

УДК 697.922

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ШУМА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

О. С. КОЧЕТОВ

(Московская государственная текстильная академия им. А. Н. Косыгина)

Снижение шума в производственных цехах текстильных предприятий особенно актуально, поскольку превышение уровней звукового давления в этих цехах на рабочих местах в сравнении с допустимыми уровнями по санитарным нормам [1] составляет порядка 10...15 дБА [2,3]. Следует учесть, что существует реальная возможность путем снижения шума в цехе повысить производительность труда на 5...7 %.

Методика расчета снижения шума [4] не учитывает специфики размещения и эксплуатации текстильного оборудования, заключающейся в оснащении цехов текстильных предприятий однотипным оборудованием с постоянной средней плотностью установки и расстоянием между машинами не более 3 м, что позволяет считать звуковое поле в цехе равномерным. Кроме того, практически все однотипные станки имеют одинаковые уровни звуковой мощности (отличие не превышает 5 дБ).

Воспользуемся ориентировочным методом расчета уровней звукового давления на рабочих местах в цехе, при этом в сравнении с измеренными уровнями шума погрешность расчета составит порядка 2 дБ [5].

Проведем расчет для ткацкого и прядильного цехов (табл. 1).

Таблица 1

$D, \text{ м}$	$W, \text{ м}$	$H, \text{ м}$	$S_{\text{опр}}, \text{ м}^2$	$S_{\text{огр}}, \text{ м}^2$	$S_{\text{обл}}, \text{ м}^2$	Колич. штучн. погл. $N_{\text{шт}}$	$N_{\text{общ}}$		$N_{\text{пр}}$	$q, \text{ шт/м}^2$	$K, \%$	X	Y
АООТ «Красные текстильщики» (ткацкий цех)													
46,75	18,87	4	188	2289,3	1219	212	45	5	0,051	89	-6,0	-0,5	
АОЗТ «Чулочно-носочная фабрика им. Н. Э. Баумана» (резиноплеточный цех)													
11,75	5,75	2,7	12	229,6	150	16	3	—	0,044	100	-6,5	0	

Плотность установки станков

$$q = N_{\text{общ}}/DW, \text{ (шт/м}^2\text{)}, \quad (1)$$

где D — длина и W — ширина цеха, м.

Октавные уровни звукового давления в цехе на рабочих местах до установки звукопоглощающих конструкций

$$L_1 = L_p + X + Y, \quad (2)$$

где L_p — октавные уровни звуковой мощности одного станка, дБ;

X — параметр, зависящий от плотности установки машин в цехе, дБ;

Y — параметр, зависящий от коэффициента K использования оборудования, дБ;

$$K = (N_{\text{общ}} - N_{\text{пр}})/N_{\text{общ}}, \quad (3)$$

$N_{\text{общ}}$ — общее число станков в цехе;

$N_{\text{пр}}$ — число простаивающих станков (в капитальном ремонте или из-за отсутствия сырья).

Величина X в зависимости от q приведена в табл. 2.

Таблица 2

q , кол./м ²	X , дБ	q , кол./м ²	X , дБ	q , кол./м ²	X , дБ
0,01	-15,5	0,07	-5	0,4	2
0,02	-10	0,08	-4,5	0,5	3
0,03	-8	0,09	-4	0,6	3,5
0,04	-7	0,1	-3,5	0,7	4
0,05	-6	0,2	-1	0,8	4,5
0,06	-5,5	0,3	1	0,9	5
				1,0	5,5

При относительном количестве (K , %) одновременно работающих машин 50; 60; 70; 80; 90 и 100 Y составит соответственно —3; —2; —1,5; —1; —0,5 и 0.

Определяем требуемое снижение уровней звукового давления в цехе на рабочих местах и выбираем звукопоглощающую облицовку, наиболее эффективную в частотном диапазоне, где уровни шума наиболее превышают санитарные нормы [1]:

$$\Delta L_{\text{тр}} = L_1 - L_{\text{доп}}, \quad (4)$$

где $L_{\text{доп}}$ — допустимый уровень звукового давления на рабочих местах согласно [1], дБ.

При этом следует учитывать, что применение звукопоглощающих облицовок и конструкций целесообразно, если в расчетных точках $\Delta L_{\text{тр}}$ не превышает 5...8 дБ. Если $\Delta L_{\text{тр}} > 8$, то для дополнительного снижения шума на рабочих местах необходимы акустические экраны и противозумные средства индивидуальной защиты [6, 8].

Средний коэффициент звукопоглощения в цехе со звукопоглощающими облицовками и штучными звукопоглотителями

$$\alpha_{1i} = (A + \Delta A_i)/S_{\text{орг}}, \quad (5)$$

где A — величина звукопоглощения в цехе, не оборудованном устройствами акустики, м^2 ;

$$A = \alpha(S_{\text{огр}} - S_{\text{обл}}); \quad (6)$$

α — средний коэффициент звукопоглощения в цехах без использования звукопоглощающей облицовки (0,1...0,15);
 $S_{\text{огр}}$ — площадь ограждающих поверхностей цеха, м^2 ;

$$S_{\text{огр}} = 2[DW + (D + W)H]; \quad (7)$$

H — высота цеха, м;
 $i = 1, 2, 3, 4$ — число последовательных приближений к выбору максимально достаточной площади ΔA_i дополнительного звукопоглощения в цехе;

$$\Delta A_1 = \alpha_{\text{обл}} S_{\text{обл}}; \quad (8)$$

$$\Delta A_2 = \alpha_{\text{обл}} S_{\text{обл}} + A_{\text{шт}} N_{\text{шт}}; \quad (9)$$

$$\Delta A_3 = \alpha_{\text{обл}} S_{\text{обл. max}} + A_{\text{шт}} N_{\text{шт. max}}; \quad (10)$$

$$\Delta A_4 = \Delta A_3 + \Delta A_{\text{экр}}; \quad (11)$$

$\alpha_{\text{обл}}$ — коэффициент звукопоглощения облицовки стен и потолка (табл. 8.4 [7]);
 $S_{\text{обл}} = S_{\text{огр}} - S_{\text{опр}} - DW$ — площадь звукопоглощающей облицовки стен и потолка, м^2 ;
 $S_{\text{опр}}$ — площадь оконных и дверных проемов в цехе, м^2 ;
 $A_{\text{шт}}$ — эквивалентная площадь звукопоглощения штучными звукопоглотителями, м^2 (табл. 8.5 [7]);
 $N_{\text{шт}} = 1,5 DW/B_{\text{шт}}^2$ — количество штучных звукопоглотителей в цехе;
 $S_{\text{обл. max}}$ — максимально допустимая площадь звукопоглощающей облицовки с учетом оконных и дверных проемов, а также технологических проходов и колонн, м^2 ;
 $N_{\text{шт. max}}$ — максимально допустимое количество штучных звукопоглотителей (с учетом оптимального расстояния между ними $B_{\text{шт}}$);
 $\Delta A_{\text{экр}}$ — величина дополнительного звукопоглощения установленными акустическими экранами, м^2 ;

$$\Delta A_{\text{экр}} = \alpha_{\text{обл.экр}} \sum_{i=1}^k S_{i \text{экр}} \quad (12)$$

$\alpha_{\text{обл.экр}}$ — коэффициент звукопоглощения облицовки экрана;
 $S_{i \text{экр}}$ — площадь i -го экрана (которую при двухсторонней его облицовке следует увеличить в 1,5 раза), м^2 ;
 k — общее количество экранов в цехе.

При расчетном коэффициенте α_1 звукопоглощения 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8 и 0,9 величина поправки ΔL составит соответственно 2,5; 3,8; 4,8; 5,8; 6,6 и 7,5 дБ.

Уровни звукового давления в цехе на рабочих местах со звукопоглощающими конструкциями

Таблица 3

Величина	Среднегеометрическая частота, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Ткацкий цех, СТВ2-250 (210 мин ⁻¹)							
L_p (согласно паспорту)	95	95	95	99	99	98	96	96
$\alpha_{обл}$ (табл. 8.4 [7])	0,1	0,2	0,9	1,0	1,0	0,95	0,9	0,85
$A_{шт}$ (табл. 8.5 [7])	0,14	0,4	0,75	1,23	1,14	1,05	0,82	0,67
$L_{доп}$ (СН3223-85)	95	87	82	78	75	73	71	69
$L_1 = L_p + X + Y$	88,5	88,5	88,5	92,5	92,5	91,5	89,5	89,5
$\Delta L_{тр} = L_1 - L_{доп}$	-6,5	1,5	6,5	14,5	17,5	18,5	18,5	20,5
α	0,11	0,11	0,12	0,12	0,14	0,14	0,14	0,14
$A = \alpha(S_{орг} - S_{обл})$	118	118	128	128	150	150	150	150
$\Delta A = \alpha_{обл} S_{обл} + A_{шт} N_{шт}$	152	329	1256	1480	1461	1381	1271	1178
$\alpha_1 = (A + \Delta A) / S_{орг}$	0,12	0,2	0,6	0,7	0,7	0,67	0,62	0,58
ΔL	-	-	4,8	5,8	5,8	5,2	5,0	4,6
$L_2 = L_1 - \Delta L$	88,5	88,5	83,7	86,7	86,7	86,3	84,5	84,9
$\Delta L_{тр} СИЗ = L_2 - L_{доп}$	-6,5	1,5	1,7	8,7	11,7	13,3	13,5	15,9
$L_{э1} СИЗ$ («Беруши») ΔL_i	-	15	18	18	24	26	26	31
	-	-5	-5	-5	-10	-10	-10	-10
$\Delta L_{снз} = L_{э1} + \Delta L_i$	-	-10	13	13	14	16	16	21
$L_2 - \Delta L$ СИЗ	88,5	78,5	70,7	73,7	72,7	70,3	68,5	63,9

Продолжение

Величина	Среднегеометрическая частота, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Резинооплеточный цех, ОРН-1 (6000 мин ⁻¹)							
L_p (согласно техн. паспорту)	83	91	86	90	88	88	89	87
$\alpha_{обл}$ (табл. 8.4 [7])	0,1	0,2	0,9	1,0	1,0	0,95	0,9	0,85
$A_{шт}$ (табл. 8.5 [7])	0,14	0,4	0,75	1,23	1,14	1,05	0,82	0,67
$L_{доп}$ (СН 3223-85)	95	87	82	78	75	73	71	69
$L_1 = L_p + X + Y$	76,5	84,5	79,5	83,5	81,5	81,5	82,5	80,5
$\Delta L_{тр} = L_1 - L_{доп}$	-18,5	-2,5	-2,5	5,5	6,5	8,5	11,5	11,5
α	0,11	0,11	0,12	0,12	0,14	0,14	0,14	0,14
$A = \alpha(S_{орг} - S_{обл})$	8,8	8,8	9,6	9,6	11,1	11,1	11,1	11,1
$\Delta A = \alpha_{обл}S_{обл} + A_{шт}N_{шт}$	17,2	36,4	147	169,7	168	159,3	148	138,2
$\alpha_1 = (A + \Delta A)/S_{орг}$	0,11	0,2	0,68	0,78	0,78	0,74	0,69	0,65
ΔL	—	—	5,6	6,4	6,4	6,2	5,7	5,3
$L_2 = L_1 - \Delta L$	76,5	84,5	73,9	77,1	75,1	75,3	76,8	75,2
$\Delta L_{тр} СИЗ = L_2 - L_{доп}$	-18,5	-2,5	-8,5	-0,9	0,1	2,3	5,8	6,2
$L_{от} СИЗ$ («Беруши»)	—	15	18	18	24	26	26	31
ΔL_i	—	-5	-5	-5	-10	-10	-10	-10
$\Delta L СИЗ = L_{от} + \Delta L_i$	—	10	13	13	14	16	16	21
$L_2 - \Delta L СИЗ$	76,5	74,5	60,9	64,1	61,1	59,3	60,8	54,2

$$L_2 = L_1 - \Delta L, \quad (13)$$

причем, когда

$$L_2 \leq L_{\text{доп}}, \quad (14)$$

расчет заканчивается.

Если $L_2 > L_{\text{доп}}$, то в (5) следует подставить ΔA_2 , рассчитанное согласно (9), и для нового значения a_1 определить поправку ΔL , а затем по формуле (13) вычислить новое значение L_2 и сравнить его с $L_{\text{доп}}$ и т. д. до $i=4$, пока не будет выполняться условие (14).

Если с учетом поправки ΔA_4 для данного цеха условие (14) не выполняется, то для обслуживающего персонала необходимо подобрать средства индивидуальной защиты (СИЗ) от шума [8] с целью выполнения неравенства

$$L_2 - \Delta L_{\text{СИЗ}} \leq L_{\text{доп}}, \quad (15)$$

где $\Delta L_{\text{СИЗ}}$ — поправка, учитывающая эффективность применения СИЗ в цехах текстильной промышленности, дБ;

$$\Delta L_{\text{СИЗ}} = L_{\text{э}i} + \Delta L_i;$$

$L_{\text{э}i}$ — эффективность СИЗ от шума в i -й октавной полосе частот согласно нормативно-технической документации (по техническому паспорту данного СИЗ или табл. 4 из [8]);

ΔL_i — поправка на надежность защиты от шума, принимаемая в зависимости от частоты звука [8].

Результаты расчета приведены в табл. 3. Их экспериментальная проверка подтвердила регламентированную погрешность ориентировочного метода в пределах 2 дБ [9].

ВЫВОДЫ

На основе ориентировочного метода определения уровней звукового давления в производственных помещениях разработан методика расчета эффективного снижения шума в цехах текстильной промышленности, использующих звукопоглощающие конструкции, и разработана программа на ПЭВМ для оптимального подбора параметров последних с учетом реального спектра шума в цехе текстильного предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.003—83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. — М., Госстандарт, 1984.
2. СН N 3223—85. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах. — М., ГСЭУ, 1988.
3. Щербаков В. И. и др. // Изв вузов. Технология текстильной промышленности. — 1995, № 4. С. 76..81.
4. Руководство по расчету и проектированию шумоглушения в промышленных зданиях. М.: Стройиздат, 1982 г.
5. ОСТ 27-72-218—85. ССБТ. Оборудование для легкой промышленности и производства химволокна. Методы определения характеристик. М.: ВНИИЛтекмаш, 1985.
6. СНиП 11-12—77. Нормы проектирования. Защита от шума. — М.: Стройиздат, 1977.
7. Справочник проектировщика. Защита от шума/Под ред. проф. Е. Я. Юдина. — М.: Стройиздат, 1974.

8. Софоновский В. И. и др. Лабораторные работы по охране труда в текстильной промышленности. — М.: Легпромбытиздат, 1988.

9. Щербаков В. И. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1996, № 2. С. 100...103.

Рекомендована кафедрой проектирования аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности. Поступила 31.10.96
