

СОВЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ВЗАИМОПОМОЩИ	СТАНДАРТ СЭВ	СТ СЭВ 1929—79
	ШУМ	
	Метод измерения звукопоглощения в реверберационной камере	Группа Т34

Настоящий стандарт СЭВ устанавливает метод измерения звукопоглощения в реверберационной камере строительных материалов и конструкций (облицовок и штучных поглотителей).

### 1. СУЩНОСТЬ МЕТОДА

Сущность метода заключается в последовательном измерении времени реверберации пустой камеры ( $T_1$ ) и камеры с образцом ( $T_2$ ) и последующем определении коэффициента звукопоглощения ( $a_s$ ) и изменения эквивалентной площади звукопоглощения ( $\Delta A$ ).

### 2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Объем камеры должен быть равен  $(200 \pm 20) \text{ м}^3$ . Допускается применение меньшего объема, но не менее  $125 \text{ м}^3$ .

Форма камеры должна быть такой, чтобы было выполнено условие

$$l_{\max} < 1,9 V^{1/4}, \quad (1)$$

где  $l_{\max}$  — расстояние между наиболее удаленными друг от друга углами камеры, м;

$V$  — объем камеры,  $\text{м}^3$ .

Линейные размеры камеры не должны быть кратны друг другу с тем, чтобы собственные частоты камеры в низкочастотном диапазоне были распределены равномерно. Поверхность стенок камеры должна быть жесткой и гладкой.

2.2. В реверберационной камере должно быть создано диффузное реверberирующее звуковое поле, что обеспечивается формой камеры или применением рассеивающих элементов (диффузоров).

Утвержден Постоянной Комиссией по стандартизации  
Бел, ноябрь 1979 г.

2.3. Необходимость применения рассеивающих элементов следует устанавливать при настройке камеры путем испытания в ней образца звукопоглощающего материала с коэффициентом звукопоглощения не ниже 0,9 в области частот от 500 до 4000 Hz.

Пример порядка проведения настройки камеры и выявление необходимости применения рассеивающих элементов, а также их количество и последовательность размещения в пространстве камеры приведены в информационном приложении 1.

2.4. Время реверберации пустой камеры  $T_1$  должно быть больше, чем вычисленное по формуле

$$T_1 = T_{\min}(V/200)^{1/3}, \quad (2)$$

где  $T_{\min} = 5$  с для третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами в диапазоне от 100 до 800 Hz включительно.

Разность между временами реверберации на соседних частотах этого диапазона должна быть не более 15%.

Для частот в диапазоне от 1000 до 5000 Hz включительно  $T_{\min}$  следует выбирать по табл. 1.

Таблица 1

Среднегеометрические частоты $\sqrt[1/3]{}$ октавных полос, Hz	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Время реверберации $T_{\min}$ , с	4,5	4,2	3,8	3,5	3	2,5	2	1,5

### 3. АППАРАТУРА

3.1. Передающая измерительная система камеры должна содержать:

- 1) генератор белого шума;
- 2) фильтры полосовые третьоктавные;
- 3) усилитель мощности;
- 4) громкоговорители.

Уровень звукового давления установившегося звука в камере должен быть на 45 dB выше, чем уровень звукового давления шума помехи.

3.2. Приемная измерительная система камеры должна содержать:

- 1) один или несколько микрофонов с шаровой характеристикой направленности;
- 2) микрофонный усилитель;
- 3) фильтры полосовые третьоктавные;
- 4) записывающее устройство.

Записывающее устройство должно представлять собой либо регистратор уровня, либо электронный осциллограф с логарифмическим усилителем или иной прибор, позволяющий также проверять прямолинейность спада уровня во времени. Регистратор уровня должен допускать запись затуханий со скоростью не менее 300 dB/s.

3.3. Измерительные приборы должны удовлетворять требованиям СТ СЭВ 1351—78.

#### 4. ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЮ

4.1. Громкоговорители должны создавать наиболее диффузное звуковое поле. Измерения на частотах ниже 300 Hz необходимо проводить при двух положениях громкоговорителей, удаленных друг от друга на расстояние не менее 3 м.

4.2. Микрофоны должны размещаться на расстоянии не менее 2 м друг от друга и не менее 1 м от образца и рассеивающих элементов. Удаление микрофонов от ограждающих поверхностей камеры должно составлять не менее  $\frac{1}{2}$  длины волны частоты, на которой проводятся измерения, или не более  $\frac{1}{10}$  длины той же волны от вершин углов камеры.

4.3. Плоский образец (испытываемый материал или конструкция с плоской поверхностью) должен занимать площадь от 10 до 12  $m^2$ . Образец должен иметь прямоугольную форму с соотношением сторон от 0,7 до 1 и располагаться таким образом, чтобы любая часть образца находилась на расстоянии не менее 1 м от ограждений.

Исследования материалов с малыми коэффициентами поглощения ( $\alpha < 0,1$ ) следует проводить при других специальных условиях, обеспечивающих при измерениях заметное различие между значениями времен реверберации  $T_2$  и  $T_1$ , например, путем увеличения площади образца, уменьшения числа рассеивающих элементов, измерением методами моделирования и т. д.

Размещение образца на полу, на одной из стен камеры или на потолке, должно быть таким же, как и в условиях его эксплуатации.

Боковые поверхности образца должны быть закрыты отражающими рейками шириной не менее 2 см и высотой, равной толщине образца, включая глубину воздушного промежутка между тыльной стороной образца и ограждающей поверхностью, на которой размещен образец.

4.4. При испытаниях штучных поглотителей следует выделять часть площади пола в пределах от 10 до 15  $m^2$ , на которой в соответствии с техническими требованиями на

проведение испытаний должны размещаться испытываемые штучные поглотители.

### 5. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. При проведении измерений необходимо производить проверку точности применяемой аппаратуры перед началом измерений и после их окончания.

5.2. Измерения должны проводиться в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами: 100, 125, 160, 200, ..., 4000, 5000 Hz.

Результаты, полученные измерением на частотах меньше чем  $f_{\min}$  (в Hz), которая должна вычисляться по формуле

$$f_{\min} = 100(200/V)^{1/3}, \quad (3)$$

необходимо считать в качестве информационных.

5.3. При записи времени реверберации необходимо, чтобы к записывающему устройству был подключен всегда лишь один микрофон.

Запись спада уровня звукового давления в процессе реверберации, представленная либо кривой, либо отдельными точками, должна быть аппроксимирована прямой линией в области уровней от минус 5 dB до минус 35 dB относительно стационарного уровня, существующего в камере до выключения источника звука. Скорость движения бумаги регистратора или время развертки осциллографа должны выбираться такими, чтобы угол наклона записи спада составлял около 45°. Записи, обнаруживающие монотонное искривление, необходимо из оценки времени реверберации исключить.

5.4. Минимальное число записей времени реверберации для подсчета средних величин  $T_2$  и  $T_1$  должно приниматься в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Диапазон частот, Hz	От 100 до 250	От 315 до 800	От 1000 до 5000
Минимальное число записей	12	9	6

Для образцов, имеющих максимум поглощения на низких частотах, необходимо увеличить число записей на этих частотах в два раза. Записи следует производить при размещении микрофонов и громкоговорителей в различных точках камеры, а также посредством повторения записей в одной и той же точке.

5.5. Температура и относительная влажность должны быть измерены после каждого измерения.

#### 6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ

6.1. Коэффициент звукопоглощения следует вычислять по формуле

$$\alpha_s = \frac{\Delta A}{S}, \quad (4)$$

где  $\Delta A$  — изменение эквивалентной площади звукопоглощения камеры после внесения в нее испытуемого образца,  $m^2$ ;

$S$  — площадь поверхности плоского образца или площадь выделенной части пола (при испытании штучных поглотителей),  $m^2$ ;

$$\Delta A = V \left[ \frac{55,3}{c} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) - 4(m_2 - m_1) \right], \quad (5)$$

где  $T_1$  — среднее значение времени реверберации в камере без образца, с;

$T_2$  — среднее значение времени реверберации в камере с образцом, с;

$V$  — объем камеры,  $m^3$ ;

$m$  — постоянные затухания энергии, определяемые по графикам на черт. 1 и 2 в зависимости от частоты, влажности и температуры;

$m_2 - m_1$  — разность постоянных затухания энергии двух последовательно проводимых измерений;

$c$  — скорость звука в  $m/s$ , вычисляемая по формуле

$$c = 332 + 0,6t, \quad (6)$$

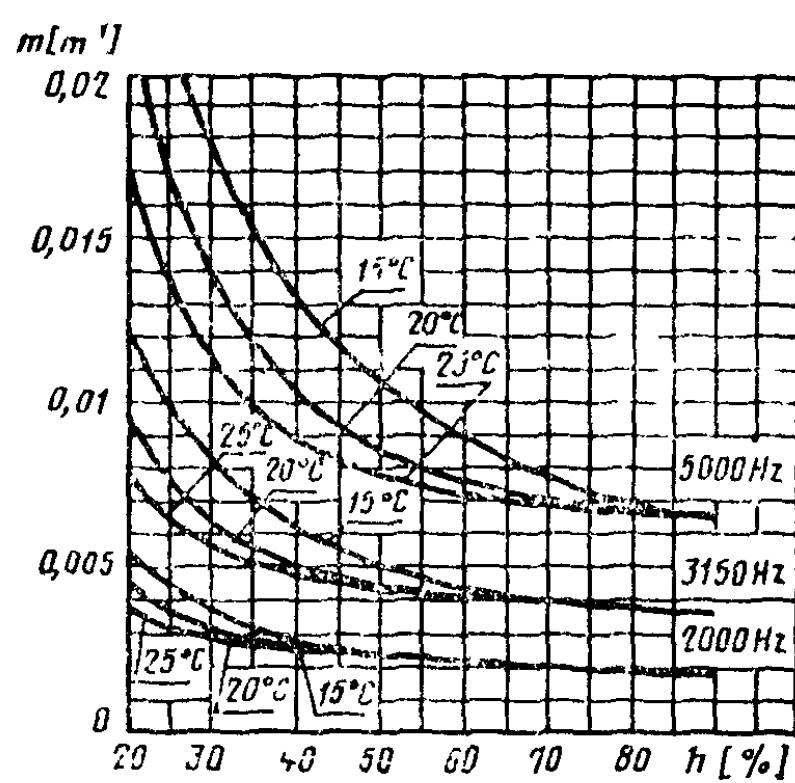
где  $t$  — температура воздуха в камере,  $^{\circ}\text{C}$ .

Приложения:

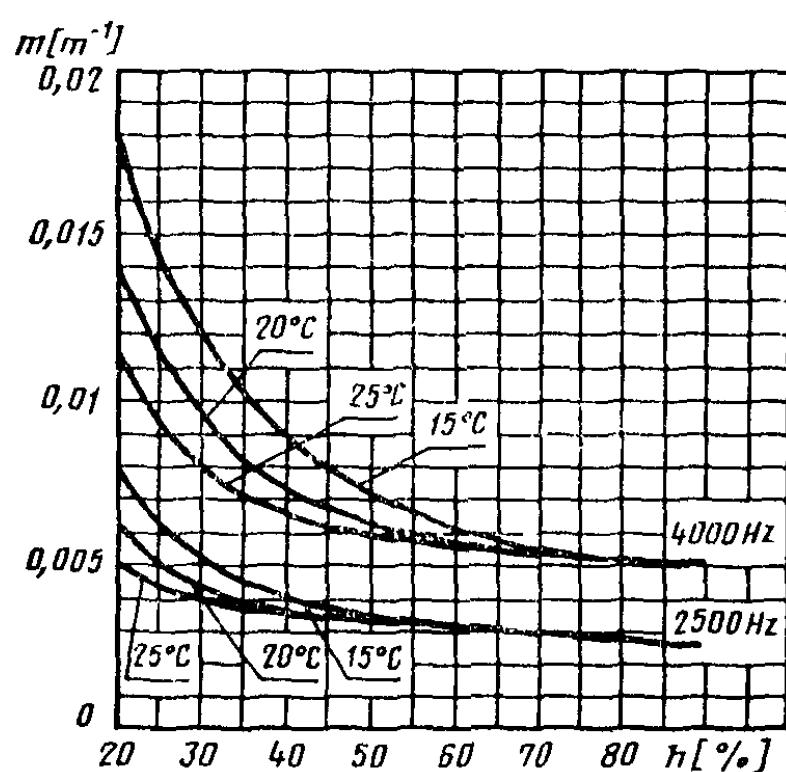
1. Величина  $m$  учитывается только для частот свыше 2000 Hz.

2. Изменение температуры и влажности в камере между измерениями допускается только при условии, если выполняется неравенство

$$V(m_2 - m_1) < 0,5.$$



Черт 1



Черт 2

При испытании штучных поглотителей следует определять также эквивалентную площадь звукопоглощения каждого поглотителя по формуле

$$\Delta A_1 = \frac{\Delta A}{n}, \quad (7)$$

где  $\Delta A$  — определяется по формуле 5;

$n$  — число одновременно испытываемых штучных поглотителей.

6.2. Коэффициент поглощения или эквивалентная площадь поглощения образцов, вычисленных по формуле (4) или (7) для частот, указанных в п. 5.2, должны быть представлены либо в форме диаграммы, либо в форме таблицы.

На диаграммах точки, соответствующие измеренным величинам, должны соединяться линиями. По оси абсцисс должны откладываться частота в логарифмическом масштабе, по оси ординат — коэффициент поглощения или площадь поглощения в линейном масштабе. В последнем случае отношение отрезка оси ординат от  $a_s=0$  до  $a_s=1$  к отрезку оси абсцисс, соответствующему пяти октавам, должно составлять 2 : 3.

При измерениях, проведенных на частотах ниже предельной, определяемой формулой (3), линия, соединяющая точки, должна быть нанесена на диаграмму пунктиром. В таблицах величины, соответствующие указанным частотам, должны быть заключены в скобки.

6.3. Протокол измерений должен содержать:

1) размеры реверберационной камеры, в частности ее объем;

2) значение средних величин времен реверберации пустой камеры  $T_1$ ;

3) описание формы камеры, площадь и число рассеивателей звука, положение микрофонов и громкоговорителей (с эскизами);

4) описание образца и его монтажа (с эскизами);

5) площадь плоского образца или число поглотителей и их расположение в камере;

6) главные отступления от описанной процедуры, если они неизбежны, и причина отступлений;

7) температура и относительная влажность;

8) дата испытаний;

9) подпись лица, проводившего испытания.

6.4. Погрешность измерений должна оцениваться статистически. Пример определения погрешности измерения приведен в информационном приложении 2.

Конец

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## НАСТРОЙКА КАМЕРЫ

При настройке пространство камеры последовательно заполняется рассеивающими элементами, изготовленными в форме плит толщиной в несколько миллиметров и площадью от 0,8 до 2 м<sup>2</sup>. Плиты (листы) могут быть слегка искривлены. Масса листов (пластин) должна быть не менее 5 кг/м<sup>2</sup> и поверхность последних должна обладать величиной коэффициента звукоглощения не выше 0,15. Число рассеивающих элементов применяется от 0 до необходимой величины, устанавливаемой на основе ряда измерений образца пористого материала толщиной от 5 до 10 см, величина звукоглощения которого в полосе частот от 500 до 4000 Гц не менее чем 0,9. Достаточным считается то количество рассеивающих элементов, при котором впервые достигается постоянное значение коэффициента звукоглощения.

Для достижения хаотичности распределения звуковых волн углы наклона листов должны быть разнообразные.

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ 2

## ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ

Погрешность измерительного метода можно характеризовать повторяемостью  $r$  измерений, т. е. величиной, охватывающей с вероятностью 95% абсолютную разность результатов двух измерений, проведенных в коротком интервале времени и при одинаковых условиях. При контроле повторяемости  $r$  проводят при постоянных условиях  $n$  самостоятельных измерений  $T_1$  и  $T_2$  на образце, обладающем высокой поглощающей способностью в широком интервале частот. Провести необходимо не менее пяти измерений. Из комплекса  $n$  измерений вычисляют стандартное отклонение  $S_1$  измерения в пустой камере по формуле

$$S_1 = \frac{55,3 V}{c \cdot S} \sqrt{\frac{\sum [1/T_{1i} - (1/T_1)_s]^2}{n-1}}, \quad (8)$$

где  $T_{1i}$  — время реверберации  $i$ -того измерения, с;  
 $(1/T_1)_s$  — среднее значение обратных величин времени реверберации из  $n$  измерений.

Стандартное отклонение  $S_2$  измерения со внесенным образцом вычисляют по той же формуле, однако так, что вместо  $T_{1i}$  и  $(1/T_1)_s$  подставляют в формулу величины  $T_{2i}$  и  $(1/T_2)_s$ . Повторяемость  $r$  вычисляют для каждой измеряемой частоты по формуле

$$r = t \sqrt{\frac{2}{n}} \sqrt{S_1^2 + S_2^2}, \quad (9)$$

где  $t$  — фактор, выведенный из распределения Стьюдента для уровня вероятности 95% и определяемый по табл. 3 для соответствующего  $n-1$ .

Таблица 3

$n=1$	4	5	6	7	8	9	10	20	$\infty$
$t$	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,26	2,23	2,09	1,96

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1 Автор — делегация ЧССР в Постоянной Комиссии по стандартизации

2 Тема 01.673 08—78

3 Стандарт СЭВ утвержден на 46-м заседании ПКС.

4 Сроки начала применения стандарта СЭВ:

Страны — члены СЭВ	Срок начала применения стандарта СЭВ в договорно-правовых отношениях по экономическому и научно-техническому сотрудничеству	Срок начала применения стандарта СЭВ в народном хозяйстве
НРБ	Январь 1982 г.	Январь 1982 г.
ВНР	Январь 1982 г.	Январь 1982 г.
ГДР	Январь 1982 г.	Январь 1982 г.
Республика Куба		
МНР		
ПНР	Январь 1982 г.	Январь 1982 г.
СРР		
СССР	Январь 1982 г.	Январь 1982 г.
ЧССР	Январь 1982 г.	Январь 1982 г.

5 Срок первой проверки — 1985 г., периодичность проверки — 5 лет.

Сдано в наб • 11 02 80 Подп к печ 16 05 80 0,625 п л 0,53 уч изд л Тир 2050 экз Цена 3 коп  
Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов 123557, Москва Новопресненский пер 3  
Тип «Московский печатник» Москва, Лялин пер 6 Зак 325