

УДК 628.517.2:669

Чугуны с повышенным демпфированием звуковой энергии

Е.Б. УТЕПОВ, д.т.н., профессор кафедры БЖ,

С.Т. КАЛДЫБАЕВА., докторант PhD,

М.У. АЛИМАНОВА, докторант PhD,

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева (г. Алматы),

Ключевые слова: чугун, виброускорение, сплав, характеристика, соударение, шар-ударник, шум, демпфирование.

Развитие производственных мощностей современного оборудования в горно-металлургическом комплексе приводит к неуклонному возрастанию вредного для человеческого организма шума и вибраций, что ухудшает условия труда непосредственно работающего на нем персонала. Проблема шума является одной из острейших проблем развития современной цивилизации. Неблагоприятное акустическое воздействие в той или иной мере ощущает почти каждый второй житель нашей планеты.

Воздействие шума на организм человека в условиях горного производства протекает на фоне других неблагоприятных факторов производственной среды (вибрация, запыленность и т.д.). Комбинированное действие этих факторов усиливает вредное влияние шума на организм. Наиболее перспективным методом снижения шума ударного происхождения является использование металлических материалов на основе железа (стали и сплавов) с повышенными демпфирующими свойствами. Такими материалами являются сплавы железа с углеродом (стали и чугуны). Стали и чугуны – самые распространенные конструкционные материалы, из которых изготавливается большинство

конструктивных элементов машин и механизмов, работающих в режиме соударений.

Задачи исследований: разработать новые демпфирующие металлические материалы на основе железа (чугуны).

Вибрационные характеристики исследованных стандартных чугунов (СЧ20, СЧ15, СЧ10, СЧЦ1, СЧЦ2) и таких новых демпфирующих сплавов чугуна, как ЕА-1, ЕА-2 и ЕА-3, представлены в таблицах 1, 2 и на рисунках 1-3.

В таблице 2 представлены вибрационные характеристики образцов (пластины размером 50x50x5 мм) из стандартного серого чугуна СЧ20, СЧ15, СЧ10 и антифрикционные (Т-образные) СЦ1, СЦ2 после соударения с шарами-ударниками диаметрами $d=9,5$ мм, $d=12,7$ мм, $d=15,2$ мм и $d=18,3$ мм из стали ШХ15.

Характер кривых уровней виброускорений (УВУ) имеет следующий вид:

- уровни виброускорения исследованных образцов изменяются в диапазоне 51-128 дБ;
- максимумы уровней виброускорения наблюдаются на частотах 63-250 Гц, 2000 Гц, 16 000 Гц и 31 500 Гц;

Таблица 1 – Химический состав исследуемых сплавов чугуна и стали

№ п/п	Марка сплавов, образцов	Химический состав, % вес								
		C	Si	Mn	Cr	Al	Ni	S	P	Cu
1	СЧ20	3,3-3,5	1,4-2,4	0,7-1	-	-	-	0,15	0,2	-
2	СЧ15	3,5-3,7	2,2-2,4	0,5-0,8	-	-	-	0,15	0,2	-
3	СЧ10	3,5-3,7	2,2-2,6	0,5-0,8	-	-	-	0,15	0,3	-
4	СЧЦ1	3,2-3,6	-	0,6-0,9	0,2-0,55	0,1-0,15	0,3-0,4	0,2-0,55	0,15	0,2-0,3
5	СЧЦ2	3,2-3,6	-	0,6-0,9	0,2-0,55	0,1-0,15	0,3-0,4	0,2-0,55	0,15	0,2-0,3
6	1К	3,3-3,5	1,5-2,6	0,8-1,1	0,8-0,85	-	-	0,20	0,22	-
7	2К	3,3-3,5	1,6-2,7	0,8-1,1	0,85-1,1	-	-	0,14	0,23	-
8	3К	3,3-3,5	1,7-2,7	0,8-1,1	0,9-1,3	-	-	0,18	0,25	-
9	Ст. 45	0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	0,25	-	0,25	0,04	0,035	0,25

Таблица 2 – Вибрационные характеристики стандартных чугунов (пластины 50x50x5 мм)

№ п/п	Марка чугуна	Диаметр шароударника, d, мм	Уровень виброускорения, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц											ОУВУ, дБ
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	31500	
1	СЧ20	9,5	71	74	76	66	57	52	53	73	88	83	82	95
		12,7	81	87	87	72	75	59	59	60	61	59	65	94
		15,2	77	61	61	59	57	54	54	55	53	54	51	97
		18,3	65	55	54	61	58	59	92	84	80	92	91	97
2	СЧ15	9,5	59	58	68	64	53	56	52	53	54	58	50	105
		12,7	51	53	63	60	58	55	54	60	59	54	53	120
		15,2	70	98	94	91	70	54	55	55	54	58	63	126
		18,3	88	88	85	84	61	57	52	58	58	56	54	129
3	СЧ10	9,5	71	85	70	56	58	51	53	53	55	52	52	91
		12,7	78	75	70	72	69	64	65	67	67	54	57	96
		15,2	65	66	65	64	55	58	54	56	54	54	53	102
		18,3	57	52	54	55	64	71	81	82	83	85	82	126
4	СЧЦ1	9,5	114	96	68	68	65	63	61	69	72	73	74	120
		12,7	114	113	108	105	101	73	74	55	58	58	57	128
		15,2	113	113	109	100	96	73	102	112	102	87	86	128
		18,3	107	110	103	96	92	96	97	97	97	68	63	122
5	СЧЦ2	9,5	112	108	60	47	48	47	46	44	44	43	42	119
		12,7	110	106	105	96	84	80	81	82	83	83	82	128
		15,2	112	106	110	81	68	67	66	66	67	66	65	125
		18,3	115	111	114	80	58	57	53	55	57	56	55	126

– минимумы уровней виброускорений образцов характерны для частот 63-16 000 Гц (52-54 дБ);

– максимальные значения уровней виброускорений сравниваемых образцов характерны при соударениях с шаром-ударником диаметром d=18,3 мм;

– минимальные значения уровней виброускорений сравниваемых образцов характерны при соударениях с шарами-ударниками диаметрами d=9,5 мм и d=15,2 мм;

– максимумы уровней виброускорения по характеристике «Lin» у образцов СЧ20, СЧ15, СЧ10, СЧЦ1 и СЧЦ2 наблюдаются при соударении шарами-ударниками диаметрами d=15,2 мм и d=18,3 мм (127-129 дБ).

При исследовании характеристик звукоизлучения сплавов обнаружено амплитудно-зависимое демпфирование виброускорения. Амплитудно-зависимое демпфирование (АЗД) виброускорения заключается в том, что при соударении шара-ударника большей массы с образцом генерирует уровень виброускорения меньшего значения, чем при соударении шара-ударника меньшей массы. Амплитудно-зависимое демпфирование обнаружено в следующих случаях.

На рисунке 1 представлены характеристики виброускорений образца СЧ20 при соударении. В соот-

ветствии с рисунком на частоте 500 Гц при соударении образца СЧ20 шаром-ударником диаметром d=12,7 мм УВУ=75 дБ, а при соударении образца СЧ20 с шаром-ударником диаметром d=15,2 мм УВУ=57 дБ. Эффект АЗД=18 дБ.

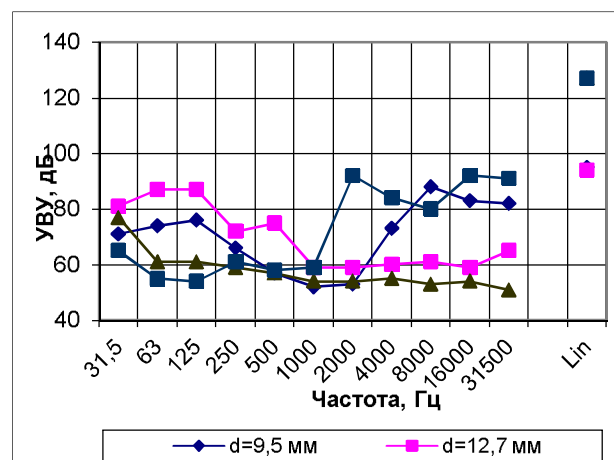


Рисунок 1 – Характеристики виброускорений образца СЧ20 при соударении

На рисунке 2 представлены характеристики виброускорений образца СЧ15 при соударении.

В соответствии с рисунком 2 максимальный эффект амплитудно-зависимого демпфирования обнаружен на частоте 31 500 Гц при соударении образца СЧ15 с шаром-ударником диаметром $d=15,2$ мм УВУ=63 дБ, а при соударении СЧ15 с шаром-ударником диаметром $d=18,3$ мм УВУ=54 дБ. Эффект $\Delta AЗД=9$ дБ.

На частоте 63 Гц при соударении образца СЧ15 шаром-ударником диаметром $d=15,2$ мм УВУ=98 дБ, а при соударении образца СЧ15 с шаром-ударником диаметром $d=18,3$ мм УВУ=88 дБ, т.е. меньший по массе шар-ударник $d=15,2$ мм генерирует уровень виброускорения повышенного значения, чем при соударении с шаром-ударником $d=18,3$ мм. Эффект $\Delta AЗД=10$ дБ.

В соответствии с рисунком 3 максимальный эффект амплитудно-зависимого демпфирования обнаружен на частоте 500 Гц при соударении образца СЧ10 с шаром-ударником $d=12,7$ мм УВУ=69 дБ, а при соударении образца СЧ10 с шаром-ударником диаметром $d=15,2$ мм УВУ=55 дБ, т.е. меньший по массе шар-ударник $d=12,7$ мм генерирует уровень виброускорения повышенного значения, чем при соударении с шаром-ударником диаметром $d=15,2$ мм. Эффект $\Delta AЗД=14$ дБ.

На рисунке 3 представлены характеристики виброускорений образца СЧ10 при соударении.

На частоте 8000 Гц при соударении образца СЧ10 шаром-ударником диаметром $d=12,7$ мм УВУ=67 дБ, а при соударении СЧ10 шаром-ударником диаметром $d=15,2$ мм УВУ=54 дБ. Эффект $\Delta AЗД=13$ дБ.

Выводы

1. Обзор литературы позволил оценить методы снижения шума соударений и выбрать один из самых оптимальных – использование демпфирующих металлических материалов в источнике возникновения.

2. При исследовании характеристик звукоизлучения сплавов обнаружено амплитудно-зависимое демпфирование виброускорения. Амплитудно-зависимое демпфирование виброускорения заключается в

том, что при соударении шара-ударника большой массы с образцом генерирует уровень виброускорения меньшего значения, чем при соударении шара-ударника меньшей массы.

3. Сравнительный анализ уровней звукового давления разработанных и стандартных сталей позволил выявить самый «тихий» сплав при соударениях, который рекомендуется для конструкторов и технологов.

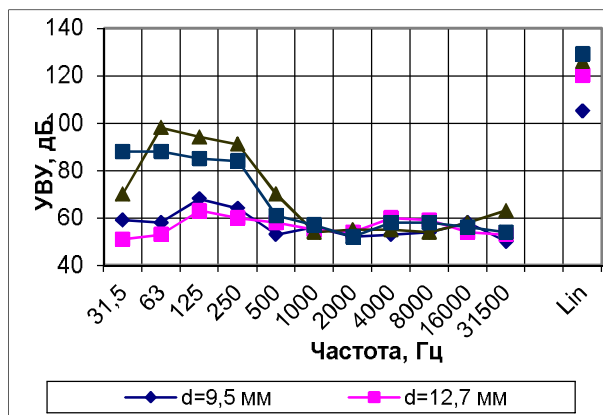


Рисунок 2 – Характеристики виброускорений образца СЧ15 при соударении

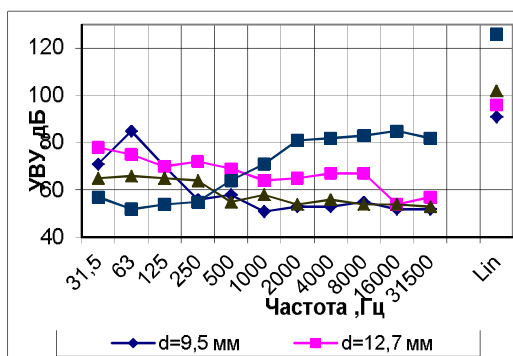


Рисунок 3 – Характеристики виброускорений образца СЧ10 при соударении

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фавстов Ю.К., Шульга Ю.Н., Рахштадт А.Г. Металловедение высокодемпфирующих сплавов. М.: Металлургия, 1980. 272 с.
2. Утепов Е.Б., Лидтке В.Ю., Мякотин В.Н., Утепов Т.Е. // Снижение шума в направляющих трубах токарных автоматов. Алматы: Шевченко, 1998. С.72.
3. Утепов Е.Б., Утепова А.Б., Еркоңыр А.К. и др. Влияние производственного шума на организм человека // Сб. науч. тр. «Безопасность жизнедеятельности (охрана труда, защита человека в чрезвычайных ситуациях, экология, валеология, токсикология, экономика и организация производства). Алматы, 2005. Вып. 2. С.43-50.