

УДК 674.812:557.531

Н.Н.Скорняков
(Уральский лесотехнический
институт)

ОСЛАБЛЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ ПЛАСТИКАМИ ИЗ ЦЕЛЬНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Древесные пластики нашли практическое применение в народном хозяйстве. Поэтому исследование ослабления рентгеновских лучей при прохождении через древесные пластики представляет не только теоретический, но и практический интерес.

Цель данной работы – теоретический расчет и экспериментальное определение коэффициентов ослабления рентгеновских лучей пластика и исходной древесины. Объектами исследования были древесина пихты и пластик из нее. Пластик из цельной древесины пихты был получен при давлении 7,85 МПа, температуре 155°C, продолжительности прессования 3 мин/мм при одноосном прессовании. Относительная деформация сжатия равна 60-65%.

Теоретический расчет коэффициентов ослабления

При прохождении рентгеновских лучей через вещество их интенсивность уменьшается по закону

$$I = I_0 e^{-\mu d}, \quad (1)$$

- где I_0 – интенсивность пучка падающих параллельных лучей на вещество;
 I – интенсивность лучей, прошедших путь d в веществе;
 μ – линейный коэффициент ослабления.

Электронный архив УГЛТУ

Отношение $\frac{\mu}{\rho}$ (где ρ — плотность вещества) носит название массового коэффициента ослабления.

Ослабление интенсивности рентгеновских лучей при прохождении через какое-либо вещество зависит от рода и количества атомов, входящих в его состав. Массовый коэффициент ослабления химически сложного вещества, состоящего из нескольких элементов, можно вычислить по формуле (1)

$$\frac{\mu}{\rho} = \frac{M_1}{\rho_1} \beta_1 + \frac{M_2}{\rho_2} \beta_2 + \dots + \frac{M_n}{\rho_n} \beta_n, \quad (2)$$

где β — весовая доля каждого элемента.

По известному элементарному составу древесины пихты [2,3], воды и массовым коэффициентам ослабления [1], входящим в состав древесины и воды, для данной длины волны рентгеновских лучей, равной 71 \AA , по формуле (2) были рассчитаны массовые коэффициенты ослабления абсолютно сухой древесины пихты и воды.

Древесина пихты имеет следующий элементарный состав: С-51,39%, Н-6,11%, О-41,56%, N-0,94%, а вода: Н-11,1%, О-88,9%.

Коэффициент ослабления элементов имеет такие значения: С-0,101 м²/кг, Н-0,034, О-0,214, N-0,157 м²/кг, и воды — 0,196 м²/кг.

Вычисленные значения коэффициентов ослабления абсолютно сухой древесины пихты представлены в табл.1.

По абсолютной влажности можно легко найти относительную влажность и весовые доли абсолютно сухой древесины и воды в данном образце пластика или древесины и рассчитать массовые коэффициенты ослабления при любой их влажности.

Переход от абсолютной влажности к относительной проводился по формуле

$$W_0 = \frac{W_0 100}{W_0 100}, \quad (3)$$

а расчет массовых коэффициентов ослабления — по

формуле

$$\frac{\mu}{\rho} = \frac{M_1}{\rho_1} \beta_1 + \frac{M_2}{\rho_2} \beta_2, \quad (4)$$

где $\frac{M_1}{\rho_1}$, $\frac{M_2}{\rho_2}$ — массовые коэффициенты ослабления абсолютно сухой древесины и воды;

β_1, β_2 - весовые доли абсолютно сухой древесины и воды.

Вычисленные значения массовых и линейных коэффициентов ослабления пластика и исходной древесины пихты представлены в табл. I.

Опытное определение коэффициентов ослабления

В работе использовались рентгеновская установка УРС-70, радиометр Б-2 со счетчиком СТ-6 и применялся узкий пучок рентгеновских лучей с эффективной длиной волны $71 \mu\text{m}$ ($U = 26,2 \text{ кВ}$).

Исследуемый образец помещался между двумя круглыми диафрагмами диаметром 2мм, счетчик находился за второй диафрагмой.

Если пропустить пучок параллельных рентгеновских лучей через пластинку вещества толщиной d_1 , а затем через пластинку этого же вещества толщиной d_2 и измерить интенсивность пучков на выходе из этих пластинок, то можно экспериментально определить линейный коэффициент ослабления μ вещества этих пластинок.

Из формулы (1) следует, что интенсивность пучка лучей на выходе из пластинок толщиной d_1 и d_2 будут равны соответственно

$$I_1 = I_0 e^{-\mu d_1}, \quad I_2 = I_0 e^{-\mu d_2}.$$

Разделив одно уравнение на второе, получим

$$\frac{I_1}{I_2} = e^{\mu(d_2 - d_1)}$$

Отсюда следует, что $\mu = \frac{\ln \frac{I_1}{I_2}}{d_2 - d_1}$ (5)

Интенсивность пучка лучей пропорциональна числу импульсов, зарегистрированных радиометром в единицу времени с учетом фона счетчика. Поэтому формулу (5) можно записать в следующем виде

$$\mu = \frac{\ln \frac{n_1 - n_0}{n_2 - n_0}}{d_2 - d_1}, \quad (6)$$

где n_1 и n_2 - число импульсов в единицу времени при прохождении пучка лучей через пластинки данного вещества толщиной d_1 и d_2 ;

n_0 - фон счетчика.

Электронный архив УГЛТУ

Опыт проводился следующим образом.

1. Включалась рентгеновская установка, напряжение и сила тока поддерживались во время опыта строго постоянными. Определялся фон счетчика при закрытом окошке рентгеновской трубки за 1 мин.

2. Между диафрагмами помещался образец пластика или исходной древесины толщиной d_1 и определялось число импульсов n_1 за 1 мин. Затем помещался образец пластика или исходной древесины толщиной d_2 и определялось число импульсов n_2 за 1 мин.

Число импульсов n_0 , n_1 , n_2 для каждого образца определялось 6 раз и вычислялись средние значения.

Наименование материала	n_0	n_1	$d_1, \text{см}$	n_2	$d_2, \text{см}$
Пластик	85	864	1,05	179	2,06
Пихта исходная	85	2960	1,04	1688	2,05

Экспериментальные значения коэффициентов ослабления пластика и исходной древесины представлены в табл.1. Из табл.1. видно, что вычисленные и найденные из опыта значения коэффициентов ослабления довольно хорошо совпадают, причем линейный коэффициент ослабления рентгеновских лучей пластика почти в четыре раза больше, чем исходной древесины.

Таблица 1

Коэффициенты ослабления пластика и исходной древесины

Пластик и порода древесины	Вычисленные коэффициенты ослабления			Влажность, %		Плотность $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Опытные коэффициенты ослабления	
	$\frac{\mu}{\rho}, \frac{\text{м}^2}{\text{кг}}$	$\mu, \text{м}^{-1}$	$\mu, \text{м}^{-1}$	относительная	абсолютная		$\frac{\mu}{\rho}, \frac{\text{м}^2}{\text{кг}}$	$\mu, \text{м}^{-1}$
Пихта исходная	0,155	58,13	11,5	13,0	375	0,156	58,22	
Пихта абсолютно сухая	0,149	52,15	-	-	350	-	-	
Пластик	0,155	210,80	11,9	13,3	1360	0,156	211,5	

Выводы

1. В работе предложен метод расчета коэффициентов ослабления рентгеновских лучей древесных пластиков и древесины пихты при любой их влажности и проведен расчет коэффициентов ослабления древесины по атомарному составу и влажности.

2. Экспериментально определены коэффициенты ослабления рентгеновских лучей пластика из цельной древесины пихты и исходной древесины. Опытные и вычисленные значения коэффициентов ослабления довольно хорошо совпадают.

3. Линейный коэффициент ослабления рентгеновских лучей пластика из цельной древесины пихты почти в четыре раза больше, чем исходной древесины.

4. Древесные пластики могут быть использованы при сооружении защитных устройств (стен, экранов) при работе с рентгеновскими и радиоактивными излучениями. Поэтому определение коэффициентов ослабления древесных пластиков представляет не только теоретический, но и практический интерес.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Миркин А.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. М., Госфизматиздат, 1961.

2. Никитин Н.И. Химия древесины и целлюлозы. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1962.

3. Богомолов Б.Д. Химия древесины и основы химии высокомолекулярных соединений. М., "Лесная промышленность", 1973.