

Тукибай А., Болатбаева Т.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИССИПАЦИИ ЗВУКОВОЙ ЭНЕРГИИ В БИМЕТАЛЛАХ

A. Tukibai, T.A. Bolatbaeva

STUDY OF ENERGY DISSIPATION AUDIO BIMETAL

УДК: 628.517.2:669 (043)

Для изготовления биметаллических конструкций были использованы легированные сплавы T3, T4, T5, а также стали 18ХГТ и 20Х.

New designs of bimetals on the basis of steels 18ХГТ, 20Х, alloyed steels T3, T4, T5 are developed. Are investigated their mechanical, technological, dampen properties.

Шум стал спутником всей жизни человека. Современный мир «обогатил» жизнь человека шумом самых разных видов [1]. Если 30-40 лет назад шум достигал 70-80 дБ, то сейчас он характеризуется на уровне 90-100 дБ. Шум не только днем досаждает человеку, но что самое вредное – ночью он достигает уровней 60-70 дБ [2]. С каждым годом шум в городе возрастает на 1дБ [3, 4]. Новая техника характеризуется не только высокими техническими данными, но и повышенным уровнем шума. Промышленность всегда характеризовалась высокими уровнями шума (80-110 дБ). Шум оказывает нервное воздействие, угнетает психику человека. Особенно это вредно для людей занятых умственной деятельностью. Шум, производимый самим человеком, ему не так назойлив, как постороннему. Проблема акустического загрязнения в настоящее время весьма актуальна.

Акустическое загрязнение окружающей среды оказывает на человека не меньшее влияние, чем разрушение озонового слоя или кислотные дожди. Широкое внедрение в промышленность новых интенсивных технологий, рост мощности и быстроходности оборудования, широкое использование многочисленных и быстроходных средств наземного, воздушного и водного транспорта, применение разнообразного бытового оборудования – все это привело к тому, что человек на работе, в быту, на отдыхе, при передвижении подвергается многократному воздействию вредного шума, своего рода акустической экспансии.

Повышенный шум отрицательно влияет на нервную и сердечно-сосудистую системы человека, вызывает утомление, раздражение, нарушение сна, агрессивность, способствует психическим заболеваниям. Шум отрицательно влияет на производительность труда. Специалисты утверждают, что за

счет негативных акустических воздействий заболеваемость, например, в городах возрастает на 30%.

Одним из эффективных средств борьбы с производственным шумом является использование демпфирующих металлических и неметаллических материалов. Однако неметаллы не используются для снижения шума соударений из-за их невысоких прочностных характеристик, а металлические материалы, характеризующиеся высокими прочностными свойствами, обеспечивают снижение шума весьма незначительно, поэтому стал вопрос о создании принципиально новых материалов, которые могли бы иметь высокие прочностные характеристики и достаточные демпфирующие свойства. Такими материалами являются биметаллы, которые позволяют получать такое сочетание служебных свойств, которое нельзя получить в одном отдельно взятом металле или сплаве, например: высокую прочность с коррозионной стойкостью, ударную вязкость с износостойкостью, прочность с высокой электро- и теплопроводностью, высокую прочность и достаточные демпфирующие свойства и т.д. До сих пор робкие попытки использовать биметаллы для снижения шума и вибрации не обеспечили решение проблемы, поэтому весьма актуальным является научное исследование, посвященное разработке биметаллов с повышенными демпфирующими свойствами.

В работе исследовали демпфирующие свойства биметаллов.

Как видно из таблицы 1, пониженным звукоизлучением обладают биметаллы (20Х+Ал2), Т3-Т3 (94-96 дБА); Т7-20Х (93-94 дБА); Т4-Т4 (93 дБА); Т5-Т5 (90-92 дБА); Т5-Ал2-15Х (92-94 дБА). Повышенные значения звукоизлучения наблюдаются у биметаллов 20Х-Ал2 (104 дБА); 15Х-Ал2 (104 дБА); Ал2-20Х (104 дБА). Для практических задач по борьбе с шумом, например, для галтовочных барабанов можно рекомендовать биметаллические пластины для стенок барабана: Т3-Т3; Т7-20Х.

Следует отметить, что амплитудно зависимое демпфирование звукоизлучения биметаллов у образца Т4-Т4 наблюдается практически на каждой частоте и по уровню звука.

Таблица 1.

Акустические свойства биметаллов.

Марка биметалла	СС	d, мм	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровень звука, дБА
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
18ХГТ+Т7	T7	11,5	46	48	52	47	51	45	56	68	97	96	99
		8,5	43	47	45	48	49	44	47	61	98	96	98
		6,5	50	46	44	48	51	46	47	55	99	100	102
	18ХГТ	11,5	45	41	48	49	44	45	57	53	96	99	99
		8,5	44	45	46	47	44	47	45	58	98	98	101
		6,5	56	52	48	49	48	41	47	56	97	101	101
20Х +Ал2	20Х	11,5	49	44	49	42	41	49	48	61	99	99	102
		8,5	45	54	49	47	44	40	48	58	100	102	103
		6,5	46	54	50	50	48	47	52	53	100	101	103
15Х+Ал2	15 Х	11,5	43	46	42	44	40	44	47	52	101	104	104
		8,5	41	49	47	42	41	41	42	53	100	103	103
		6,5	50	49	44	42	47	49	50	52	99	99	102
	Ал2	11,5	50	50	59	49	47	47	45	55	101	101	104
		8,5	49	44	48	40	45	49	46	55	100	99	103
		6,5	52	49	57	41	57	48	49	53	101	100	103
T3-T3	15 X	11,5	53	57	50	42	49	50	48	54	102	101	104
		8,5	54	52	45	45	54	50	52	52	99	68	102
		6,5	58	50	54	48	64	50	46	55	99	72	102
	Ал2	11,5	51	48	41	52	52	47	47	51	96	94	96
		8,5	44	52	48	50	48	49	49	51	94	92	94
		6,5	48	48	48	48	42	48	52	56	92	93	94
18ХГТ +20Х	18ХГТ	11,5	46	49	47	46	41	47	44	55	101	102	104
		8,5	57	55	48	54	48	44	45	53	100	103	103
		6,5	52	56	49	48	47	47	48	57	100	100	103
	20Х	11,5	42	50	50	52	44	48	50	59	101	103	104
		8,5	48	52	48	49	48	49	48	51	99	100	102
		6,5	55	55	59	47	47	48	49	55	103	103	106
T7+20Х	T7	11,5	43	50	56	48	49	51	46	53	90	90	93
		8,5	48	54	51	57	55	52	48	54	92	91	94
		6,5	49	52	50	50	54	49	52	55	90	91	93
	20Х	11,5	45	52	44	51	47	44	44	55	99	98	101
		8,5	44	49	47	48	46	55	46	56	100	99	103
		6,5	51	47	48	55	60	58	45	54	96	96	99
18ХГТ +18ХГТ	18ХГТ	11,5	55	48	50	44	57	49	47	46	104	101	104
		8,5	56	46	51	47	52	48	49	52	103	102	104
		6,5	62	55	47	50	54	46	50	51	100	101	103
	15Х+20Х	11,5	44	48	46	48	49	48	52	58	104	100	104
		8,5	45	50	55	50	48	52	48	62	100	99	102
		6,5	51	51	55	49	50	51	49	61	99	96	100
T4-T4	15Х	11,5	49	46	48	48	50	50	50	58	102	102	105
		8,5	51	49	49	47	48	48	50	61	101	102	104
		6,5	49	48	48	48	46	49	52	51	99	99	102
	20Х	11,5	43	52	49	60	48	48	53	62	92	91	93
		8,5	56	50	49	55	46	50	51	52	93	90	93
		6,5	56	49	48	48	48	49	46	54	93	91	93
T5-T5	T5	11,5	46	48	57	57	49	47	45	58	90	92	92
		8,5	49	48	48	49	52	50	41	54	91	90	91
		6,5	55	49	55	56	55	48	41	57	90	88	90
	20Х+Ал2+20Х	11,5	48	49	44	54	49	42	48	58	103	102	105
		8,5	46	49	43	56	57	42	52	52	101	101	104
		6,5	44	47	49	44	48	49	53	55	99	97	99
18ХГТ+Ал2+18ХГТ	18ХГТ	11,5	47	48	44	58	55	41	50	62	103	102	105
		8,5	55	49	46	54	49	48	49	52	100	101	103
		6,5	59	54	58	62	58	53	51	53	99	98	102
	18ХГТ+Ал2+18ХГТ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

18ХГТ +Ал2+20Х	Ал2	11,5	56	53	52	56	49	41	47	64	103	103	106
		8,5	55	58	55	55	48	42	51	55	101	100	102
		6,5	54	58	56	52	49	47	52	53	100	101	103
	20 Х	11,5	44	46	48	50	48	48	50	63	101	102	104
		8,5	56	54	55	58	47	51	49	54	99	99	102
		6,5	48	52	52	52	48	52	41	55	98	98	101
T5 +Ал2+15Х	Ал2	11,5	49	48	48	46	49	52	46	65	90	92	93
		8,5	48	46	49	48	48	48	45	54	91	93	93
		6,5	47	49	50	49	47	49	44	55	91	94	94
	15Х	11,5	49	48	46	46	48	48	43	56	91	90	93
		8,5	48	49	45	48	48	49	42	54	90	92	92
		6,5	46	48	48	47	48	48	41	52	89	92	92

В таблице 2 представлены акустические характеристики исследованных биметаллов (уровни звука и скорость затухания звука при соударениях предел прочности и ударная вязкость). Как видно из экспериментальных данных, минимальными значениями по уровням звука обладают биметаллы T5+T5 (91дБА), T5+Ал2+20Х (92дБА), T4+T4 (93дБА), ТЕБМ-5 (92дБА), ТЕБМ-4 (93дБА), T3+T3 (94дБА), ТЕБМ-1 (95дБА), ТЕБМ-3 (95)дБА. В целом биметаллические материалы генерируют шум при соударениях значительно меньше, чем литые стали.

Таблица 3 показывает не только малошумные биметаллы, но и дает информацию конструкторам и

технологам при проектировании машин и механизмов, показывает прочностные свойства. Например, биметалл Т3+Т3 предпочтительнее, чем биметалл ТЕБМ-5, хотя уровень звука у биметалла ТЕБМ-5 – 92дБА, а у Т3+Т3 – 94дБА. Зато прочность у биметалла Т3+Т3 составляет 525 МПа против 495 МПа биметалла ТЕБМ-5.

Исходя из этого можно отметить биметаллы, обладающие повышенной прочностью и пониженным звукоизлучением: T5+T5 (91дБА, 515 МПа), T3+T3 (94дБа, 525 МПа), ТЕБМ-5 (92дБА, 495МПа), ТЕБМ-3 (95дБА, 470 МПа), T7+20Х (94дБА, 480МПа).

Таблица 2.

Акустические и прочностные свойства исследованных биметаллов.

№ п/п	Марка биметалла	σв, МПа	a _н , Дж/см ²	Q ¹ ·10 ⁻³	L _A , дБА	V _{c33} , дБА/с
1	2	3	4	5	6	7
1	ТЕБМ-1	425	60	18	95	430
2	ТЕМБ-2	460	65	15	94	450
3	ТЕМБ-3	470	63	12	95	500
4	ТЕБМ-4	450	62	11	93	560
5	ТЕБМ-5	495	58	12	92	580
6	ТЕБМ-6	380	59	14	93	600
7	ТЕБМ-7	360	64	16	96	420
8	ТЕБМ-8	420	66	13	98	430
9	ТЕБМ-9	430	70	19	99	480
10	ТЕБМ-10	510	62	11	97	520
11	ТЕБМ-11	450	64	12	98	630
12	18ХГТ+T7	410	62	14	98	520
13	20Х+Ал2	460	58	15	103	430
14	15Х+Ал2	480	59	22	103	420
15	18ХГТ+20Х	410	56	19	103	420
16	T7+20Х	480	62	22	94	410
17	18ХГТ+18ХГТ	490	54	18	104	440
18	15Х+20Х	460	58	13	100	460
19	T4+T4	485	59	35	93	750
20	T5+T5	515	61	38	91	780
21	20Х+Ал2	410	62	19	104	470
22	18ХГТ+Ал2+20Х	420	61	24	102	480
23	T5+Ал2+15Х	421	62	21	92	490
24	T3+T3	525	63	39	94	830
25	18ХГТ+Ал2+18ХГТ	410	62	25	103	500

Таблица 3.

Уровни звукового давления биметаллов.

№ п/п	Марка стали	УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровень звука, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	ТЕБМ-1	46	47	51	46	51	45	57	66	94	92	95
2	ТЕМБ-2	45	46	50	47	50	42	55	65	93	92	94
3	ТЕМБ-3	44	45	51	46	51	41	56	64	92	93	95
4	ТЕБМ-4	43	44	52	48	53	46	54	63	91	91	93
5	ТЕБМ-5	42	43	50	44	52	47	53	67	90	91	92
6	ТЕБМ-6	41	44	50	43	54	48	57	65	92	90	93
7	ТЕБМ-7	42	47	51	43	55	49	56	64	95	94	96
8	ТЕБМ-8	42	47	52	44	56	44	56	66	97	96	98
9	ТЕБМ-9	43	46	53	47	57	43	55	67	97	97	99
10	ТЕБМ-10	44	45	51	46	55	42	54	63	96	95	97
11	ТЕБМ-11	47	44	51	45	54	42	53	64	97	96	98

На рисунке 1 представлены акустические характеристики биметаллов Т1:45; Т2:45; Т3:45; Т4:45; Т5:45; Т6:45; Т7:45; Т8:45. Максимум УЗД наблюдается на частоте 8000 Гц, минимум – на частоте (500-1000) Гц. Это объясняется конструкцией биметалла, характером соударения, собственными частотами образца.

На рисунке 2 представлены сравнительные характеристики уровней звукового давления сталей 08, 25, биметаллов Т5:45; Т6:45. Как видно из рисунка 2, уровни звукового давления сталей 08 и 25 значительно выше, чем у биметаллов. Причиной этого являются демпфирующие свойства биметаллов, которая объясняется резким изменением скорости звука при соударении в структуре биметалла. Особенно диссипация звуковой энергии происходит в промежуточном слое биметалла – между основным и плакирующим слоями.

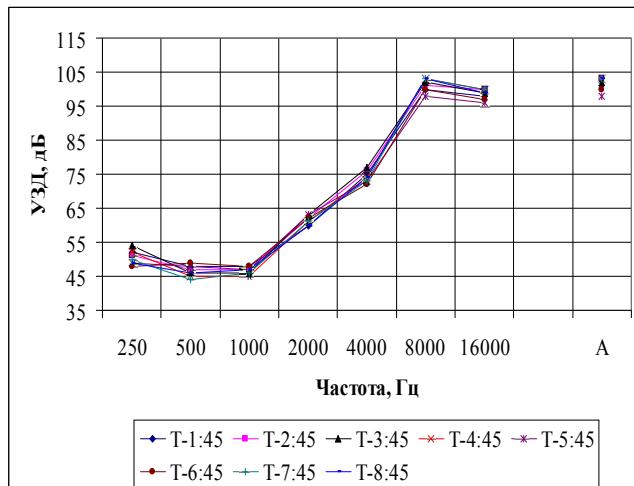


Рис. 1. Акустические характеристики биметаллов на основе стали 45.

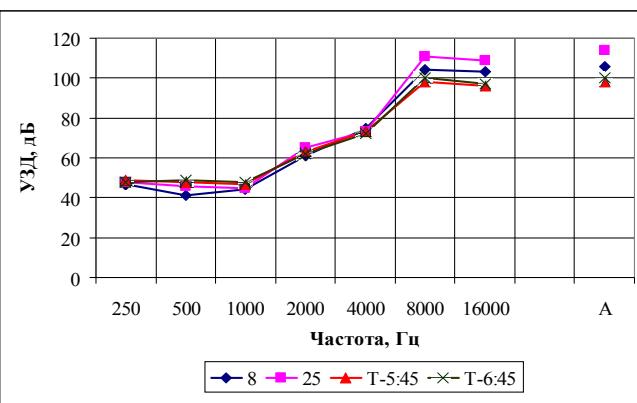


Рис. 2. Сравнение характеристик УЗД ст. 08, 25 со Т-5:45, Т-6:45.

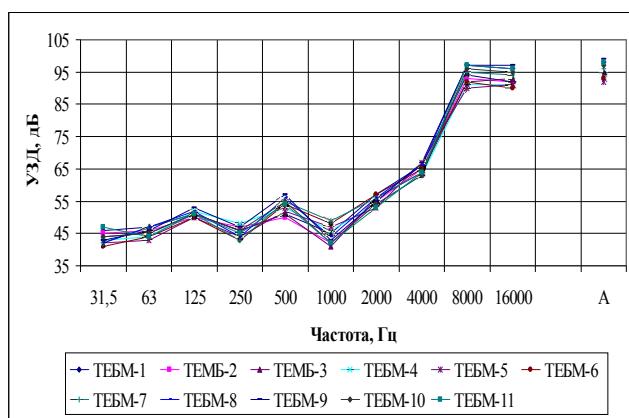


Рис. 3. Характеристика УЗД биметаллов.

Заключение: Разработаны новые конструкции биметаллов на основе сталей 18ХГТ, 20Х, легированных сталей Т3, Т4, Т5. Исследованы их механические, технологические, демпфирующие свойства.

Литература:

1. Графкина М.В. Охрана труда и производственная безопасность. – М.: Проспект, 2007. – 424 с.
2. САНПиН РК № 3.01.035-97. Предельно-допустимые уровни шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки. – Алматы: Минздрав РК, 1997. - 9 с.
3. Белоусов В.Н., Прутков В.Г., Шицкова А.П. Борьба с шумом в городах. - М.: Стройиздат, 1987. - 248 с.
4. Карагодина И.Л. Гигиенические вопросы влияния планировки городов на шумовой режим // Гигиенические аспекты снижения шума в районах новой застройки.: Сборник научных трудов Московского НИИ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. - М.: Наука, 1979. - С. 24-57.

Рецензент: д.т.н. Осмонов К.А.