

Древесная стружка двигалась в пневмопроводе диаметром 40 см, расстояние между электродами составляло 21 см. На электроды подавали напряжение 100 кВ. Напряженность электрического поля составляла $4,76 \cdot 10^5$ В/м. Чем больше напряженность поля, тем лучше, так как ярче выражен тормозящий эффект. Однако следует учитывать, что, с точки зрения пробоя, напряжение не должно превышать 5 кВ на 1 см.

Две идентичные упругие пластинки изготовлены из инвара. Толщина их 2 мм, длина 10 см, ширина 6 см. К каждой пластинке был подключен пьезодатчик.

Полученные в результате экспериментов данные обрабатывали методами вариационной статистики и заносили в таблицу (см. табл.). Одновременно влажность измеряли термогравиметрическим способом, показания которого принимали за действительную влажность древесной стружки.

Показатель	Численное значение показателя					
Действительная влажность, %	3,4	5,2	7,6	8,4	10,4	17,5
Влажность, измеренная предлагаемым способом, %	3,1	5,6	7,1	8,9	9,9	18,0
Абсолютная погрешность, %	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5

Как видно из приведенной таблицы, абсолютная погрешность при измерениях предлагаемым способом составляет в среднем 0,5 %, что значительно меньше, чем при измерениях наиболее распространенным на производстве диэлькометрическим способом, где погрешность составляет в среднем 1 %.

Способ непрерывного измерения влажности можно использовать как для неосмоленной стружки, так и для стружки, прошедшей стадию осмоления. Он имеет хорошую чувствительность при измерениях как малых, так и больших влажностей стружки и в 1986 г. признан изобретением Госкомизобретений СССР [1].

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 1262357 МКИ⁴ G01 № 29/02. Способ непрерывного измерения влажности древесной стружки в технологическом потоке / Ю. И. Меремьянин (СССР).— № 3856064/25—28; Заявлено 11.02.85; Оpubл. 07.10.86; Бюл. № 37 // Открытия. Изобретения.— 1986.— № 37.— С. 181. [2]. Леонов Л. В. Технологические измерения и приборы в лесной и деревообрабатывающей промышленности.— М.: Лесн. пром-сть, 1984. [3]. Тэнэесеску Ф., Крамарюк Р. Электростатика в технике.— М.: Энергия, 1980.

Поступила 8 апреля 1988 г.

УДК 674.093.24-416.05

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЛУЩИЛЬНОГО СТАНКА С РЕГУЛИРУЕМЫМ ПРИВОДОМ

Н. А. СКУРИХИН, М. М. ТИМАШЕВ, Ю. К. ЯХОНТОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Одно из направлений автоматизации процесса лущения шпона — оснащение лущильных станков регулируемым приводом с соответствующей системой управления. Разработка требуемой системы управления возможна при известных передаточных функциях отдельных механизмов станка. Передаточные функции механизмов лущильного станка как объектов управления можно определить методами статистической динамики. Целесообразность применения этих методов обусловлена вероятностным характером процесса резания древесины при лущении, что определяется ее физико-механическими неоднородностями.

В качестве объекта управления рассматривали главный привод станка — шпиндель — чурак (входная координата — задающее напряжение $u_3(t)$, поступающее на вход тиристорного преобразователя; выходная координата — линейная скорость резания $v_p(t)$) [2].

Экспериментальная установка была построена на базе лущильного станка ЛУ17-10. В качестве датчика случайного сигнала, который подавался на вход суммирующего усилителя тиристорного преобразователя, использовали сцинтилляционный радиометр, фиксирующий естественный радиационный фон. Линейную скорость резания измеряли с помощью тахогенератора ТГ4, который приводился во вращение от боковой поверхности чурака через прижимной обрезиненный ролик.

В процессе эксперимента было установлено, что случайная функция, определяющая колебания линейной скорости резания, стационарна при длительности реализации 25 с; это потребовало разлущивания чураков диаметром 25...30 см.

Для установления необходимого шага квантования были сняты реализации процесса резания без подачи на вход случайного сигнала. Обработка их показала, что изменение шага квантования Δt в пределах 0,025; 0,05; 0,075; 0,1; 0,2 с не изменило вид корреляционных функций и дисперсий. Исходя из этого шаг квантования был выбран равным 0,2 с.

Все электрические сигналы, пропорциональные измеряемым величинам, подавались через согласующие усилители на гальванометры осциллографов К12-22 и синхронно регистрировались на фотобумаге при скорости протяжки ленты 100 мм/с.

За период экспериментальных исследований были записаны реализации при разлущивании 50 чураков.

Корреляционная функция случайного сигнала $R_m(\tau)$, подаваемого на вход объекта, была аппроксимирована аналитическим выражением [3]:

$$R_m(\tau) = D_m [A_1 e^{-\alpha_1 |\tau|} + A_2 e^{-\alpha_2 |\tau|}], \quad (1)$$

где

D_m — дисперсия случайного сигнала;

τ — интервал времени между соседними значениями случайной функции;

$A_1, A_2, \alpha_1, \alpha_2$ — коэффициенты аппроксимируемой показательной функции;

$$\alpha_1 = 0,80; \quad \alpha_2 = 0,78; \quad A_1 = 0,30;$$

$$A_2 = 0,70; \quad \sqrt{D_m} = \pm 0,56 \text{ В.}$$

Соответственно корреляционная функция выходного сигнала $R_p(\tau)$, пропорционального линейной скорости резания древесины, аппроксимирована аналитическим уравнением:

$$R_p(\tau) = D_p [A_1 e^{-\alpha_1 |\tau|} + A_2 e^{-\alpha_2 |\tau|} \cos \beta \tau]. \quad (2)$$

Здесь

D_p — дисперсия случайного сигнала;

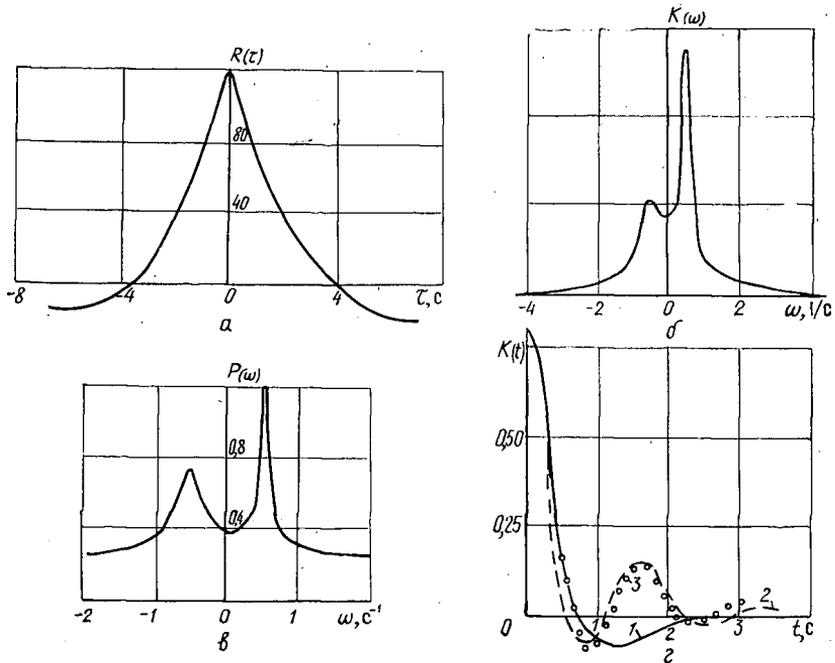
$A_1, A_2, \alpha_1, \alpha_2, \beta$ — коэффициенты аппроксимируемого выражения корреляционной функции;

$$\alpha_1 = 0,90; \quad \alpha_2 = 0,30; \quad A_1 = 0,50; \quad A_2 = 0,50;$$

$$\beta = 0,45 \text{ с}; \quad \sqrt{D_p} = \pm 198,8 \text{ мм/с.}$$

Применение преобразования Фурье к полученным корреляционным функциям позволило определить спектральные плотности входного $S_m(\omega)$ и выходного $S_p(\omega)$ сигналов:

$$S_m(\omega) = 2D_m \left(\frac{A_1 \alpha_1}{\alpha_1^2 + \omega^2} + \frac{A_2 \alpha_2}{\alpha_2^2 + \omega^2} \right); \quad (3)$$



а — взаимная корреляционная функция; б — график изменения действительной части взаимной спектральной плотности; в — вещественная частотная характеристика объекта управления; г — импульсная переходная функция объекта управления

$$S_p(\omega) = D_p \left[\frac{2A_1 a_1}{a_1^2 + \omega^2} + \frac{A_2 a_2}{a_2^2 + (\beta - \omega)^2} + \frac{A_2 a_2}{a_2^2 + (\beta + \omega)^2} \right], \quad (4)$$

где ω — частота.

Анализ графиков спектральных плотностей (см. рис.) показал, что с учетом 5% ошибки полоса частот входного сигнала лежала в пределах до 3,3 1/с, а выходного — до 2,4 1/с. Синхронная запись сигнала на входе и выходе позволила найти взаимную корреляционную функцию между входом и выходом $R_{mx}(\tau)$, которая для правой полуплоскости аппроксимирована выражением:

$$R_{mx}(\tau) = A_1 e^{-\alpha_1 |\tau|} + A_2 e^{-\alpha_2 |\tau|} \cos \beta_1 \tau, \quad (5)$$

где $A_1 = 79,9$; $A_2 = 40,0$; $\alpha_1 = 0,7$; $\alpha_2 = 0,15$; $\beta_1 = 0,5$;

для левой полуплоскости (рис. а) — равенством:

$$R_{mx}(\tau) = A_3 e^{-\alpha_3 |\tau|} + A_4 e^{-\alpha_4 |\tau|} \cos \beta_2 \tau, \quad (6)$$

где $A_3 = 94,9$; $A_4 = 25,0$; $\alpha_3 = 0,65$; $\alpha_4 = 0,05$; $\beta_2 = 0,5$.

Используя преобразования Фурье и аналитические выражения взаимных корреляционных функций, получили уравнение для действительной части взаимной спектральной плотности $S_{mx}(\omega)$:

$$S_{mx}(\omega) = \frac{A_1 a_1}{a_1^2 + \omega^2} + \frac{A_2 a_2}{2 [a_2^2 + (\beta_1 - \omega)^2]} + \frac{A_2 a_2}{2 [a_2^2 + (\beta_1 + \omega)^2]} + \\ + \frac{A_3 a_3}{a_3^2 + \omega^2} + \frac{A_4 a_4}{2 [a_4^2 + (\beta_2 - \omega)^2]} + \frac{A_4 a_4}{2 [a_4^2 + (\beta_2 + \omega)^2]} \quad (7)$$

Меняя в выражении (7) ω от -5 до $+5$ 1/с, построили график изменения действительной части взаимной спектральной плотности (см. рис. б). В соответствии с известным соотношением. [1]

$$P(\omega) = \frac{K(\omega)}{S_m(\omega)},$$

(где $P(\omega)$ — вещественная частотная характеристика; $K(\omega)$ — частотная характеристика системы; $S_m(\omega) = \frac{0,48}{0,64 + \omega^2} + \frac{1,09}{0,61 + \omega^2}$ — нормированное выражение спектральной плотности входного сигнала), этот график послужил основой для построения графика изменения вещественной частотной характеристики $P(\omega)$ объекта управления (рис. в).

Импульсная переходная функция $K(t)$ (рис. г) и вещественная частотная характеристика объекта управления связаны между собой соотношением:

$$K(t) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} P(\omega) \cos \omega t d\omega, \quad t > 0. \quad (8)$$

Интегрируя численным методом действительную частотную характеристику объекта управления, можно найти весовую (импульсную) переходную функцию (рис. г, кривая 3). График импульсной переходной функции был аппроксимирован с различной степенью приближения следующей зависимостью (рис. г, кривые 1 и 2):

$$K(t) = 0,86 e^{-1,8t} \cos 2t; \quad (9)$$

более точно

$$K(t) = 0,38 e^{-1,1t} + 0,48 e^{-0,9t} \cos 3,9t. \quad (10)$$

Применение преобразования Лапласа к импульсной переходной функции позволило получить передаточную функцию исследуемого объекта $W(p)$, которая в общем случае с различной степенью приближения выражается следующими соотношениями:

$$W(p) = \frac{v_p}{u_3} = \frac{K_0(T_0 p + 1)}{T_2^2 p^2 + T_1 p + 1}, \quad (11)$$

где $K_0 = 0,214$; $T_0 = 0,56$ с;

$$T_2^2 = 0,14 \text{ с}^2; \quad T_1 = 0,50 \text{ с}$$

или

$$W(p) = \frac{v_p}{u_3} = \frac{K_1}{T_3 p + 1} + \frac{K_2(T_4 p + 1)}{T_2^2 p^2 + T_1 p + 1}. \quad (12)$$

Здесь $K_1 = 0,345$; $K_2 = 0,027$; $T_4 = 1,11$ с;

$$T_3 = 0,91 \text{ с}; \quad T_2^2 = 0,062 \text{ с}^2; \quad T_1 = 0,112 \text{ с}.$$

В формулах (11), (12) обозначено:

K_0, K_1, K_2 — коэффициенты передачи;

T_0, T_1, T_2, T_3 — постоянные времени.

На основе полученной передаточной функции одного из важных механизмов лущильного станка можно проводить синтез систем автоматического управления процессом лущения, удовлетворяющего требуемым показателям.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Астапов Ю. М., Медведев В. С. Статистическая теория систем автоматического регулирования и управления. — М.: Наука, 1982. [2]. Исследования и мо-

делирование процесса лущения шпона, анализ структурных и функциональных схем: Отчет о НИР / ЛТА; Руководитель Ю. К. Яхонтов.— Л., 1984. [3]. Свешников А. А. Прикладные методы теории случайных функций.— М.: Наука, 1968.

Поступила 26 октября 1987 г.

УДК 630*812.7

ВЛИЯНИЕ ЦИКЛИЧЕСКОГО ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАЖНОСТНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ НА ПРОЦЕСС НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ДРЕВЕСИНЕ КЛЕЕНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Ю. М. ИВАНОВ, Ю. Ю. СЛАВИК, А. К. ЦВЕТКОВ

ЦНИИСК

Отмечаемое за последнее время расслаивание ряда клееных конструкций зданий происходит как в прямолинейных элементах — балках, рамах,— так и в арках по истечении различных сроков после их изготовления и обычно не совпадает с наиболее напряженными участками в момент действия на конструкцию наибольшей нагрузки. Поверхность расслоения зачастую носит следы фенольной смолы. В слоях элементов (между клеевыми прослойками) наблюдаются также трещины в древесине, которые не нарушают монолитности элементов с целыми клеевыми швами. Как показывает анализ проведенных натуральных обследований, расслаивание конструкций не связано с действием на них нагрузки. Поэтому к обуславливающим его основным факторам относятся, по-видимому, циклические изменения влажностных деформаций и соответствующие напряжения, перпендикулярные плоскости склеивания, которым подвергаются такие конструкции в условиях их монтажа и эксплуатации.

В связи с этим возникает вопрос: где раньше появляется зачаточная трещина, инициирующая расслаивание — в клеевой прослойке или в древесине, учитывая, что появление трещины разгружает соседние (в направлении поперечного растяжения) участки клееного элемента и одновременно сопровождается возникновением в ее вершине концентратора напряжений. Исследование причин указанного явления целесообразно осуществить, по-видимому, в два этапа: 1) рассмотреть обстоятельства, обуславливающие появление трещины при циклических изменениях влажностных деформаций; 2) выяснить условия, способствующие распространению появившейся первичной трещины и расслаиванию клееной конструкции.

В данной статье исследуем первый этап.

Из-за значительной пористости древесины и весьма развитой поверхности контакта ее с жидким клеем разрушение клевого соединения древесины (в отличие от плотных материалов) не имеет чисто адгезионного характера. Неориентированное (изотропное) вещество клеевой прослойки одинаково сопротивляется напряжениям в разных направлениях, тогда как древесина анизотропна, и ее сопротивление растяжению поперек волокон составляет лишь малую долю сопротивления вдоль волокон со значительно более коротким временем до разрушения [3]. Имея это в виду, сравним длительную прочность древесины при растяжении поперек волокон [3] с длительной когезионной прочностью клеевой прослойки сначала при постоянных температуре и влажности. У полимеров, в том числе неориентированных (как резит-отвердевший фенольный клей), при различных видах напряженного состояния не меняются кинетические параметры U_0 и τ_0 в выражении величины отрезка $\lg A$, отсекаемого прямой $\lg t(\sigma)$ длительной прочности на оси $\lg t$: