

Уменов Т.Е.

ДЕМПФИРУЮЩИЕ УГЛЕРОДИСТЫЕ СТАЛИ, ЛЕГИРОВАННЫЕ ХРОМОМ, КАЛЬЦИЕМ ДЛЯ ТЕХНИКИ БОРЬБЫ С ШУМОМ

УДК : 628.517.2:669

Уровень производственного шума и вибраций вырос в связи с ростом мощностей и скоростей машин и механизмов. Шум находится в числе лидирующих факторов загрязнения окружающей среды, при этом уровень шума, воздействующий на человека, удваивается каждые 10 лет [1].

Шум в 130 дБ вызывает у человека болевые ощущения, а в 150 дБ становится невыносимым. Шум в 180 дБ вызывает усталостное разрушение металлов, а в 190 дБ вырывает заклепки из конструкций.

Статистика показывает, что около 80% поломок и аварий в машиностроении являются следствием резонансных колебаний. Значительно возрос в последние годы уровень промышленных шумов и вибраций.

Борьба с шумами и вибрациями в технике является сейчас одной из самых актуальных проблем. Решение задачи снижения уровня шумов и вибраций важно для всех отраслей народного хозяйства и в первую очередь - общего и специального машиностроения.

Основными методами борьбы с шумами и вибрациями в промышленности являются: 1) изоляция источника вибраций от основной конструкции; 2) увеличение жесткости конструкции с целью уменьшения амплитуды вибрации; 3) расстройка системы резонанса; 4) применение специальных демпферных устройств; 5) использование конструкционных материалов с высокой демпфирующей способностью.

В последнее время для деталей машин и механизмов, работающих в режиме циклического нагружения, все больше применяют материалы с высокой демпфирующей способностью; их использование становится одним из основных способов эффективного снижения вредных шумов и вибраций. Этому в значительной мере способствует прогресс в создании подобных материалов. Основным ограничением широкого использования указанных материалов с высокой демпфирующей способностью в промышленности является дороговизна некоторых материалов, их малый ассортимент, а также не всегда удовлетворяющий конструкторов комплекс физико-механических характеристик, в первую очередь прочностных. Наиболее, известными сплавами высокого демпфирования, нашедшими промышленное применение в мировой практике, являются сплавы на марганцевомедной и никелькобальтовой основах, а также сплавы магния.

В качестве объекта исследования выбрали как стандартные сплавы, так и новые выплавленные (таблица 1). Исследовали вибрационные (уровень виброускорения, общий уровень виброускорения) характеристики сплавов. Опытные сплавы выплавлялись в тигельной индукционной печи емкостью 6-12 кг с основной футеровкой. Исходным материалом служило армко-железо. Легирование производилось 97,6%-ным металлическим марганцем, 77,5%-ным FeSi, и т.д. Углеродсодержащей добавкой служил синтетический чугун с содержанием 3,9% С. Сплавы отливали в металлические изложницы размерами 210×115×115 мм. Нижнюю часть слитка отрезали и не использовали для исследований.

Таблица 1

Химический состав и механические свойства исследованных сталей

№ п/п	Марка стали	Химический состав, % вес					Механические свойства			
		C	Si	Mn	Cr	Другие элементы	σ_b , МПа	δ_5 , %	ψ , %	E, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	65	0,6-0,7	0,17-0,37	0,5-0,8	$\leq 0,25$	$\leq 0,25$ Ni	1000	10	35	210 000
2	60Г	0,57-0,65	0,17-0,37	0,7-1,0	$\leq 0,25$	$\leq 0,25$ Ni	1000	8	30	210 930
3	У7	0,65-0,74	0,15-0,35	0,2-0,4	0,30	$\leq 0,03$ S $\leq 0,035$ P	650	15	-	211 600
4	Т-9	0,75	0,25	0,84	0,45	0,1 Ca	960	12	38	205 000
5	Т-10	0,66	0,22	0,55	0,48	0,1 Ca	990	9	35	210 000
6	Т-11	0,78	0,31	0,79	0,28	0,1 Ca	650	15	-	206 000
7	Т-12	0,64	0,29	0,56	0,24	0,1 Ca	670	10	-	209 000

δ_5 – относительное удлинение после разрыва, %

E* – после закалки и отпуска

Для исследования были выбраны рессорно-пружинные стали 60Г, 65, У7 и демпфирующие разработанные новые рессорно-пружинные стали Т-9, Т-10, Т-11 и Т-12, механические характеристики которых приведены в таблице 1.

Слитки подвергались горячей ковке по технологии: нагрев до 1100 °С, выдержка 0,5 ч. и ковка с промежуточными подогревами до 1100 °С. Закалка проводилась по режиму: нагрев до $A_{c3} + 50$ °С, выдержка 0,5 ч., охлаждение в масле. Нагревание проводилось в кварцевых ампулах (вакуум порядка 10^{-3} атм.) муфельной печи. Поверхности пластин шлифовались по 7-му классу чистоты. Отклонения от размеров не превышали 0,1 мм. Выплавка, термообработка и механическая обработка всех образцов проводились по единой технологии на одном и том же оборудовании.

На основе аналитического обзора устройств для исследования шума соударений (от установки Н.И. Дреймана 1968г. до установки «КазНТУ- 2006») была разработана новая установка для исследования вибрации и шума «КазНТУ-2007» (рисунок 1).

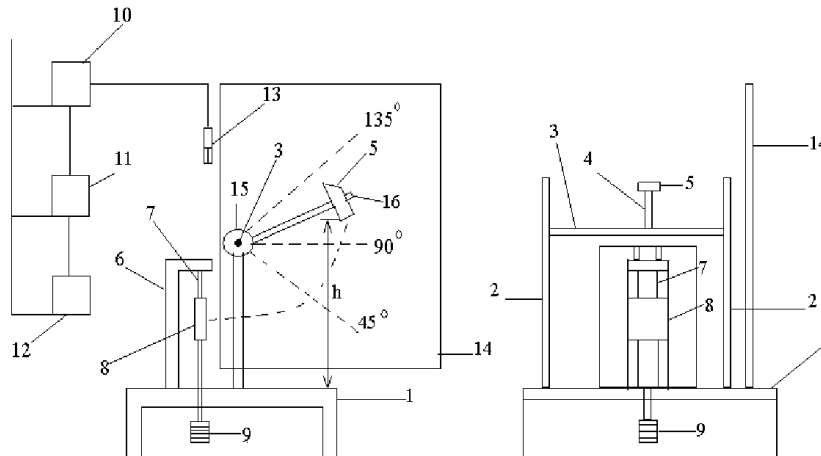


Рисунок 1 – Установка «КазНТУ-2007» для исследования вибрации и шума соударений металлических плоских образцов

Устройство «КазНТУ-2007» включает в себя следующие элементы: основание (1); стойку (2); ось (3); стержень ударника (4); ударник (5); кронштейн крепления образца (6); нити крепления образца (7); образец (8); груз (9); шумомер (10); осциллограф (11); самописец (12); микрофон (13); шкалу отклонения ударника (14); фиксатор (15); гайку (16).

Устройство «КазНТУ-2007» работает следующим образом. Образец 8 крепится в сплетении туго натянутых нитей 7 за счет относительно тяжелого по отношению к образцу груза (вес груза 20 кг). Ударник 5 отклоняется от нижней точки на определенный угол, который определяется как по шкале 14, так и по высоте h . Затем ударник отпускается, и он под собственным весом падает и совершает соударение с образцом. Уровень вибрации от соударения измеряется трехканальным виброметром общей и локальной вибрации «Октава-101В» (10), кривую затухания ударного процесса регистрируют осциллограф (11) и самописец (12). После соударения ударник останавливается фиксатором (15), предохраняющим от повторного удара.

Ударник (5) представляет собой молоток с массой ударника 218 г, который крепится к стержню (4) с помощью гайки 16. Ударник (5) может совершать удары с разной силой, т.к. имеется возможность отклонять его под разным углом от положения равновесия. В работе использовали четыре варианта: когда ударник отклоняется на 30° ($h_1 = 7$ см), 45° ($h_2 = 10$ см), 75° ($h_3 = 12$ см), 90° ($h_4 = 17$ см). На установке исследовали стальные пластинчатые (50x50x5 мм) образцы.

При измерениях был использован стальной ударник в виде молотка ударника.

Уровни звукового давления исследовали в октавных полосах частот в диапазоне 1000-31500 Гц, уровни виброускорения – в диапазоне 31,5-31500 Гц. Уровень звука – по шкале «А», общий уровень виброускорения – по характеристике «Lin».

Такой выбор частот (31500 Гц - практически область ультразвука) вызван тем, что в соответствии с методом подобия акустических явлений ($\frac{f_2}{f_1} = \frac{a_1}{a_2}$, где f_1 и a_1 – частота и размеры модели; f_2 и a_2 – частота и размеры реального узла), физическое моделирование акустических процессов осуществляют на более высоких, по сравнению с реальными условиями, частотах.

Для измерения уровней виброускорения использовали шумовиброизмерительную аппаратуру фирмы «Брюль и Кьер» модели 2204, при этом вибродатчик прикрепляли к образцу с помощью шпильки с резьбой М5.

В настоящей работе была поставлена задача оценить акустические и вибрационные характеристики рессорно-пружинных стале 65, 60Г, У7, которые используются для изготовления пружин, рессор. Помимо этого была поставлена задача разработать новые марки демпфирующих рессорно-пружинных стале. Были исследованы рессорно-пружинные стали размерами 50×50×5 мм.

Вибрационные характеристики исследованных рессорно-пружинных стале (65, 60Г, У7) и новых разработанных стале, Т-9, Т-10, Т-11 и Т-12 представлены в таблицах 2, 3 и на рисунках 2-5.

В таблице 2 представлены вибрационные характеристики образцов (пластины размером 50×50×5 мм) из рессорно-пружинных стале 65, 60Г, У7, после соударения с ударниками с различной кинетической энергией, определяемой высотой падения ударника.

В таблице 2 и рисунках 2-4, представлены характеристики вибрации образцов стандартных стале 65, 60Г, У7 при соударениях с ударником разной кинетической энергией.

Таблица 2

Вибрационные характеристики стандартных рессорно-пружинных стале (РПС)

№ п/п	Ма-рка РПС	Высота ударника перед соударением, см	Уровни виброускорения, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц											ОУВУ, дБ
			Гц											
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	31500	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	65	h ₁	69	64	65	67	69	66	67	66	65	72	72	112
		h ₂	84	79	79	84	58	57	57	57	57	59	55	122
		h ₃	73	65	69	71	59	56	55	56	65	85	95	125
		h ₄	59	57	59	66	62	59	58	95	94	95	94	127
2	60Г	h ₁	71	66	67	67	71	68	67	69	67	74	72	117
		h ₂	84	84	74	84	64	64	64	66	65	69	65	118
		h ₃	75	69	76	75	64	69	65	65	82	62	67	120
		h ₄	66	67	69	69	65	65	63	64	87	87	94	124
3	У7	h ₁	71	71	74	69	69	68	68	69	67	75	78	119
		h ₂	84	75	74	84	64	69	68	68	69	75	76	120
		h ₃	75	82	81	76	64	65	65	69	67	69	66	122
		h ₄	64	67	69	68	67	71	71	62	92	87	94	121

Таблица 3

Вибрационные характеристики образцов РПС (пластины 50×50×5 мм)

№ п/п	Мар-ка РПС	Высота ударника перед соударением, см	Уровни виброускорения, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц											ОУВУ, дБ
			Гц											
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	31500	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Т-9	h ₁	58	61	71	67	58	60	56	55	57	62	55	106
		h ₂	57	55	66	63	61	58	58	68	61	53	57	122
		h ₃	74	96	95	93	73	57	58	59	57	61	67	129
		h ₄	86	86	39	86	64	60	54	61	59	59	58	131
2	Т-10	h ₁	74	84	74	57	61	58	55	55	59	58	56	97
		h ₂	76	79	73	75	71	67	68	68	69	54	59	98
		h ₃	69	68	68	66	58	61	58	59	57	57	56	104
		h ₄	59	58	58	58	68	74	84	84	88	88	84	127
3	Т-11	h ₁	73	77	74	68	58	55	58	75	89	85	84	96
		h ₂	82	90	86	75	76	62	62	61	66	61	67	97
		h ₃	79	64	66	61	59	58	58	59	55	55	54	98
		h ₄	66	59	57	64	61	61	94	88	82	94	96	99
4	Т-12	h ₁	75	84	76	58	61	57	57	57	60	59	57	99
		h ₂	77	78	77	76	72	66	69	69	71	55	61	101
		h ₃	72	69	69	67	59	60	61	64	62	59	58	104
		h ₄	63	62	62	59	69	77	86	85	89	89	82	127

Вывод: Разработан новый демпфирующий сплав Т-9 для снижения шума в источнике возникновения на основе следующего химического состава: 0,75% С; 0,25% Si; 0,84% Mn; 0,45% Cr; 0,1% Са; остальное- железо, который может быть рекомендован для деталей машин и механизмов с целью снижения шума и вибрации.

Литература:

1. Langley John M. Noise. The third pollution 29th Electrical Furnace Conference, Toronto Meet, 1971, Proc. Vol. 29. New. York. 1972, P. 67-78.
 2. Kuwana Sonoko. Nihon on Kyo gakkaiishi // *J Acoust. Jap.* – 1996. 52, №11- С.891-895.
 3. Akamamsu Katsuji. Nihon on Kyo gakkaiishi // *J. Acoust. Soc. Jap.* – 1996. 52, №11 С.900-904.
 4. Утепов Е.Б., Национальный обзор по охране труда в Республики Казахстан.//Труды шестой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, валеология, защита человека в ЧС, токсикология), часть I, Алматы, 2004, С. 69-120.
-