

УДК 674.8-41.01

Р.А.Бояркина, Е.В.Зайцев  
(Свердловский институт  
народного хозяйства)

## АКУСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА УСТАНОВКЕ "ЗВУК - 1"

Хорошая акустика может быть достигнута в помещениях, в которых выполняются следующие основные условия [1, 2]

1. Все места в помещении должны быть хорошо обеспечены звуковой энергией, то есть интенсивность или сила звука должна быть достаточна на каждом месте.

2. В помещениях должно образовываться возможно более равномерное (диффузионное) звуковое поле, исключавшее возникновение эха вследствие слишком больших интервалов по времени пробега прямых и отраженных звуковых лучей, а также концентрацию звука и другие нежелательные явления.

Выполнение этих требований в значительной степени определяет форму и особенно внутреннюю отделку помещения. Требование достаточной интенсивности звука на местах является преимущественно вопросом формы помещения; целесообразное распределение звука зависит от формы и от оборудования помещения, а время реверберации определяется наряду с объемом помещения также и характером его внутренней отделки и количеством находящихся в помещении людей. Следовательно, звукопоглощающими свойствами отделочного материала в значительной степени определяется время реверберации.

Имеющиеся в литературе оценки звукопоглощающей способности древесностружечных плит и пластиков без добавления связующих, к сожалению, не всегда точны и не позволяют судить о применимости этих материалов для обеспечения акустического комфорта, то есть надлежащих условий слухового восприятия или снижения уровня шума.

Существует два способа для определения звукопоглощающих

свойств материалов: реверберационный способ и способ стоячих волн.

Основным принципом реверберационного метода является сравнение времени реверберации в камере без акустических материалов и при внесении в нее испытуемых образцов. Метод измерения в реверберационных камерах дает результаты, наиболее близкие к действительным. Однако он требует значительного количества материалов (12-14 м<sup>2</sup>) и сложного оборудования. Поэтому часто пользуются измерениями других легко определяемых параметров, зная которые, можно рассчитать величину коэффициента звукопоглощения. К таким параметрам можно отнести величину звукового давления, получаемого в звуковой камере при возникновении в ней стоячих волн.

При интерференции двух встречных волн, имеющих одинаковые амплитуды, возникает колебательный процесс, называемый "стоячей волной". Практически стоячие волны можно получить в трубе при отражении от преграды. Падающая на преграду волна и бегущая ей навстречу отраженная, налагаясь друг на друга, дают стоячую волну.

При проведении исследований необходимо было решить следующие вопросы:

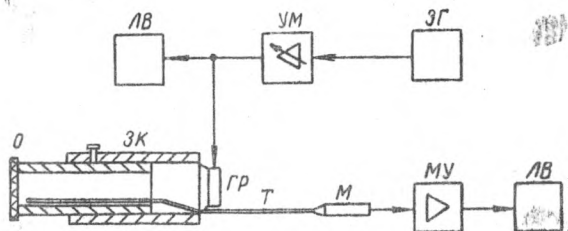
1). с помощью измерительной трубы (звуковой установки) определить звукопоглощающую способность опытных образцов древесных плитных материалов на разных частотах, выявить связь между акустическими и физико-механическими свойствами.

2). обобщить материалы экспериментальных исследований и дать рекомендации по использованию древесных плитных материалов в качестве акустических.

Исследования коэффициента звукопоглощения древесных плитных материалов проводились на акустической установке с камерой "Звук-1", разработанной Свердловским филиалом ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, со следующими изменениями: генератор ГЗ-33 был заменен генератором ГЗ-18, усилитель мощности ТУ-100 заменен усилителем мощности марки УМ-50А, исключены из системы частотомер ЧЗ-28 и осциллограф С1-19. Блок-схема акустической установки со звуковой камерой,

# Электронный архив УГЛТУ

состоящей из двух цилиндрических труб разного диаметра и переменной длины, показана на рисунке.



Блок-схема для определения коэффициента звукопоглощения древесных плитных материалов с помощью звуковой камеры "Звук-1": ЗК - звуковая камера; О - образец; Гр - громкоговоритель тип 1А-16; Т - трубка; М - микрофон типа МК-6; МУ - микрофонный усилитель типа ВП-22; ЛВ - ламповый вольтметр типа ВЗ-7; УМ - усилитель мощности типа УМ-50А; ЗГ - генератор звуковой частоты типа ГЗ-18.

Измерения проводили на частотах 512, 1030, 2400, 3300, 4400 Гц. В процессе работы выяснялось также влияние на коэффициент звукопоглощения вида подложки и лакокрасочного покрытия.

В целях минимизации числа опытов на первом этапе исследования, как способ сокращения перебора вариантов, планировали эксперимент с использованием латинского квадрата второго порядка размером 5 x 5, число опытов в котором равно 25 [3]. Эксперимент столь высокой дробности можно рассматривать как отсеивающий эксперимент, позволяющий выделить перспективные или оптимальные комбинации и отсеять неприемлемые.

Параметром оптимизации является коэффициент звукопоглощения.

Исследовалось влияние следующих факторов:

$X_1$  - тип материала: Др - древесина; С - древесностру-

# Электронный архив УГЛТУ

жечные плиты; А - древесные пластики без связующих производства Самарского леспромхоза; В - древесные пластики без связующих производства Херсонского целлюлозно-бумажного комбината; Д - плиты из сплавной еловой коры.

$X_2$  - частоты:  $v_1$ -512 Гц;  $v_2$  - 1030 Гц;  $v_3$ -2400 Гц;  $v_4$ -3300 Гц;  $v_5$ -4400 Гц.

$X_3$  - тип покрытия: а - полиэфирный лак ПЭ-246; в - нитроцеллюлозный лак НЦ-218; с - белая нитрозмаль НЦ-23;  $d$  - без покрытия; е - матирующий лак НЦ-243.

План и результаты эксперимента показаны в табл. 1.

Таблица 1

План и результаты эксперимента

$X_1 \backslash X_2$	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$
Др	а 0,053	в 0,059	с 0,050	$d$ 0,110	е 0,120
С	$d$ 0,078	е 0,064	а 0,042	в 0,060	с 0,071
А	в 0,045	с 0,043	$d$ 0,049	е 0,054	а 0,054
В	е 0,034	а 0,034	в 0,035	с 0,037	$d$ 0,067
Д	с 0,025	$d$ 0,040	е 0,030	а 0,034	в 0,049

План рандомизирован, число повторных наблюдений  $m = 5$ .

При проверке гипотезы о значимости линейных эффектов использован критерий Фишера. Для пятипроцентного уровня значимости при степенях свободы  $f_1 = 4$  и  $f_2 = 100$  критическое значение  $F$  - критерия равно 2,48, что значительно ниже вычисленных значений.

Таким образом, на коэффициент звукопоглощения существенно влияют все исследуемые факторы. Наибольшее влияние оказывает тип материала (фактор  $X_1$ ).

Для проверки различия средних значений исследуемых факторов применялся множественный ранговый критерий Дункана [3].

Как показывают результаты экспериментов, коэффициент звукопоглощения зависит от типа исследуемого материала, вида лакокрасочного покрытия и частоты. Поскольку все варьируемые факторы оказались значимыми и такие эксперименты по прозвучиванию проводились впервые, мы сочли целесообразным продолжить исследования, подтверждающие выявленные закономерности при большем диапазоне варьирования факторов. Проводили прозвучивание тех же материалов с покрытием и без него на всех перечисленных выше частотах. Результаты экспериментальных данных сведены в табл.2.

Анализируя полученные данные экспериментальных исследований, можно сделать следующие выводы.

1. Коэффициент звукопоглощения зависит от показателей физико-механических свойств исследуемого материала, обусловленных его структурой. Из исследуемых нами древесных плитных материалов наибольшим коэффициентом звукопоглощения обладает древесина, а наименьшим – плиты из сплавной еловой коры. Это можно объяснить тем, что на преодоление сопротивления сил трения о стенки пор звуковые волны затрачивают энергию [4]. Процесс звукопоглощения протекает тем интенсивнее, чем легче звуковые волны проникают в толщу материала.

2. Покрытие плит лакокрасочными материалами снижает величину коэффициента звукопоглощения; последний зависит от типа и технологии нанесения лакокрасочного покрытия, так как различные лакокрасочные материалы имеют неодинаковую шероховатость поверхности и толщину. Установлено, что древесные материалы с покрытием ПЭ-246, обладающие гладкой зеркальной поверхностью, имеют коэффициент звукопоглощения наименьший по сравнению с материалами, покрытыми НЦ-218, НЦ-243, НЦ-23.

3. Коэффициент звукопоглощения исследуемых материалов изменяется в зависимости от частоты звука. Установлено, что у всех исследуемых нами древесных материалов, в том числе и без связующих, проявляется тенденция к увеличению коэффициента звукопоглощения, так на частоте 512 Гц коэффициент звукопоглощения у плит без связующего – 0,056, у древесины – 0,080, у ДСтП – 0,078, а на частоте 4400 Гц – соответственно 0,074, 0,160 и 0,114.

# Электронный архив УГЛТУ

Таблица 2  
Коэффициент звукопоглощения плитных материалов

Тип материала	Тип покрытия	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Ч а с т о т ы				
			В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>3</sub>	В <sub>4</sub>	В <sub>5</sub>
Др	а	490	0,053	0,059	0,048	0,073	0,099
	в	470	0,057	0,059	0,051	0,082	0,107
	с	450	0,055	0,063	0,050	0,072	0,095
	d	420	0,080	0,082	0,080	0,110	0,160
	е	480	0,065	0,067	0,064	0,098	0,120
С	а	610	0,051	0,054	0,042	0,055	0,067
	в	590	0,056	0,059	0,047	0,060	0,073
	с	580	0,052	0,055	0,049	0,057	0,071
	d	560	0,078	0,080	0,075	0,091	0,114
	е	610	0,060	0,064	0,060	0,073	0,086
А	а	1100	0,039	0,042	0,039	0,041	0,054
	в	1090	0,045	0,046	0,042	0,040	0,060
	с	1070	0,041	0,043	0,039	0,045	0,059
	d	1050	0,056	0,058	0,049	0,059	0,074
	е	1110	0,043	0,045	0,040	0,054	0,058
В	а	1130	0,031	0,034	0,030	0,036	0,040
	в	1060	0,033	0,036	0,035	0,041	0,063
	с	1110	0,030	0,033	0,031	0,037	0,050
	d	1050	0,046	0,049	0,041	0,051	0,067
	е	1110	0,034	0,030	0,025	0,030	0,052
Д	а	1250	0,027	0,028	0,026	0,034	0,040
	в	1210	0,031	0,034	0,032	0,037	0,049
	с	1230	0,025	0,028	0,026	0,034	0,045
	d	1200	0,038	0,040	0,035	0,048	0,063
	е	1250	0,026	0,027	0,030	0,031	0,050

## Литература

1. Г а н у с К. Архитектурная акустика. М., ГИИ по строительству, архитектуре и стройматериалам, Строймиздат, 1963.
2. О с и п о в Г. Л. Шумы и звукоизоляция. М., "Знание", 1967.
3. Руководство по применению латинских планов при пла-

# Электронный архив УГЛТУ

нировании эксперимента с качественными факторами. Челябинск, Южно-Уральское кн. изд-во, 1971.

4. Солечник Н. Я. Производство древесноволокнистых плит. М., Гослесбумиздат, 1959.