

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.815-41

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
НА СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА
В ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНОЙ ПЛИТЕ

С. М. ПЛОТНИКОВ, П. НИМЦ

Сибирский технологический институт
Дрезденский технический университет

В последние годы широкое распространение получило исследование свойств древесины и древесных материалов с помощью ультразвука. Применительно к древесным плитам данный метод впервые использовали [1] с целью определения зависимости скорости прохождения звука через образец с его плотностью и прочностными характеристиками. Для некоторых типов плит данной зависимости обнаружено не было.

Важнейшие прочностные показатели плиты определяются, как известно, послойным изменением ее плотности, т. е. профилем плотности плиты, который зависит от многих факторов технологии. Согласно работе [3], основными из них являются порода исходной древесины, размеры и форма стружки, ее влажность, насыпной вес стружечного пакета и условия прессования (скорость уплотнения, давление, температура, диаграмма прессования и др.).

В настоящей работе рассмотрено влияние важнейших технологических параметров, определяющих профиль плотности древесностружечной плиты (ДСП), на скорость прохождения через плиту ультразвуковых колебаний. Были исследованы следующие технологические величины:

- x_1 — соотношение толщины стружки наружных и внутреннего слоев;
- x_2 — содержание древесины сосны по отношению к древесине дуба;
- x_3 — соотношение массы наружных и внутреннего слоев;
- x_4 — соотношение связующего в наружных и внутреннем слоях;
- x_5 — соотношение влажности наружных и внутреннего слоев;
- x_6 — продолжительность достижения максимального давления прессования.

Уровни варьирования факторов представлены в таблице.

Фактор	Единица измерения	Уровень варьирования					
		Абсолютное значение			Относительное значение		
x_1	—	0,2/0,2	0,5/0,2	0,8/0,2	1	2,5	4
x_2	%	0	50	100	—	—	—
x_3	—	20/80	47/53	60/40	0,25	0,85	1,50
x_4	—	7/7	10/7	13/7	1	1,43	1,86
x_5	—	12/12	16/8	18/6	1	2	3
x_6	мин	0,8	1,9	3,0	—	—	—

Эксперимент проводили по плану Рехтшаффнера, предусматривающему намного меньший объем исследований по сравнению с классиче-

ским планом и изображающемуся относительно простым порядком опытов.

Стружку изготавливали из древесины сосны и дуба. Толщину стружки вдоль волокон регулировали выдвиганием ножей рубительной машины. Длина стружки составляла в среднем 24 мм. Осмоление проводили фенолформальдегидным клеем Leupa 4543; содержание парафина в наружных слоях составляло 3,7 % (относительно сухого остатка древесины), во внутреннем слое — 2,6 %. Трехслойные стружечные пакеты формировали вручную. Горячее прессование проводили в электрообогреваемом лабораторном прессе при температуре плит 160 °С в течение 6 мин после достижения максимального давления. По каждому из 28 вариантов плана было изготовлено по 3 образца плит форматом 420 × 420 мм², толщиной 19 мм, заданной плотностью 680 кг/м³ при влажности 8 %. После выдержки в штабеле в течение 5 дней плиты были отшлифованы на цилиндрической шлифовальной машине (зернистость 20) до толщины 16 мм и раскроены на стандартные образцы. Чистота поверхности образцов была достаточной для плотного соединения с ними датчиков.

Для генерации ультразвуковых колебаний использовали прибор ИСМЕ-D (ГДР), с помощью которого можно было определять длительность прохождения ультразвуковых импульсов через образец с одновременным измерением затухания амплитуды импульсов. опыты проводили на частоте 46 кГц. Ультразвуковые колебания пропускали перпендикулярно пласти плиты, так как только в данном направлении возможен оперативный контроль в условиях производства.

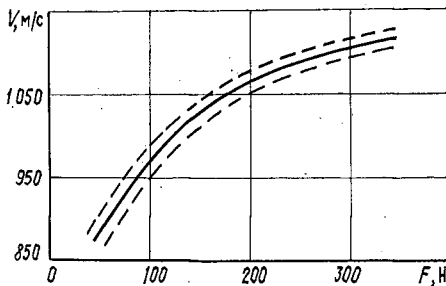


Рис. 1. Зависимость скорости ультразвука V в плите из стружки дуба ($x_2 = 0$) от усилия прижима F .

В процессе измерений было установлено, что продолжительность прохождения ультразвука через плиту в большой степени зависит от усилия прижима датчика и приемника к образцу.

Зависимость скорости ультразвука от усилия прижима представлена на рис. 1. Незначительные усилия прижима приводят к разбросу искомых значений, а усилия более 300 Н могут привести к силовой деформации пробы и поломке датчика и приемника. Поэтому дальнейшие исследования проводили при усилиях прижима 200 Н, создаваемых испытательной машиной FPZ-100/1.

Считая, что между целевой функцией (скоростью распространения ультразвука в образце) и влияющими факторами нет линейной зависимости, использовали регрессионный подход, содержащий линейные и квадратичные члены:

$$y = b_0 + \sum_1^6 b_i x_i + \sum_1^6 b_{6+i} x_i^2. \quad (1)$$

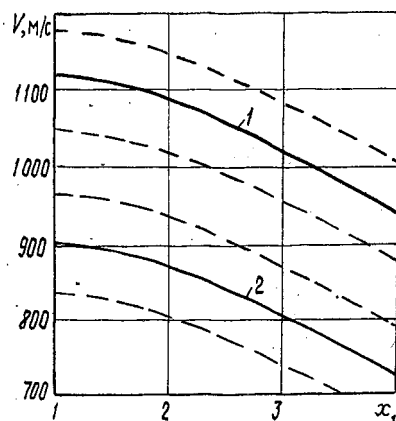
После элиминирования незначущих факторов получено следующее уравнение регрессии:

$$y = 987 - 3,94x_2 + 24,10x_3 + 166,5x_5 - 11,4x_1^2 + 0,0177x_2^2 - 40,7x_5^2 \quad (2)$$

с массой определенности 75 % и остаточным стандартным отклонением 68,5 м/с. Как оказалось, факторы x_4 и x_6 практически не влияют на целевую функцию. Зависимости скорости распространения ультразвуковых колебаний от влияющих факторов представлены кривыми на рис. 2—5.

Как видно из рис. 2, с увеличением соотношения толщины стружки различных слоев (параметр x_1) скорость звука через плиту падает,

Рис. 2. Зависимость скорости ультразвука V в плите от соотношения толщины стружки наружных и внутреннего слоев при соотношении масс слоев 1:4:1 и их одинаковой влажности: 1 — для плиты из стружки дуба; 2 — из стружки сосны



что можно объяснить снижением плотности расположения древесных частиц. Значения скорости звука для плит, изготовленных из смеси стружки сосны и дуба, располагаются, очевидно, между приведенными кривыми.

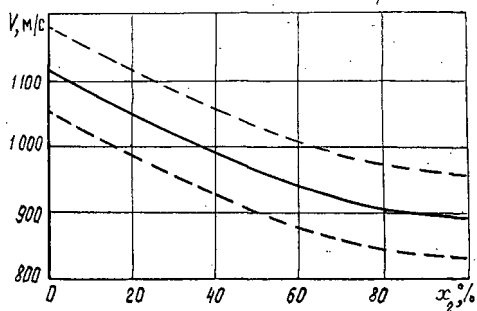


Рис. 3. Влияние содержания сосновой стружки x_2 в плите на скорость ультразвука V при $x_1 = 1$, $x_3 = 0,5$, $x_5 = 1$

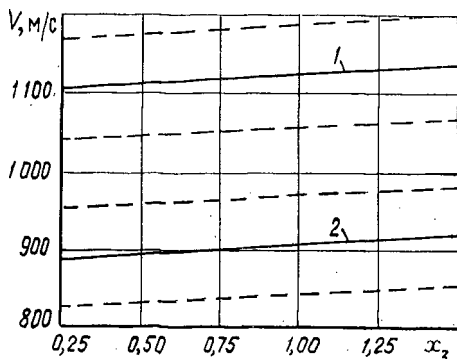


Рис. 4. Зависимость скорости ультразвука от соотношения масс наружных и внутреннего слоев плиты при их одинаковой влажности: 1 — для плиты из стружки дуба; 2 — из стружки сосны

Известно, что древесина дуба приблизительно в 1,3 раза плотнее древесины сосны, а скорость звука в более плотных средах выше. Этим можно объяснить то, что с увеличением доли сосновой стружки в плите (параметр x_2) скорость распространения звука падает (рис. 3).

Возрастание скорости прохождения ультразвука через плиту с увеличением доли наружных слоев в ней (рис. 4) также можно объяснить общим повышением плотности расположения древесных частиц и увеличением числа проклеенных переборок между частицами.

Из работы [2] известно, что с повышением влажности древесины скорость прохождения через нее ультразвука падает, причем особенно резко в диапазоне влажности от 0 до 25 %. Этим можно объяснить форму кривых, представленных на рис. 5. Когда влажность всех слоев плиты равна 12 % ($x_5 = 1$), скорость прохождения звука через плиту мала. С возрастанием влажности наружных слоев одновременно уменьшается влажность внутреннего слоя плиты ($x_5 = 2$), что в целом ведет к повышению скорости звука. Дальнейшее увеличение влажности на-

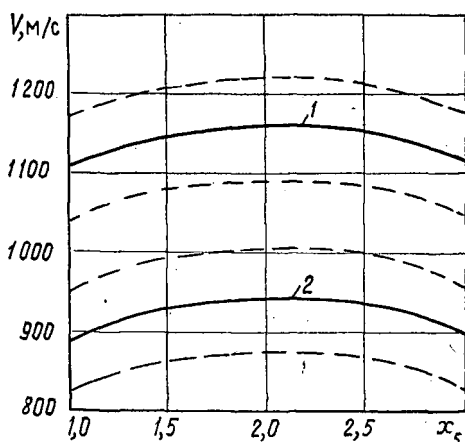


Рис. 5. Влияние соотношения влажности наружных и внутреннего слоев x_5 плиты на скорость ультразвука V при $x_1 = 1$, $x_3 = 0,5$: 1 — для плиты из стружки дуба; 2 — из стружки сосны

ружных слоев снижает скорость, с которой ультразвуковые колебания проходят через образец.

В полученных образцах определяли прочность на изгиб, прочность на растяжение перпендикулярно пласти и модуль упругости. Однако корреляция данных величин со скоростью прохождения ультразвука через образцы была очень слаба (мера определенности менее 60 %), несмотря на то, что эти показатели сами по себе зависят от профиля плотности трехслойной плиты. Очевидно, здесь сказывается суммарное воздействие на целевую функцию комплекса рассмотренных разнозначных параметров и неучтенных малозначащих факторов.

Таким образом, результаты можно использовать для непрерывного неразрушающего контроля технологических параметров в процессе изготовления ДСП: соотношений масс, влажности и размеров стружки наружных и внутреннего слоев. Это позволит повысить оперативность контроля и степень автоматизации производства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Burmester A. Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Schallgeschwindigkeit und Rohdichte, Querzug—sowie Biegefestigkeit von Holzspanplatten // Holz als Roh- und Werkstoff.— 1968.— 42.— S. 113—117. [2]. Burmester A. Zusammenhänge zwischen Schallgeschwindigkeit und morphologischen, physikalischen und mechanischen Eigenschaften von Holz // Holz als Roh- und Werkstoff.— 1965.— 39.— S. 227—236. [3]. Plath E., Schnitzler E. Das Rohdichteprofil als Beurteilungsmerkmal von Spanplatten // Holz als Roh- und Werkstoff.— 1974.— 48.— S. 443—449.

Поступила 14 июля 1988 г.

УДК 691.11:674.048

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПО ДИАГРАММЕ КИНЕТИКИ РАЗБУХАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Н. М. АГАБЕКОВ

Азербайджанский инженерно-строительный институт

Вопросу определения влажности древесины, пропитанной маслянистыми веществами, посвящены работы ряда исследователей.

При изучении влияния высокотемпературной сушки в петролатуме на гигроскопические свойства древесины сосны [4] учитывали массу петролатума, поглощенного образцами. Для определения истинной влажности древесины С. Е. Штейнберг [4] производил экстракцию