

Утепов Е.Н.

НАПРАВЛЯЮЩАЯ ТРУБА ТОКАРНОГО АВТОМАТА С ПОНИЖЕННЫМ ЗВУКОИЗЛУЧЕНИЕМ

E.N. Uteпов

GUIDE TUBE CNC AUTOMATIC LOW SOUND RADIATION

УДК:628,517

В работе исследованы шумовые характеристики направляющих труб токарных автоматов (НТТА). Использована установка УШНТЕ-1, моделирующая НТТА. Получены демпфирующие сплавы, обеспечивающие снижение шума при соударениях. Исследовано влияние термообработки на эффект шумоизлучения.

The noise characteristics are the guiding tubes lathes NTTA. Used USNTE-1 installation, simulating the NTTA. Received damping alloys that reduce noise at soudoreniah. Influence of heat treatment on the effect of noise.

Снижение шума в жизнедеятельности человека становится актуальной проблемой. Шум наносит вред не только здоровью людей, но и экономике страны. Так люди, занятые трудом умственной напряженности, делали на фоне шума в 70 дБ почти в два раза больше ошибок, чем в тишине. Работоспособность занятых умственным трудом падает примерно на 60%, а физическим - на 30% [1].

Шум ударного происхождения наиболее характерен для промышленности (металлургия, машиностроение, транспорт) и обуславливает соударение машин и механизмов в процессе работы. Эта проблема относится к числу наиболее актуальных проблем, связанных с оценкой поведения различных конструкций в условиях воздействия интенсивных импульсивных нагрузок, которые возникают при эксплуатации современного оборудования. Анализ литературных данных показал, что наиболее распространен метод исследования на моделях процессов соударения в лабораторных условиях с целью разработки материалов и конструкций с повышенными демпфирующими характеристиками, низким звук излучением, Методы, использующие звук излучением в качестве критерии оценки демпфирующих свойств сталей и сплавов, наиболее адекватно воссоздают картину звук излучения, характерную для реальных условий в процессе производства.

В этой связи исследования, направленные на снижение шума ударного происхождения в машиностроении, влияющие на тугоухость работников являются весьма актуальными.

Целью работы является снижение шума ударного происхождения в направляющих трубах токарных автоматов.

В настоящее время разработано не так много малозумных направляющих труб токарных автоматов. Наиболее известны из них:

- трубы Новочеркасского станкостроительного завода (НСЗ) с использованием пружины переменного диаметра (НСЗ), рис. 1а;
- трубы Горьковского автомобильного завода с ребристыми полиэтиленовыми втулками (ГАЗ), рис. 1-б;
- труба ВНИИОТ (Ленинград) с двумя соосно располагающимися трубами (ВНИИОТ), рис. 1в.

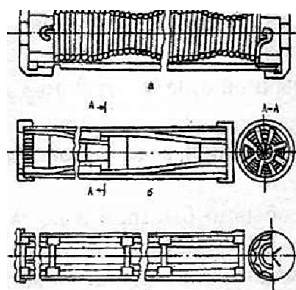


Рис. 1. Малошумные направляющие трубы конструкции [2]:

а - Новочерского станкостроительного завода; б - Горьковского автомобильного завода; в - ВНИИОТ ВЦСПС (г. Ленинград).

Исследования шума ударного происхождения осуществляли на установке УШНТЕ-1. (рис. 2)

Схема установки представлена на рис.3. Она состоит из токарного автомата (1), направляющей трубы (2) которая крепится к полу (13) посредством хомутов (5). Стойки (3) крепления направляющей трубы установлены на виброизолирующие опоры (6). Фиксация уровня шума осуществляется микрофоном (10), подключенным к импульсному шумомеру (7) 00017 фирмы RFT. Шумомер (7) последовательно подсоединен к осциллографу (8) и к самописцу (9). Обрабатываемый пруток (4) закреплен к шпинделю (14) токарного автомата. Демпфирующие элементы (12, рис.4) крепятся с помощью винтов крепления.

Установка работает следующим образом. Обрабатываемый пруток (4) устанавливается через дальний от станка конец трубы и зажимается в шпинделе (14).

Микрофон (10) импульсного шумомера (7) располагается на высоте 50 см от направляющей трубы (2) по центру трубы.

Шум от соударений прутка (4) и направляющей трубы (2) фиксируется не только шумомером (7), но и осциллографом (8) и самописцем (9).

Установка направляющей трубы и ее замена осуществляется за счет винтов крепления (15).

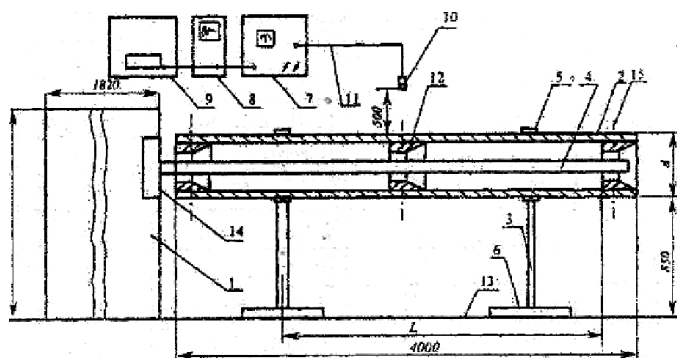


Рис.2. Установка для исследования шума направляющих труб токарных автоматов УШНТЕ-1 1-токарный автомат 1В116П; 3- направляющая труба; 3-стойки направляющей трубы; 4-обрабатываемый пруток; 5-хомут крепежный; 4- 6- виброизолирующие опоры; 7- шумомер; 8- осциллограф; 9- самописец; 10-микрофон; 11- соединительные провода; 12-демпфирующие элементы; 13- пол цеха; 14- шпиндель станка; 15- винты крепления.

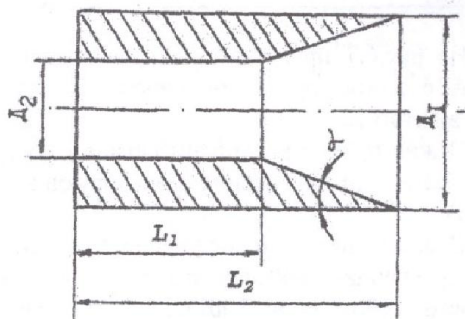


Рис. 3. Демпфирующий элемент направляющей трубы токарного автомата

В качестве токарного автомата выбрали две модели: 1В116П и 1Е140.

Установка находится на участке токарных автоматов завода "Актюбинсксельмаш". Размеры участка 20x35x4,5 м.

В отличие от известных установок по исследованию шума соударений, УШНТЕ-1 имеет преимущества:

- нет необходимости производить перерасчет коэффициентов моделирования, так как эксперименты проводились на производственном участке на реальном промышленном оборудовании; отсюда более высокая точность эксперимента;

- простота конструкции за счет использования доступных материалов конструкций и приборов;

- универсальность установки (имеется возможность менять конструкцию трубы: изменять расположение демпфирующих втулок на расстоянии друг от друга; менять сами демпфирующие элементы после их износа; изменять расстояния между микрофоном и направляющей трубой; изменять амплитуду удара прутка о направляющую трубу).

Схема исследованной конструкции демпфирующего элемента направляющих труб представлена на рис. 3.

D_1 - наружный диаметр демпфирующего элемента, соответствующий внутреннему диаметру направляющей трубы;

D_2 - внутренний диаметр демпфирующего элемента, воспринимающий удары обрабатываемого прутка.

Демпфирующий элемент устанавливается внутри направляющей трубы токарного автомата (НТТА) и воспринимает удары прутка при обработке на станке. Задачей исследования являлось подбор материала (марки стали), и вида термообработки этих демпфирующих элементов, обеспечивающие низкий уровень шума при соударениях.

Анализ работ специалистов показал, что за счет термообработки можно существенно изменить акустические свойства металлических материалов.

Одной из задач исследования являлось улучшение демпфирующих свойств разработанных сплавов с помощью термической обработки.

Демпфирующие элементы подвергали трем видам термообработки: отжиг (нагрев $Ac_3 + 70^\circ C$, выдержка 1 час, охлаждение с печью), закалка (нагрев $Ac_3 + 50^\circ C$, выдержка 0,3 часа, охлаждение в масле), низкий отпуск (нагрев до $200^\circ C$, охлаждение в воде).

В таб.1 представлены характеристики звуко- излучения исследованных сплавов, из которых были изготовлены демпфирующие элементы.

В литом состоянии УЗД сплава 3 изменяется в диапазоне 64-77 дБ, что на 1-4 дБ выше, чем у отожженного состояния этого же сплава.

Общий уровень шума у литого состояния на 3 дБА выше, чем у закаленного, и на 5 дБ А выше, чем у отожженного.

Отжиг привел к снятию механических напряжений, релаксации, укрупнению зерен, что в итоге и стало причиной повышения демпфирующих свойств разработанной стали.

Закалка, обычно обеспечивающая повышение демпфирующих свойств, оказалась менее эффективной, чем отжиг. Здесь причиной, скорее всего, явилось влияние низкого отпуска, обеспечившего частичный распад мартенсита и появление продуктов распада.

Микроструктура сплавов 3,2 представлена на рис. 4,5.

Как видно из микроструктуры, ферритоперлитная структура сплава 2 обеспечивает более высокое демпфирование по сравнению с ферритной структурой (сплав 3).

Сплав 4 характеризуется максимальным содержанием марганца (0,9%) и углерода (0,4%) среди разработанных сплавов. Влияние содержания марганца в таких пределах на акустические свойства заметно не обнаруживается. Но по данным Фавстова Ю.К., Рахштадта А.Г. марганец и сплавы на его основе имеют повышенную демпфирующую способность при малых и больших амплитудах деформации

($\psi = 740\%$), в сплавах железо-марганец-углерод диссипация определяется в основном содержанием углерода и влиянием марганца на структурные превращения. Марганец, растворяясь в феррите, соединяется с углеродом и образует карбиды, повышая твердость и прочность стали. Из-за того, что марганец сдвигает превращение к более низким температурам, а эвтектоид образуется при меньших концентрациях углерода, структура марганцево-содержащих сталей менее дифференцирована.

Таблица 1

Уровни звука и уровни звукового давления НТТА с демпфирующими элементами из разработанных сплавов после термообработки

№ п	№ сплава трубы	УЗД, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровень звука, дБА	Состояние материала	Примечание
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
1	БП	66	64	69	71	71	70	65	54	72	-	Без прутка
2	1	68	71	75	76	79	78	74	68	83	Литое	с прутком
3	1	69	70	73	74	78	74	71	68	82	Отожженное	с прутком
4	1	72	72	74	75	75	77	76	73	80	Закаленное	с прутком
5	2	69	76	73	75	77	72	68	60	79	Литое	с прутком
6	2	70	71	73	74	76	70	65	60	80	Отожженное	с прутком
7	2	68	70	72	73	75	76	73	69	77	Закаленное	с прутком
8	3	64	69	71	76	77	75	69	66	75	Литое	с прутком
9	3	66	68	69	74	73	72	67	64	77	Отожженное	с прутком
10	3	68	70	72	76	75	75	73	70	78	Закаленное	с прутком
11	4	69	73	77	80	78	79	76	74	82	Литое	с прутком
12	4	68	72	77	77	74	73	70	66	81	Отожженное	с прутком
13	4	69	72	74	75	76	78	78	76	80	Закаленное	с прутком
14	5	66,5	71	73	76,5	76,5	73	71	67	80	Литое	с прутком
15	5	65	67	73	74	73	70	67	65	77	Отожженное	с прутком
16	5	68	69	69	71	70	73	74	71	74	Закаленное	с прутком
17	6	69	73	75	77	79	76	72	69	82	Литое	с прутком
18	6	67	68	72	74	76	71	68	65	80	Отожженное	с прутком
19	6	71	72	74	72	71	72	74	71	78	Закаленное	с прутком

Вызывая значительное переохлаждение и увеличивая устойчивость аустенита при изотермическом превращении и в верхнем и в нижнем мартенситном интервале температур, марганец способствует получению больших количеств остаточного аустенита и возможности образования а-фазы, согласно данным Богачева Н.М., Егорова В.Ф. Так как марганец образует карбиды, легко растворяющиеся в аустените, то исследуемые стали даже при незначительно ом перегреве имели укрупненное зерно, что привело к повышению демпфирующей способности согласно данным Москалевой Л.Н., Утепова Е.Б.

На рис.6.7 представлены уровни звука и УЗД НТТА с демпфирующими элементами из сплавов 4,5,6 в литом состоянии.

Отжиг привел к дополнительному росту зерен, что обеспечило повышение демпфирующих свойств сплава

Отожженные демпфирующие элементы сплава 4, по сравнению с закаленными, снизили шум на 2 дБ на частоте 1000 Гц, на 5 дБ на частоте 2000 Гц, на 8 дБ на частоте 4000 Гц и на 10 дБ на частоте 8000 Гц.

В отожженном состоянии демпфирующие элементы из сплава 6 обеспечивают эффективное гашение шума соударений обрабатываемого прутка и НТТА. Особенно этот эффект снижения шума

заметен на частотах 8 кГц, 4 кГц, 2 кГц, 250 Гц, 125 Гц, 63 Гц.

В то же время закалка сплава 6 повышает демпфирующие свойства НТТА на частотах 500 Гц и особенно на частоте 1000 Гц.

Сплав 5, содержащий 0,4% С; 0,4% Si; 0,4% Mn; 0,4% Ni; 1,5% Cr; 0,4% Nb; 3,0% Mo; 0,4% Ti; 1,0% Al; 0,4% В; ост. - Fe, эффективнее обеспечивает гашение шума ударного происхождения в НТТА по сравнению со сплавами 4 и 6 (рис.6,7).

Уровни звука и УЗД этого сплава характеризуются следующим.

До частоты 1000 Гц наиболее приемлемая термообработка с точки зрения снижения шума является закалка с низким отпускком. Снижение шума по сравнению с исходной структурой и отожженной составляет 1-4 дБ (частота 250 Гц). А на частотах 2000-8000 Гц диссипативные свойства отожженной структуры на 3-7 дБ выше, чем у закаленной и исходной.

На рис. 6,7 представлены характеристики звукоизлучения сплава 3 после литья, отжига, закалки. Отжиг обеспечил самый низкий уровень шума при соударении, что является весьма полезным результатом для практики борьбы с шумом.

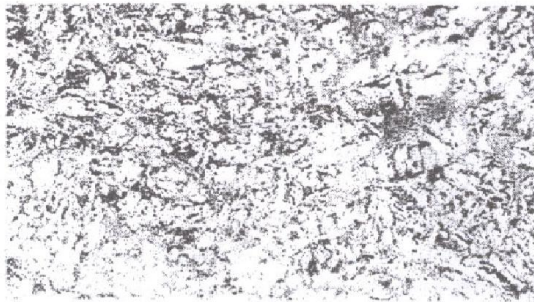


Рис. 4. Микроструктура сплава 3 в литом состоянии. Увеличение - 270. Уровень звука 79 дБА.

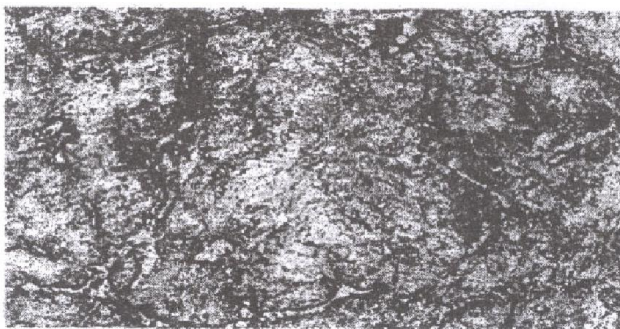


Рис.5. Микроструктура сплава 2 в литом состоянии. Увеличение - 270. Уровень звука 75 дБА.

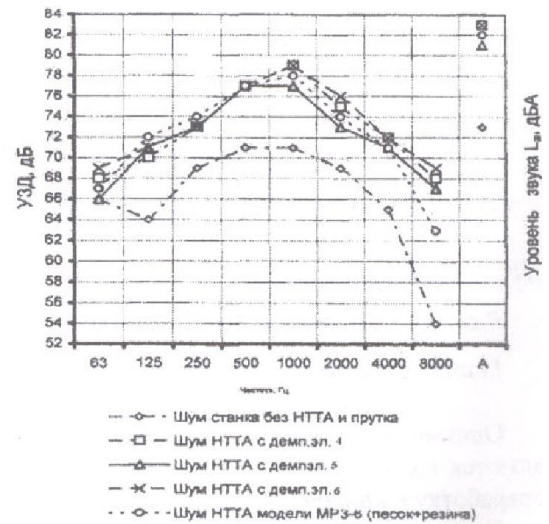


Рис.6. Уровни звука и уровни звукового давления НТТА с литыми демпфирующими элементами из сплавов 4,5,6

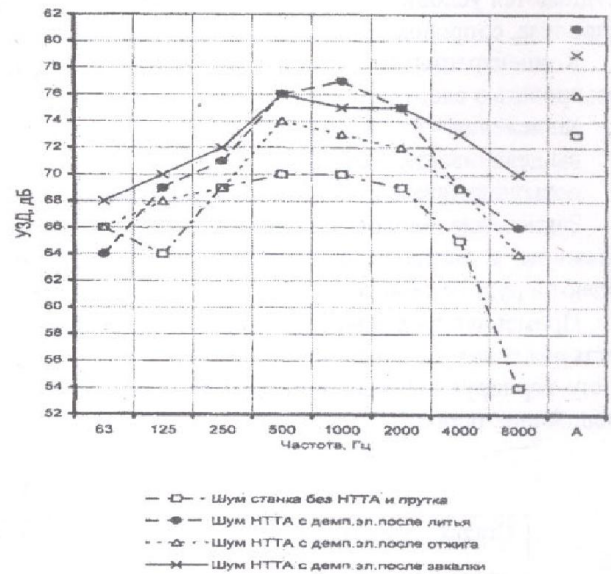


Рис.7. Уровни звука и уровни звукового давления НТТА с демпфирующими элементами из сплава 3

Закключение. В работе показано влияние химсостава и вида термической обработки на звукоизлучения НТТА.

Использованная литература:

1. Утепов Т.Е. Разработка вибродемпирующих металлических материалов на основе железа для снижения производственного шума. – Алматы, КазНТУ, 2012-252с
2. Лагунов Л.Ф., Осипов Г.Л. борьба с шумом в машиностроении. М.: Машиностроение, 1979. -447с.

Рецензент: д.т.н., профессор Долгов П.В.