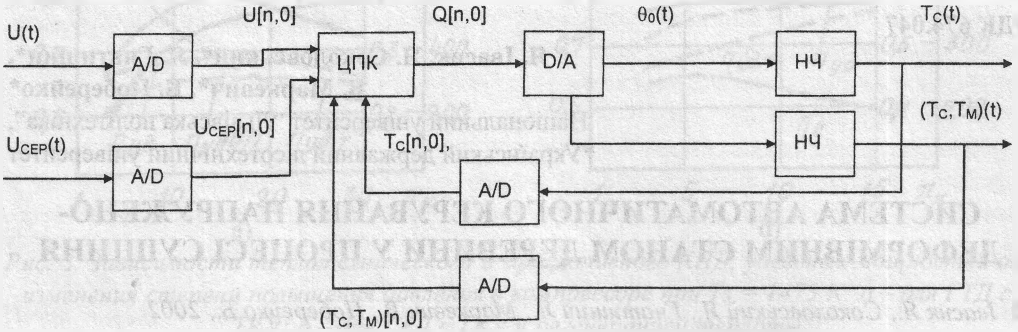


Рис.1. Функціональна схема цифрової автоматичної системи керування сушінням деревини з врахуванням її напружено-деформівного стану: ЦПК – цифровий пристрій керування; A/D – аналого-цифровий перетворювач; D/A – цифро-аналоговий перетворювач; НЧ – неперервна частина системи; T_C , T_M – температури сухого і мокрого термометрів відповідно; (T_C, T_M) – психрометрична різниця; $Q[n,0]$ і $\theta_0(t)$ – проміжні сигнали; дискретні значення величин подано у квадратних дужках

У функціональній схемі ЦПК виконує функції елемента порівняння і коректуючого пристрою. Задаюча дія $U(t)$ і $U_{CEP}(t)$ разом з керованою дією T_C і T_C, T_M надходять у цифровій формі – у вигляді n -розрядних цифрових кодів $U[n,0]$, $U_{CEP}[n,0]$ і $T_C[n,0]$, $(T_C, T_M)[n,0]$.

Керування здійснюється за каналом “внутрішні напруження деревини – температура агента сушіння T_C ”, “внутрішні напруження деревини – вологість агента сушіння T_C, T_M ”. Забезпечується також зворотний зв’язок за температурою і вологістю агента сушіння. За допомогою перетворювача A/D аналоговий сигнал перетворюється у цифровий код, а за допомогою перетворювача D/A здійснюється зворотне перетворення.

Така система (рис.1) характеризується високими показниками якості та точності і уможливорює програмне керування технологічним процесом сушіння деревини. САК входять такі давачі: локальної вологості U деревини (Д1), середньої вологості U_{CEP} деревини (Д2), температури T_C сухого термометра (Д3), температури T_M мокрого термометра (Д4). Крім вищевказаних пристроїв, до САК сушіння пиломатеріалів входять: комп’ютер, виконавчі механізми, відповідні схеми керування.

Вхідна система (давачі – ЕОМ) побудована за схемою багатоканальної системи з паралельним збором інформації (рис.2), яка включає цифрове мультиплексування вхідних сигналів. Система є чотириканальною, і містить на кожному каналі вимірювання: давач (Д) з вимірювальним пристроєм (ВП), підсилювач з масштабуванням вхідного сигналу (П), фільтр низьких частот (ФНЧ), аналого-цифровий перетворювач (АЦП), лінію передачі сигналу, яка містить передавальний пристрій (ПдП) і приймаючий пристрій (ПрП).

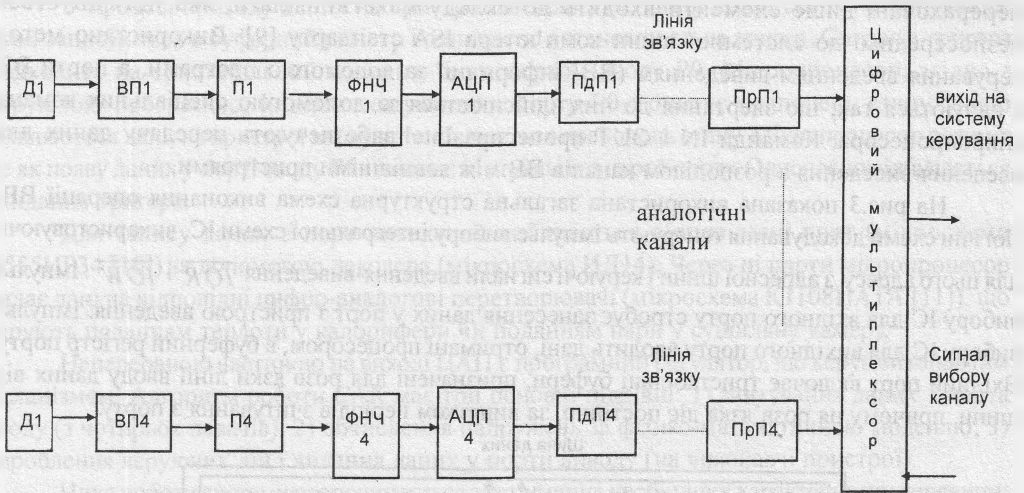


Рис. 2. Загальна схема вхідних каналів

Оскільки АЦП видає сигнал у паралельному коді, а лінія передачі сигналу працює з послідовним кодом, то передавальний пристрій ПдП перетворює паралельний код у послідовний, а приймаючий пристрій ПрП – навпаки, послідовний код у паралельний. Пристрій вибірки-запам'ятовування у цій системі не використовується, тому що частота перетворення АЦП є набагато більшою, ніж частота зміни вхідних сигналів. Це означає, що вхідний сигнал не встигає швидко змінюватись. Цифровий мультиплексор забезпечує підключення кожного з чотирьох каналів до вхідного порту вводу Вв мікропроцесора, згідно з керуючими сигналами. Кожна із схем має свої логічні сигнали керування відповідними режимами (запуск, зупинка, запис чи зчитування даних, передача чи прийом даних тощо.).

Для кодування аналогової інформації, що надходить від давачів, достатньо вісім бітів цифрового коду. Тому для АЦП використано мікросхему К572ПВ3 [5]. Вона являє собою восьмирозрядний АЦП послідовних наближень. Відповідно до її сигналів керування, а також відносно станів передавального регістра побудована логічна схема керування вхідними каналами.

У момент початку перетворення аналогового сигналу у цифровий АЦП переводить у стан низького рівня свою лінію \overline{BUSY} (згідно з позначеннями [5]) – АЦП зайнятий. Отже зовнішнім пристроям повідомляється, що відбувається перетворення і не потрібно шукати вихідні дані, і не потрібен новий цикл перетворення. Після закінчення цього циклу АЦП повертає лінії \overline{BUSY} стан високого рівня.

Наступна частина вхідної схеми забезпечує перетворення паралельного коду в послідовний і передачу його через лінію зв'язку з кожним наступним синхронізуючим імпульсом. Далі послідовний код перетворюється в паралельний і подається на цифровий мультиплексор. Як цифровий мультиплексор використано мікросхему К555КП2 [10].

Наступним елементом системи є підсистема збору інформації з використанням програмно-керованого введення даних з умовною передачею. Вона включає приймаючий послідовно-паралельний регістр, описаний вище, цифровий мультиплексор К555КП2, логічну схему адресації портів, порт введення-виведення – мікросхема К555ІР34 [9], логічну схему керування портом введення, буферні регістри – мікросхема К555АП6 [10]. Всі

перераховані вище елементи входять до складу макетної плати, яка під'єднується безпосередньо до системної шини комп'ютера ISA стандарту [9]. Використано метод керування введенням-виведенням (ВВ) інформації за допомогою програми, а порти ВВ з'єднуються так, що звертання до них здійснюється за допомогою спеціальних команд мікропроцесора. Команди IN і OUT процесора Intel забезпечують передачу даних для введення-виведення з розподілом каналів ВВ між зовнішніми пристроями.

На рис.3 показана використана загальна структурна схема виконання операції ВВ. Логічні схеми декодування генерують імпульс вибору інтегральної схеми ІС, використовуючи для цього адресу з адресної шини і керуючі сигнали введення-виведення \overline{IOR} і \overline{IOW} . Імпульс вибору ІС для вхідного порту створює занесення даних у порт з пристрою введення. Імпульс вибору ІС для вихідного порту вводить дані, отримані процесором, в буферний регістр порту. Вхідний порт включає тристабільні буфери, призначені для розв'язки лінії вводу даних від шини, причому ця розв'язка діє постійно, за винятком періодів зчитування з порту.



Рис.3. Загальна структурна схема введення-виведення

Умовна передача даних передбачає, до початку передачі безпосередньо даних безумовну передачу інформації про стан з пристрою ВВ в процесор. Інформація про стан видається у вигляді прапорця стану, що вказує на готовність порту ВВ.

Схема, наведена на рис.4, показує встановлення зв'язків при програмно-керованому вводі і використана в цій роботі.

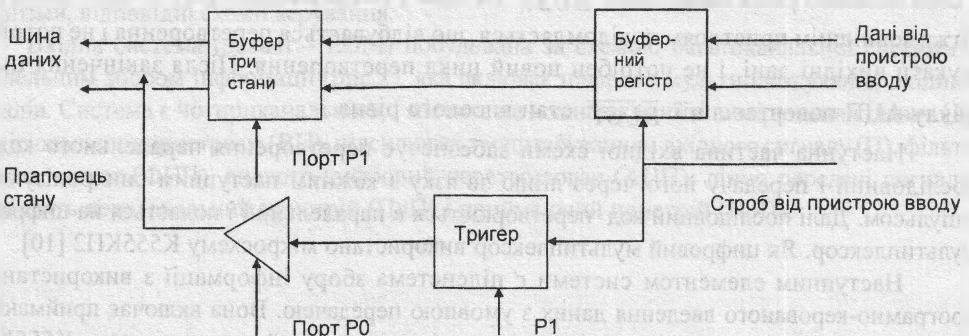


Рис.4. Структура встановлення зв'язку

У процесі приходу даних на пристрої введення останній видає сигнал стробування. Дані записуються в буферний регістр і одночасно встановлюється тригер. Сигнал з тригера надходить на тристабільний елемент, що є портом вводу P0. Мікропроцесор, згідно з керуючою програмою, ініціює зчитування з порту P0 і опитує прапорець стану. Якщо з'являються дані, на пристрої вводу встановлюється прапорець стану. Мікропроцесор розуміє це як появу даних у порті вводу P1 і ініціює зчитування з цього порту. Одночасно відбувається скидання тригера.

Для запису даних в порт виведення вибирається відповідний порт (мікросхеми K555IP34 [10]) за допомогою декодера (мікросхема ИД14). Через ці порти мікропроцесор видає дані на відповідні цифро-аналогові перетворювачі (мікросхема К1108ПА1А [11]), що керують поданням теплоти у калорифери чи поданням пари у сушильну камеру.

Неперервною частиною на виході ЦАП є програмний регулятор, що керує виконавчим механізмом. Алгоритм роботи САК має три основні підрівні: 1) зчитування даних з порта вводу (з чотирьох давачів); 2) обчислення напружень за фізико-математичною моделлю; 3) вироблення керуючих дій і видання даних у порти виводу (на виконавчі пристрої).

Цикл роботи системи розпочинається з отримання необхідних характеристик деревини: породи, реологічних характеристик тощо. Далі система опитує послідовно всі вхідні канали (давачі), використовуючи для цього два порти введення даних P0 і P1, з умовною передачею. Вихідний байт з порта P1 запам'ятовується на кожен вхідний канал. Зібрані дані використовуються для розрахунку напруженого стану деревини. Якщо розраховані напруження більші за допустимі напруження ДОП міцності деревини, то виробляється керуюча дія, яка через порти виводу P2 і P3 передається на виконавчі пристрої. Опитування вхідного порту P0 здійснюється доти, доки не встановиться прапорець наявності даних у порті P1.

4. Висновки

Створена система дає змогу автоматизувати керування в'язкопружним напружено-деформівним станом деревини під час її сушіння. Це своєю чергою, покращує якісні характеристики висушеної деревини і дає змогу оптимізувати процес.

Подальше вдосконалення системи автоматичного керування полягатиме у повнішому використанні можливостей комп'ютерів, зокрема, переривань мікропроцесора або використання послідовного порту введення-виведення.

1. Автоматизація процесів сушіння деревини у будівельній індустрії: структурний синтез САК / М. Л. Гірник, В. Г. Воронов, В. О. Сафонов і ін. - К. 1992. 2. Вульвет Дж. Датчики в цифрових системах. - М. 1981. 3. Гивоне Д., Россер Р. Микропроцессоры и микрокомпьютеры. - М. 1983. 4. Зайцев Г.Ф. Теория автоматического управления и регулирования. - К. 1989. 5. Интегральные микросхемы: Микросхемы для аналого-цифрового преобразования и средства мультимедиа. Вып. 1, 1996. 6. Соколовський Я.І. Взаємозв'язок деформаційно-релаксаційних і тепломасообмінних процесів у капілярно-пористих тілах // Доповіді НАН України, сер. Механіка. - 1998. №9. - С. 76-80. 7. Соколовський Я.І., Поберейко Б.П. Дослідження вологісних і залишкових напружень деревини у процесі сушіння // Науковий вісник. Львів, 1998 - Вип.8.1. - С. 196-207. 8. Соколовський Я.І., Поберейко Б.П. Спосіб контролю напружено-деформівного стану деревини у процесі сушіння // Науковий вісник. Львів. - 2000 - Вип.10.1. - С. 281-287. 9. Сопряжение датчиков и устройств ввода-вывода с компьютерами IBM PC. - М. 1987. 10. Цифровые интегральные микросхемы. - Минск. 1991. 11. Якубовский С.В. и др. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы. - М. 1984.