Национальная академия наук Кыргызской Республики

ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ

Министерство образования и науки Кыргызской Республики

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. И.Раззакова

ЖАЛАЛ-АБАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Диссертационный совет Д.05.13.010

На правах рукописи

УДК 628.517.2:669

### Утепов Ерслан Нуркасынович

**РАЗРАБОТКА ДЕМПФИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ И   
КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ШУМА И ВИБРАЦИЙ   
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

05.02.08- Технология машиностроения

# **Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Бишкек - 2015

Работа выполнена **в Кыргызском Государственном техническом университете им. И.Раззакова**

|  |  |
| --- | --- |
| **Научный руководитель** | доктор технических наук, профессор  **Сулеев Досым Касымович** |
| **Официальные оппоненты** | доктор технических наук, профессор  **Абсадыков Бахыт Нарикбаевич** |
|  | доктор технических наук, доцент  **Жолдошов Белекбек Муратович** |
| **Ведущая организация:** | **Кыргызско-Российский Славянский университет им.** [**Б. Н. Ельцина**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%B8%D0%BD,_%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81_%D0%9D%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87)(г. Бишкек, 720001, улица Киевская 44) |

Защита состоится «26» июня 2015 года в 14.00 на заседании диссертационного совета Д.05.13.010 при Институте машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики, Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова и Жалал-Абадском государственном университете по адресу: Кыргызская Республика, г. Бишкек, проспект Мира, 66.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института машиноведения Национальной академий наук Кыргызской Республики.

Ваши отзывы в двух экземплярах с подписью, заверенной гербовой печатью, просим направлять по адресу: 720055, г.Бишкек, ул. Скрябина, 23, Институт машиноведения НАН КР, диссертационный совет Д.05.13.010, а также по e.mail: imash\_kg@mail.ru

Телефон для справок: (0312)54 11 49, факс: (0312)56 27 85.

### Автореферат разослан «20» мая 2015 г.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ученый секретарь диссертационного совета Д.05.13.010, к.т.н., с.н.с. |  | Квитко С.И. |

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы.** Машиностроение является ведущей отраслью тяжелой промышленности. Успехи в машиностроении определяют современность научных и производственных успехов в технической политике государства. Высокопроизводительные технологии и оборудование в машиностроении обеспечивают решение основных задач получения готовых изделий.

Токарные автоматы являются высокопроизводительными станками при минимальном обслуживающем персонале. Они выделяются не только высокой производительностью, надежностью, но и очень высоким уровнем шума, генерируемым направляющей трубой, в которой обрабатываемый пруток при вращении соударяется с внутренними стенками трубы. При норме 80 дБА на участке токарных автоматов шум достигает 110-115 дБА, что на 30-35 дБА выше нормы. Известные устройства для снижения шума направляющих труб токарных автоматов не обеспечивают эффективного демпфирования

В этой связи исследования, направленные на снижение шума ударного происхождения направляющих труб токарных автоматов, являются весьма актуальными.

**Связь темы диссертации с крупными научными программами и основными научно-исследовательскими работами.** Работа выполнялось в соответствии с планом научно-исследовательских работ Казахского национального технического университета имени К.И.Сатпаева. Результаты работы были использованы при выполнении: грантов МОН РК по темам: «Разработка научных основ и технологии конструирования и синтеза наноструктурных демпфирующих материалов» (2011 г.) и «Разработка порошковых металлических материалов на основе железа с регулируемой плотностью» (2014 г.).

**Целью работы является** разработка материалов и конструкций направляющих труб токарных автоматов с повышенными демпфирующими свойствами.

**Задачи исследования:**

- оценить акустические, демпфирующие свойства известных материалов и конструкций направляющих труб токарных автоматов (НТТА);

- исследовать акустические и демпфирующие свойства выплавленных новых легированных сталей с применением математического моделирования процесса соударения и математического планирования экспериментов;

- обосновать содержание легирующих элементов в демпфирующих сплавах на основе железа, обеспечивающие эффект диссипации звуковой энергии в диапазоне (7,25-12,33)⋅10-3;

- определить закономерности изменения демпфирующих и акустических характеристик от режима термической обработки демпфирующих втулок;

- оценить условия труда работников машиностроительных цехов и разработать рекомендации по улучшению условий труда.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. Разработаны химические составы сталей, содержащих   
(0,2-0,4)% хрома, (0,15-0,6)% ванадия, (0,1-0,3)% церия, (0,25-0,99)% марганца, (0,1-0,7)% никеля для изготовления демпфирующих втулок направляющих труб токарных автоматов;

2. Обосновано соотношение толщин основного слоя (сталь) и плакирующего слоя (алюминиевый сплав Ал3) биметаллической демпфирующей втулки 1:3 и расстояние между втулками, установленными внутри направляющей трубы токарного автомата.

3. Установлены закономерности изменения демпфирующих и акустических характеристик демпфирующих втулок от режимов их термической обработки.

**Научная новизна полученных результатов:**

* установлено, что демпфирующие втулки, изготовленные из новых сплавов с оригинальным сочетанием легирующих элементов, в отличие от втулок из традиционных сталей, обеспечивают снижение шума от соударения обрабатываемого прутка о направляющую трубу;
* определены особенности конструктивной схемы биметаллической демпфирующей втулки для направляющей трубы токарного автомата (в отличие от известных модификаций НТТА использовано соотношение толщин стальной втулки, изготовленной из сплава с оригинальным составом и известного алюминиевого сплава Ал3);
* для изготовлениядемпфирующей втулки направляющей трубы токарного автомата рекомендованы режимы ее термообработки (двойной отжиг или закалка и высокий (низкий) отпуск), которая способствует диссипации звуковых и вибрационных колебаний, возникающих при соударении обрабатываемого прутка и направляющей трубы.

**Практическая значимость полученных результатов:**  созданы втулки направляющих труб токарных автоматов, использование которых на производстве снижает их звукоизлучение и повышает диссипативные свойства; разработаны конструкции демпфирующих биметаллических втулок из стального и алюминиевого слоев, обеспечивающие снижение шума от соударений направляющей трубы на 6-16 дБА; разработаны рекомендации по режимам термообработки стальных втулок, обеспечивающие повышение демпфирующих свойств втулок направляющей трубы.

**Личный вклад автора.** Основные теоретические и практические результаты, изложенные в диссертации, получены автором лично, анализ полученных данных проведен самостоятельно с учетом имеющихся в отечественной и зарубежной литературе сведений.

**Апробация практических результатов.** Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на конференциях: в том числе: на 14, 15, 16 и 17-ой Международных научно-технических конференциях «Безопасность техносферы», Московский институт стали и сплавов (Москва, 2012-2015 гг.), на 8, 9, 10, 11, 12 Международных научно-технических конференциях «Новое в безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, валеология, защита в ЧС, токсикология, экономические, правовые и психологические аспекты БЖД, логистика) (Алматы, 2006-2010 гг.).

**Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.** Основные результаты диссертационной работыопубликованы в 18 статьях.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка использованной литературы из 125 наименований, содержит 116 страниц компьютерного набора, в том числе 43 рисунка, 32 таблицы, 4 приложения.

**ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, научная новизна и практическая значимость работы, сформулирована цель работы и излагаются выносимые на защиту положения.

**В первой главе** описаны способы снижения шума ударного происхождения. Результаты анализа литературных данных показывают, что существуют различные методы снижения шума в НТТА, однако их эффективность недостаточна для решения проблемы шума в цехах токарных автоматов. Показана вредность шума на производстве. Приведены конструкции НТТА и демпфирующие сплавы, снижающие шум НТТА.

Проблемами шума на производстве занимались ученые Юдин Е.Я., Иванов Н.И., Заборов В.Н., Тартаковский Б.Д., Клячко Л.Н., Росин Г.С., Никифоров А.С., Алексеев С.Л.. Непосредственно шумами НТТА занимались Лагунов Л.Ф., Ильяшук Ю.М., Заверняев Б.Г., Осипов Г.Л., Утепов Е.Б., Куттыбаев К.К. и др.

**В экспериментальной части** представлена методика исследования шума и вибрации направляющих труб токарных автоматов. Приведена математическая модель процесса соударения стальных образцов. Описана установка для исследования шума НТТА. Приведены химический состав и механические свойства исследуемых сталей, условия выплавки сплавов, измерения внутреннего трения, основные параметры метода математического планирования экспериментов, использованного в работе. Представлены значения уровней звукового давления при соударениях. Исследовано влияние термообработки на акустические и демпфирующие свойства элементов НТТА. Представлен материал по результатам экспериментальных исследований шума НТТА.

**Результаты исследования.** Шум большинства металлорежущих станков имеет средний или высокочастотный характер. Наиболее высокие уровни звука создаются при работе токарных, револьверных, фрезерных, карусельных станков. Источниками шума в этих станках являются приводы, электродвигатели, режущий инструмент, обрабатываемый пруток. Среди вышеназванных станков выделяются токарные автоматы. Эти станки отличаются высокой производительностью, надежностью и не требуют больших затрат на обслуживание, однако создаваемый при их работе шум ударного происхождения достигает   
100 -115 дБА. Основным источником шума являются удары обрабатываемого прутка по внутренним стенкам направляющих труб.

Наиболее распространены токарно-револьверные одношпиндельные автоматы моделей: 1М110, 1М116, 1Е125П, 1Е125, 1Е125ПИ, 1Е140П, 1Е140, 1Е140ПИ, 11Б40ПФЧ.

Аналитический обзор и патентный поиск по проблеме снижения ударного шума позволили выявить недостатки известных методов гаше­ния шума соударений.

Основными методами защиты от шума ударного происхождения являются: увеличение жесткости и металлоемкости конструкции; увеличение демпфирования за счет гасителей колебаний; звукоизоляция; звукопоглощение; исключение вибрации отдельных элементов и т.д; замена изношенных деталей (подшипников, шестерен и других вращающихся, соударяющихся механизмов); систематическая смазка для снижения трения; точная сборка узлов и своевременная замена их; уменьшение скорости вращения механизмов; уменьшение силы удара; индивидуальная защита слуха; организационные мероприятия; применение малошумных неметаллических материалов; изменение конструкции.

Звукоизоляция и звукопоглощение не могут быть использованы для снижения шума НТТА, т.к. это ведёт к увеличению габаритов станка, затрудняется доступ автоматчика к узлам токарного автомата, нарушаются условия компактности участка токарных автоматов. Здесь следует отметить, что использование звукоизолирующих и звукопоглощающих покрытий создает опасность пожара и накоплению вредной пыли. Увеличение жесткости приведет к нежелательному росту массы НТТА. Рациональное размещение токарных автоматов на участке потребует увеличение площадей и дополнительных затрат на звукоизоляцию. Индивидуальные средства защиты слуха всегда являлись крайними методами защиты от шума, т.к. маскируют предупреждающие сигналы на работе, вызывают неудобства у работающих при их использовании.

В настоящее время разработано не так много малошумных направляющих труб токарных автоматов.

Для исследования шума соударений разработанных сталей была использована математическая модель процесса соударения. Для упрощения задачи был изучен процесс соударения металлического прямоугольного образца с ударником-шаром.

Имеется металлическая прямоугольная пластина размером *LxD* и толщиной h, материал которой, характеризуется модулем Юнга *Е,* коэффициентом Пуассона μ, плотностью ρ и коэффициентом потерь η. На пластину с высоты падает металлический шарик массой mш*,* который после соударения с пластиной подскакивает на высоту h1 . На расстоянии *r* от пластины (безразлично с какой стороны) измеряется звук. Требуется найти уровень этого звука.

Сначала определяются колебания пластины под действием такого импульсного воздействия. Определяется смещение пластины в виде набора её собственных функций (мод), умноженных на временные коэффициенты, описывающие изменение колебания во времени.

Колебания образца от такого воздействия описываются уравнением:

**,**  (1)

где *х, у -*  координаты шара-ударника, *t-* время, *φv*- функция, описывающая распределение амплитуды колебаний, *g-* ускорение силы тяжести, ν– номер моды.

В случае возбуждения колебаний точечной силой (в месте падения шарика) вида , δ – функция Дирака в точке приложения силы имеет вид:

, (2)

где *F(t) –* полный импульс силы.

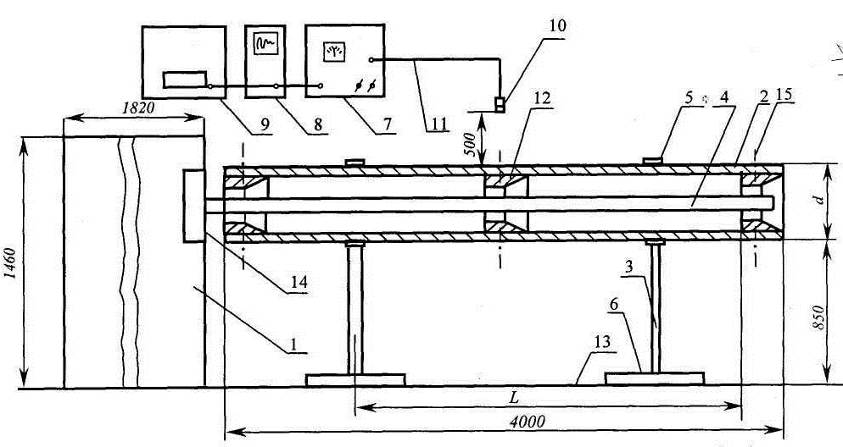
Полный импульс силы, сообщаемый шариком пластине, составляет:

 , (3)

где *V0* - скорость шара в момент соударения; *V1* - скорость шара после соударения; *h0* – расстояние между ударником и образцом перед соударением.

Исследования шума ударного происхождения осуществлялись на установке УШНТЕ-1. Характеристики установки приближены к реальным токарным автоматам.

Схема установки представлена на рисунке 1. Она состоит из токарного автомата 1, направляющей трубы 2, которая крепится к полу 13 посредством хомутов 5 и стоек крепления 3 направляющей трубы, установленных на виброизолирующие опоры 6. Фиксация уровня шума осуществляется микрофоном 10, подключенным к импульсному шумомеру 7 «Октава -101А». Шумомер 7 последовательно подсоединен к осциллографу 8 и самописцу 9. Обрабатываемый пруток 4 закреплен в



1- токарный автомат 1В116П; 2- направляющая труба; 3- стойки направляющей трубы; 4- обрабатываемый пруток; 5- хомут крепежный; 6- виброизолирующие опоры; 7- шумомер; 8- осциллограф; 9- самописец; 10- микрофон; 11- соединительные провода; 12- демпфирующие втулки; 13- пол цеха; 14- шпиндель станка; 15- винты крепления.

Рисунок 1 – Установка для исследования шума направляющих труб   
токарных автоматов УШНТЕ-1

шпинделе 14 токарного автомата. Демпфирующие элементы 12 крепятся с помощью винтов крепления 15 с потайной головкой.

Установка работает следующим образом. Обрабатываемый пруток устанавливается через дальний от станка конец трубы и зажимается в шпинделе. Микрофон импульсного шумомера располагается на высоте 50 см от направляющей трубы по ее центру.

Шум от соударений прутка и направляющей трубы фиксируется не только шумомером, но и осциллографом и самописцем. Установка направляющей трубы и ее замена осуществляется за счет винтов крепления.

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

Для снижения шума соударений в направляющей трубе токарного автомата была разработана конструкция втулки из металлического материала (рисунок 2).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| *а* | *б* |
| 1 - направляющая труба токарного автомата; 2 - втулка из сплава Ал3; 3 - втулка из демпфирующего сплава УЕН-3; 4 - винты крепления; 5 - наклонные поверхности (скосы);  6 - линия контакта сплавов Ал3 и УЕН-3; 7- поверхность соударения втулки с обрабатываемым прутком | |

Рисунок 2 – Конструкции демпфирующих втулок направляющей   
трубы токарного автомата из сплава с повышенными   
диссипативными свойствами (*а*) – с винтовым креплением;   
(б) - с клеевым соединением

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

1. нет необходимости производить перерасчет коэффициентов моделирования, так как эксперименты проводились на производственном участке на реальном промышленном оборудовании; отсюда более высокая точность эксперимента;
2. простота конструкции за счет использования доступных материалов конструкций и приборов;
3. 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).

В качестве объекта исследования были выбраны стали с содержанием углерода от 0,08 % до 0,55 %, т.е. диапазон доэвтектоидных сталей (таблица 1). Таким образом, была поставлена задача, дать оценку демпфирующим свойствам группы низколегированных сталей, используемых в условиях износа и трения. Добавки легирующих элементов изменялись в следующих пределах: марганца – от 0,25 % до 0,99 %, хрома – от 0,2 % до 0,4 %, ванадия – от 0,2 % до 0,6 %, церия – от 0,1 % до 0,3 % никеля от 0,1% до 0,7%.

Выбор марганца, хрома и ванадия в качестве легирующих элементов в железоуглеродистых сплавах объясняется следующим. Как показал анализ работ, сплавы, обладающие повышенными демпфирующими свойствами, содержали в качестве легирующих элементов хром, марганец и ванадий. Следует учесть, что марганец относится к одним из самых распространенных элементов на земле (0,09%) и широко применяется в сплавах на основе железа, обладающих высокими демпфирующими свойствами.

Марганец и никель повышают ударную вязкость, прокаливаемость; ванадий способствует росту пределов прочности и текучести; церий способствует росту прочности. Малые добавки церия очищают сталь от вредных неметаллических включений, прежде всего, серы и газов.

При разработке сплавов высокого демпфирования одним из основных критериев является недопустимость существенного снижения прочностных свойств. Поэтому одной из причин выбора в качестве легирующих элементов железоуглеродистых сплавов хрома, марганца и ванадия, явилось то, что среди основных легирующих элементов (наиболее часто применяемых) эти элементы сильнее других упрочняют феррит.

Опытные сплавы выплавляли в тигельной индукционной печи емкостью 12 кг с основной футеровкой. Исходным материалом служил листовой металл из стали 10. Легирование производили металлическим церием, никелем, 97,6%-ым ферромарганцем, 77,5%-ым FeSi, 88,5%-ым феррохромом и 78,85%-ым ванадием. Углеродосодержащей добавкой служил синтетический чугун с содержанием углерода 3,5%. Стали отливали в металлическую изложницу размерами 185x110x110 мм.

# Таблица 1 – Химический состав и механические свойства исследованных сталей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка стали | Химический состав, % вес | | | | | | Механические свойства | | | | |
| С | Si | Mn | Cr | V | Другие  элементы | σв,  Мпа | δ5 | ψ | KCU, Дж/см2 | σт,  МПа |
| % | |
| 33ХС | 0,29-0,37 | 1,00-1,4 | 0,3-0,6 | 1,3-1,6 | - | ≤0,035 S; ≤0,035 P; ≤0,30 Cu;  ≤0,3 Ni | 410 | 26 | 25 | 60 | 350 |
| 08кп | 0,07-0,10 | 0,03-0,07 | 0,25-0,45 | 0,08-0,10 | - | 400 | 27 | 60 | 60 | 400 |
| 25пс | 0,22-0,27 | 0,1-0,3 | 0,25-0,50 | ≤0,25 | - | 900 | 13 | 50 | 80 | 700 |
| УЕН-1 | 0,45-0,55 | 0,17-0,37 | 0,25-0,45 | 0,2-0,4 | 0,2-0,6 | 0,2-0,7% Ni  0,1-0,3% Ce | 950 | 12 | 45 | 90 | 750 |
| УЕН-2 | 0,35-0,45 | 0,17-0,37 | 0,55-0,99 | 0,2-0,4 | 0,2-0,6 | 0,2-0,1% Ni  0,1-0,3% Ce | 970 | 15 | 40 | 85 | 200 |
| УЕН-3 | 0,40-0,55 | 0,17-0,37 | 0,60-0,99 | 0,2-0,4 | 0,2-0,6 | 0,1-0,6% Ni  0,3% Ce | 1000 | 18 | 40 | 88 | 800 |
| УЕН-4 | 0,20-0,35 | 0,17-0,37 | 0,65-0,95 | 0,25-0,45 | 0,2-0,6 | 0,2-0,7% Ni  0,1-0,3% Ce | 950 | 30 | 45 | 85 | 730 |
| УЕН-5 | 0,08-0,12 | 0,17-0,37 | 0,25-0,45 | 0,2-0,4 | 0,2-0,6 | 0,2-0,7% Ni  0,1-0,3% Ce | 700 | 32 | 45 | 80 | 580 |
| УЕН-6 | 0,1-0,14 | 0,17-0,37 | 0,25-0,45 | 0,2-0,4 | 0,15-0,55 | 0,6-0,7% Ni  0,1% Ce | 450 | 28 | 42 | 80 | 400 |

**Во второй** главе приведена методика исследования шума и вибрации НТТА (исследования шума, вибрации, внутреннего трения, физико- механических свойств образцов).

**В третьей главе** описан метод математического планирования экспериментов (метод Бокса-Вилсона) при выплавке демпфирующих сплавов. Использование метода математического планирования эксперимента в металловедческих задачах обеспечивает высокий эффект и весьма популярен. Однофакторный эксперимент при создании новых сплавов весьма длителен и малоэффективен.

Задачей настоящего исследования являлся поиск оптимального состава сплава, обладающего повышенными демпфирующими свойствами при соударениях.

В качестве основных переменных факторов выбрали содержание углерода и легирующих элементов Mn, V, Се, Ni, Gr. Эти легирующие элементы использовались при создании демпфирующих сплавов.

Метод математического планирования экспериментов (МПЭ) позволил резко сократить количество отливок (образцов), задать логическую задачу проведения опытов.

Окончательно уравнение регрессии математического планирования эксперимента имеет вид:

*у* = 93*х0*+ 1,28*х1*- 0,65*х2*- 1,37*х3*+ 1,06*х4*  + 1,22*х5*-1,01 *х6*,

где: *х1*–содержание углерода, *х2*–содержание марганца, *х3* – содержание хрома, *х4*– содержание ванадия, *х5*– содержание церия; *х6*- содержание никеля.

Варьирование содержания углерода от 0,8 % до 0,55 % в формуле характеризует коэффициент, равный 1,28, что выше, чем влияние марганца, церия, никеля и ванадия. Выявлено, что увеличение содержания углерода способствует росту уровня звука при соударении сплавов, что и было подтверждено экспериментальными данными. Влияние хрома оценивается коэффициентом 1,37, что является максимальным из всех легирующих элементов. Знак минус у коэффициентов марганца (*х2*), хрома (*х3*) и церия (*х5*) означает, что с ростом содержания их, уровень звука снижается. Влияние содержания ванадия и никеля отличается тем, что максимальное содержание его в сплаве не способствует увеличению демпфирующих свойств.

Таким образом, проведена оценка акустических характеристик большой группы листовых сталей, легированных марганцем, хромом, церием, никелем и ванадием. Показано, что варьирование химическим составом в незначительном интервале содержания элементов позволяет улучшить демпфирующие свойства сталей на (6-8)%.

Для выполнения экспериментов были изготовлены втулки из сталей: 33ХС, 08кп, 25пс. Некоторые из втулок изготовили в виде биметалла. Демпфирующие втулки направляющей трубы токарного автомата, изготовленные в виде биметаллической втулки, имеют соотношение толщин слоев основного и плакирующего металла 1:3 соответственно (основной слой - демпфирующий сплав УЕН, а плакирующий слой - алюминиевый сплав Ал3), что обеспечивает снижение шума соударений и улучшает условия труда рабочих автоматного цеха.

Изготовленные втулки были установлены внутри НТТА, и при вращении прутка измерялся генерируемый шум, данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Уровни звука и уровни звукового давления НТТА с демпфирующими элементами из разработанных сплавов в литом состоянии

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Марка стали втулки | УЗД, дБ в октавных полосах со  среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | Уровень звука, дБА | Примеча  -ние |
| 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| 1 | УЕН-1(БП) | 65 | 63 | 68 | 70 | 70 | 69 | 64 | 53 | 72 | БП |
| 2 | 33ХС | 68 | 73 | 74 | 73 | 81 | 79 | 75 | 73 | 85 | ПР |
| 3 | 08кп | 69 | 70 | 74 | 81 | 85 | 76 | 74 | 72 | 87 | -/- |
| 4 | 25пс | 65 | 66 | 75 | 80 | 83 | 76 | 74 | 72 | 85 | -/- |
| 5 | УЕН-1 | 68 | 72 | 80 | 86 | 85 | 78 | 77 | 75 | 82 | -/- |
| 6 | УЕН-2 | 63 | 67 | 70 | 74 | 75 | 73 | 67 | 64 | 77 | -/- |
| 7 | УЕН-3 | 65 | 69 | 71 | 75 | 75 | 73 | 70 | 68 | 78 | -/- |
| 8 | УЕН-4 | 67 | 72 | 76 | 74 | 75 | 74 | 73 | 69 | 77 | -/- |
| 9 | УЕН-5 | 68 | 73 | 74 | 76 | 78 | 75 | 71 | 68 | 80 | -/- |
| 10 | УЕН-6 | 72 | 76 | 82 | 87 | 88 | 78 | 78 | 72 | 90 | -/- |

Примечание: БП означает, НТТА работает без прутка, ПР - НТТА работает с прутком

Исходя из результатов измерения, теоретического анализа и экспериментов следует отметить следующее:

- стали, используемые для втулок НТТА, характеризуются комплексом физико-механических характеристик, технологических, экономических свойств, однако не оценены по демпфирующим и акустическим свойствам;

- из вышеперечисленных сталей в промышленности изготавливают детали, подвергаемые ударным нагрузкам (зубчатые колеса, оси, муфты, червяки, детали коробки передач, пальцы и т.д.), но сведения о характеристиках звукоизлучения этих деталей нет;

- обработка прутков происходит при интенсивных ударах их по НТТА, при этом характеристики демпфирования и звукоизлучения элементов НТТА не исследованы;

- самым оптимальным для снижения шума НТТА является установка демпфирующих втулок внутри НТТА, при этом эти втулки могут изготавливаться из демпфирующих сплавов (УЕН-2, УЕН-3, УЕН-4, УЕН-5) (рис. 3, таблица 2);

- для повышения демпфирования втулок, кроме применения демпфирующих сплавов, необходимо использовать двухслойность втулки (биметалл)



Рисунок 3 – Уровни звука и уровни звукового давления НТТА с   
демпфирующими элементами из разработанных сплавов в литом состоянии

Была модернизирована НТТА с демпфирующими элементами - втулками (рисунок 4).

Идея установить демпфирующие втулки внутри трубы известна ранее, однако, в них не конкретизировано расстояние между втулками, химический состав демпфирующего сплава, внутренний диаметр демпфирующего элемента (втулки).



Рисунок 4 – Схема малошумной направляющей трубы токарного   
автомата

Внутренний диаметр демпфирующего элемента (втулки) для снижения шума при соударениях должен быть минимальным (чтобы амплитуда удара была минимальна), но имеются ограничения, заключающиеся в том, что если пруток будет даже незначительно деформирован по длине, то при вращении внутри трубы может заклинить. Чтобы это не произошло, необходимо диаметр демпфирующего элемента выбирать как можно большим. Однако большой диаметр демпфирующего элемента позволит совершать прутку сильные удары, а это генерирует шум высокой интенсивности. Поэтому выбор внутреннего диаметра демпфирующего элемента можно сделать только экспериментально, как и выбор расстояния между демпфирующими элементами.

Немаловажное значение имеет расстояние между втулками внутри НТТА. Большое расстояние между втулками снижает эффект демпфирования из-за соударения прутка не по втулкам, а по внутренним стенкам трубы, но при очень близком расстоянии втулок, повышается вес НТТА. Поэтому экспериментально было подобрано расстояние между втулками, исходя из того, что длина звуковой волны в воздухе составляет 34 см на частоте 1000 Гц. Эффективным расстоянием между втулками является (0,2-0,3)λ1000.

Одной из задач исследования являлось улучшение демпфирующих свойств разработанных сплавов с помощью термической обработки. Демпфирующие элементы подвергали трем видам термообработки: отжиг (нагрев до температуры Асз + 70 °С, выдержка 1 час, охлаждение с печью), закалка (нагрев Ас3 + 50 °С, выдержка 0,3 часа, охлаждение в масле), низкий отпуск (нагрев до 200 °С, охлаждение в воде), высокий отпуск с нагревом до 5000С, охлаждение в воздухе)

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

Закалка обеспечивает повышение демпфирующих свойств больше, чем отжиг. Здесь причиной, скорее всего, явилось влияние мартенситной структуры на повышение эффекта демпфирования (таблица 3).

Влияние содержания марганца 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 (ψ = 7…40 %), 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 марганцевосодержащих сталей менее дифференцирована.

Таблица 3 – Уровни звука и уровни звукового давления НТТА с демпфирующими элементами из разработанных сплавов после литья и термообработки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | № сплава трубы | УЗД, дБ в октавных полосах со  среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | Уровень звука,  дБА | Состояние материала |
| 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| 1 | УЕН-1(БП) | 65 | 63 | 68 | 70 | 70 | 69 | 64 | 63 | 72 | - |
| 2 | УЕН-1 | 68 | 72 | 80 | 86 | 85 | 78 | 77 | 75 | 82 | Литое, З,ВО |
| 3 | УЕН-1 | 69 | 71 | 77 | 82 | 81 | 77 | 76 | 76 | 85 | Отожженное |
| 4 | УЕН-1 | 67 | 73 | 79 | 87 | 86 | 79 | 78 | 74 | 89 | Нормализ. |
| 5 | УЕН-2 | 63 | 67 | 70 | 74 | 75 | 73 | 67 | 64 | 77 | Литое, закалка ВО |
| 6 | УЕН-2 | 65 | 68 | 70 | 72 | 72 | 71 | 67 | 65 | 75 | Отожженное  (Л,ЗО) |
| 7 | УЕН-2 | 63 | 67 | 71 | 75 | 77 | 74 | 69 | 65 | 79 | Нормализ. |
| 8 | УЕН-3 | 65 | 69 | 71 | 75 | 75 | 73 | 70 | 68 | 78 | Литое, ВО |
| 9 | УЕН-3 | 64 | 71 | 71 | 77 | 77 | 73 | 72 | 70 | 80 | Отожженное |
| 10 | УЕН-3 | 67 | 68 | 70 | 72 | 73 | 71 | 71 | 69 | 75 | Закаленное |
| 11 | УЕН-4 | 67 | 72 | 76 | 74 | 75 | 74 | 73 | 69 | 77 | Литое, З, ВО |
| 12 | УЕН-4 | 68 | 71 | 73 | 74 | 77 | 76 | 75 | 71 | 80 | Отожженное |
| 13 | УЕН-4 | 67 | 73 | 74 | 75 | 74 | 74 | 75 | 72 | 76 | Нормализ. |
| 14 | УЕН-5 | 68 | 73 | 74 | 76 | 78 | 75 | 71 | 68 | 80 | Литое, З, ВО |
| 15 | УЕН-5 | 67 | 71 | 72 | 75 | 75 | 74 | 71 | 69 | 78 | Отожженное |
| 16 | УЕН-5 | 67 | 73 | 75 | 77 | 77 | 76 | 72 | 70 | 80 | Нормализ. |
| 17 | УЕН-6 | 72 | 76 | 82 | 87 | 88 | 78 | 78 | 72 | 90 | Литое, З, ВО |
| 18 | УЕН-6 | 70 | 73 | 78 | 83 | 85 | 77 | 77 | 70 | 86 | Отожженное |
| 19 | УЕН-6 | 68 | 75 | 83 | 89 | 90 | 82 | 83 | 71 | 92 | Нормализ. |

Примечание: З-закалка, ВО - высокий отпуск, Л – литое, УЕН-1(БП) - работа без прутка

Эксперименты показывают, что звукоизлучение при соударении изменяется существенно. Например, уровень звука НТТА-УЕН с демпфирующими втулками из стали УЕН-1 после литья составляет 82 дБА, а после отжига – 85 дБА, если же литой образец подвергнуть нормализации, то уровень звука соответствует 89 дБА. Сталь УЕН-3 (0,35 % С) после литья в кокиль при соударении генерирует шум на уровне 78 дБА; после отжига – 80 дБА; закалка снижает шум до 75 дБА.

Процессы затухания звука в сплавах связаны с поведением дефектов кристаллической структурой. Вызывая значительное переохлаждение и увеличивая устойчивость аустенита при изотермическом превращении в верхнем и в нижнем мартенситном интервале температур, марганец способствует получению больших количеств остаточного аустенита и возможности образования α-фазы, согласно данным Богачева Н.М., Еголаева В.Ф. Так как марганец образует карбиды, легко растворяющиеся в аустените, то исследуемые стали даже при незначительном перегреве имели укрупненное зерно, что, согласно данным Москалевой Л.Н., привело к повышению демпфирующей способности.

Исходя из результатов экспериментального исследования, следует отметить, что условия труда работников цеха токарных автоматов машиностроительного завода не соответствует допустимым нормативам по показателям шума, вибрации и уровней электромагнитных полей (ЭМП).

Для улучшения условий труда работников автоматного цеха в работе представлены результаты исследования электромагнитного излучения и вибраций НТТА в цеху токарных автоматов.

При норме 0,5/1/5 кВ/м электрическая составляющая ЭМП на расстоянии 0,5 м, 1 м и 2 м от объекта излучения достигает 0,1-2,4 кВ/м. При норме 0,2 мкТл, уровни магнитной составляющей ЭМП составляет 0,24-1,39 мкТл. Вибрации НТТА при норме 122 дБ на частоте 31,5 Гц, достигают 130-138 дБ.

При работе по улучшению условий труда автоматчиков было обращено внимание на защиту работника от электромагнитных полей (ЭМП). Был разработан трехслойный экран из стали, алюминия и резины. Излучение исходило на участке токарных автоматов от транформаторов ТМ-6300/10. Эффект снижения ЭМП составил 2,1 кВ/м (электрическая составляющая) и 1,29 мк/Тл (магнитная составляющая).

В качестве рекомендаций предлагаются демпфирующие стали УЕН-2, УЕН-3, УЕН-4, УЕН-5, обеспечившие снижение шума на 10-13 дБА, уровня виброускорения на 15-20 дБ.

**ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ**

В диссертационной работе дано новое решение актуальной научно-технической задачи в области оптимизации технологического процесса обработки прутков на токарных автоматах.

Основные результаты выполненных исследований заключаются в следующем:

1. Впервые разработаны сплавы на основе железа, легированные хромом, марганцем, никелем, ванадием и церием УЕН-1, УЕН-2,   
   УЕН-3, УЕН-4, УЕН-5, УЕН-6, из которых УЕН-2, УЕН-3 и УЕН-4, УЕН-5 обладают повышенными демпфирующими и достаточными физико-механическими свойствами, что обеспечивает пониженное звукоизлучение при соударениях обрабатываемого прутка на 5-10 дБА.
2. Определен экстремум поверхности отклика и получено уравнение регрессии, коэффициенты которого оценили вклад каждого легирующего элемента на эффект демпфирования, при этом использован метод математического планирования эксперимента (метод Бокса-Вилсона), позволивший задать стратегию эксперимента.
3. Разработана математическая модель процесса соударения стальных деталей, позволившая колебания образца после соударения описать уравнением и определить полный импульс силы, сообщаемой ударником пластине без проведения экспериментов.
4. Разработана новая конструкция направляющей трубы токарного автомата НТТА-УЕН, имеющая внутренние демпфирующие втулки из демпфирующего сплава на основе железа, при этом обосновано расстояние между втулками, которое составляет (0,2-0,3) λ1000, где λ1000 – длина продольной звуковой волны на частоте 1000 Гц.
5. Показано, что термообработка демпфирующих втулок (закалка, низкий отпуск) обеспечивает демпфирование колебаний (снижение шума на 6-16 дБА) за счет создания тростомартенситной структуры.
6. Впервые определены акустические свойства стандартных марок сталей, из которых изготавливают детали направляющей трубы токарного автомата.
7. Установлено что, опытно-промышленная проверка акустических свойств направляющих труб токарных автоматов модели НТТА-УЕН на ТОО «Контакт» и ТОО НПФ «Мунайгазинжиниринг ЛТД» подтвердила корректность лабораторных исследований и эффективность физического моделирования.
8. Для улучшения условий труда работников автоматного цеха разработана оригинальная конструкция защитного экрана от электромагнитного излучения оборудования цеха.

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ОТРАЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ**

1. **Утепов, Е.Н.** Характеристика внутреннего трения биметаллов [Текст]/ А.Мукашулы, Е.Н. Утепов // Наука и новые технологии - Бишкек. 2010. - №7. – С. 43-45.
2. **Утепов, Е.Н.** Электромагнитное излучение металлургического оборудования [Текст] / Е.Н.Утепов, Н.Батыркулов // Наука и новые технологии - Бишкек. 2010. - №7. - С.20-24.
3. **Утепов, Е.Н.** Электромагнитное излучение дисплеев [Текст] / Е.Н. Утепов // Известия вузов - Бишкек, 2012. - №1. – С. 26-31.
4. **Утепов, Е.Н.** Сравнительные характеристики электромагнитных полей вокруг головы [Текст]/ Е.Н. Утепов // Наука и новые технологии - Бишкек 2012. - №2. – С. 12-17.
5. **Утепов, Е.Н.** Использование материалов с особыми свойствами для проблем охраны труда [Текст]/ Е.Н. Утепов,Утепов Е.Б, Койшигарина Д.Ж. **//** Поиск, – Алматы. - С.172 -179.
6. Утепов, Е.Н. Металлические материалы с особыми физическими свойствами [Текст] / Е.Н. Утепов, Е.Б.Утепов, Д.Ж. Койшигарина // Вестник КазНТУ - Алматы, 2012. - №5 (93). – С. 42 -47.
7. **Утепов, Е.Н.** Демпфирующие сплавы, легированные хромом и кремнием [Текст] / Е.Н. Утепов // Труды ΧΙV Междунар. науч.-техн. конф. “Безопасность техносферы” (охрана труда, защита ЧС, БЖД, экология, материаловедение демпфирующих сплавов, общетехнические вопросы, экономические и юридические аспекты БЖД) – М.:НИТУ   
   МИСиС, 2012. Т. 3. – С. 108 – 115.
8. **Утепов, Е.Н.** Направляющая труба токарного автомата с пониженным звукоизлучением [Текст] / Е.Н. Утепов // Труды ΧΙV Междунар. науч.-техн. конф. “Безопасность техносферы” (охрана труда, защита ЧС, БЖД, экология, материаловедение демпфирующих сплавов, общетехнические вопросы, экономические и юридические аспекты БЖД) – М.:НИТУ МИСиС, 2012. – Т. 3. – С. 135-144.
9. **Утепов, Е.Н.** Машиностроительные демпфирующие сплавы, легированные хромом и кремнием [Текст] / Е.Н. Утепов // Наука и новые технологии - Бишкек, 2012. - №8. – С. 61-66.
10. **Утепов, Е.Н.** Направляющая труба токарного автомата с пониженным звукоизлучением [Текст]/ Е.Н. Утепов // Наука и новые технологии. - Бишкек, 2012. -№5. – С. 34-36.
11. **Утепов, Е.Н.** Модификации малошумных труб токарных автоматов [Текст]/ Е.Н. Утепов // Наука и новые технологии. – Бишкек, 2012. - №5. – С. 28-31.
12. **Утепов, Е.Н.** Сплавы с пониженным значением виброускорения [Текст]/ Е.Н. Утепов // Наука и новые технологии. – Бишкек, 2012. - №8.– С. 35-39.
13. **Утепов, Е.Н.** Малошумная труба токарного автомата [Текст]/ Е.Н. Утепов, Д.К. Сулеев // Труды ΧV Междунар. науч.-техн. конф. “Безопасность техносферы” (охрана труда, защита ЧС, БЖД, экология, материаловедение демпфирующих сплавов, общетехнические вопросы, экономические и юридические аспекты БЖД) – М.: НИТУ МИСиС, 2013. – Т.2. – С. 15 – 24.
14. **Утепов, Е.Н.** Демфирующие легированные сплавы [Текст]/ Е.Н. Утепов, Е.Б. Утепов, Ш. Егемова // Труды ΧV Междунар. науч.-техн. конф. “Безопасность техносферы” (охрана труда, защита ЧС, БЖД, экология, материаловедение демпфирующих сплавов, общетехнические вопросы, экономические и юридические аспекты БЖД) – М.:НИТУ МИСиС, 2013. – Т.2. – С. 35-47.
15. **Утепов, Е.Н.** Биметаллы повышенной диссипации [Текст]/ Е.Н. Утепов, Д.К. Сулеев // Труды ΧVI Междунар. науч.-техн. конф. “Безопасность техносферы” (охрана труда, защита ЧС, БЖД, экология, материаловедение демпфирующих сплавов, общетехнические вопросы, экономические и юридические аспекты БЖД) – М.:НИТУ МИСиС -Алматы, 2014. – Т. II, - С. 85-90.
16. **Утепов, Е.Н.** Создание демпфирующих легированных сплавов [Текст]/ Е.Н. Утепов,Д.К.Сулеев // Труды ΧVI Междунар. науч.-техн. конф. “Безопасность техносферы” (охрана труда, защита ЧС, БЖД, экология, материаловедение демпфирующих сплавов, общетехнические вопросы, экономические и юридические аспекты БЖД) – М.:НИТУ МИСиС-Алматы, 2014. – Т.II, - С. 90-92.
17. **Утепов, Е.Н.** Разработка сплавов на основе железа с повышенной демпфирующей способноcтью и высокими механическими свойствами [Текст]/ Е.Н., Утепов, Е.Б.Утепов, Г.А Буршукова., Г.М Ибраева., А.С.Беркинбаева, Р.Ж.Абуова, А.К.Нургалиев // Металлург. 2015. -№ 3. -С. 52-56.
18. **Утепов, Е.Н.** Акустические свойства при соударении серого чугуна СЧ15[Текст]/ Е.Б.Утепов У.К.Омуралиев, Е.Н. Утепов // Труды ΧVII Междунар. науч.-техн. конф. “Безопасность техносферы” (охрана труда, защита ЧС, БЖД, экология, материаловедение демпфирующих сплавов, общетехнические вопросы, экономические и юридические аспекты БЖД) – М.:НИТУ МИСиС -Алматы, 2015. – Т.I, - С. 87-88.

**Утепов Ерслан Нуркасыновичтин 05.02.08 – Машине куруу технологиясы адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын алууга сунушталган “Машине куруу жабдууларынын титирөө жана чуу чыгаруу даражасын төмөндөтүү үчүн демпфердик материалдарды жана түзүлүштөрдү иштеп чыгуу” темасындагы диссертациясынын**

**КЫСКАЧА МАЗМУНУ**

**Өзөктүү сөздөр:** демпфердик касиеттер, үн таратуу, токардык автомат, ысык менен иштетүү, үн, моделдөө, математикалык мерчемдөө, багыттоочу түтүк, эксперимент, түтүкчө, түзүлүш.

**Изилдөө объектилери -** токардык автоматтардын багыттоочу түтүктөрү.

**Иштин максаты -** жогорулатылган демпфердик касиеттерге ээ болгон токардык автоматтардын багыттоочу түтүктөрүнүн материалдарын жана түзүлүштөрүн иштеп чыгуу.

**Изилдөө ыкмалары жана аппаратурасы:** диссертацияда төмөнкү изилдөө ыкмалары колдонулду – аналитикалык сереп ыкмасы, жалпылоо ыкмасы, математикалык жана физикалык моделдөө, эксперименттин математикалык мерчемдөөсү, изилдөөнүн жыйынтыктарын тажрыйба-өндүрүштүк жол аркылуу текшерүү. Өлчөмдөр кийинки изилдөө жабдууларынын жардамы менен жүргүзүлгөн:“Октава-101А” чуу өлчөгүчү, “Октава-101В” титирөө өлчөгүчү, токардык автоматтардын багыттоочу түтүктөрүнүн чуусун изилдөө үчүн колдонулган УШНТЕ-2 шайманы, Бринелл жана Роквелл катуулук өлчөгүчтөрү, HRV-30А (Кытай) универсалдуу катуулук өлчөгүчү, JEOL (Жапония) фирмасынын электрондук растр микроскопу.

**Алынган натыйжалар жана алардын жаңылыгы:** Токардык автоматтардын багыттоочу түтүктөрүнүн түтүкчөлөрү үчүн сунушталган 33ХС, 08кп, 25пс болотторунун жана УЕН-1 (2-6) эритмесинин үн таратуу сапаттары изилденди. Токардык автоматтын багыттоочу түтүгүнүн ичине орнотулуучу, кагылышуудан улам чыккан чуу даражасын 6-15 дБАга төмөндөтүүнү камсыз кылуучу темирдин негизинде түзүлгөн жана хром, церий, никель, марганец жана ванадий менен байылтылган демпфердик эритмелердин курамы иштелип чыкты. Иштелип чыккан токардык автоматтын багыттоочу түтүктөрүнүн түтүкчөлөрү кош металлдын түзүлүшүнө ээ (демпфердик темиркычкылтектүү эритме жана Ал3 алюминий эритмеси);

**Колдонуу даражасы:** КонтактЖЧШдежана НПФМунайгахинжиниринг ЛТДЖЧШде оригиналдуу химиялык курамга ээ болгон иштелип чыккан УЕН-1(2-6) эритмеси токардык автоматтардын багыттоочу түтүктөрүнүн түтүкчөлөрүн жасоодо жана кагылуудан пайда болгон чууну азайтуу үчүн колдонулган. Ошондой эле, жогорулатылган демпфердик касиеттерге ээ болгон эритмелерди кагылышуу режиминде иштеген ар кыл тетиктерди (штоктор, түтүкчөлөр, манжалар) жасоодо колдонуу сунушталат.

**Колдонуу чөйрөсү:** машине куруу, металлдарды иштетүү, металлургия.

**РЕЗЮМЕ**

**диссертации Утепова Ерслана Нуркасыновича на тему: Разработка демпфирующих материалов и конструкций для снижения шума и вибраций машиностроительного оборудования», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08- Технология машиностроения**

**Ключевые слова:** демпфирующие свойства, звукоизлучение, токарный автомат, термическая обработка, звук, моделирование, математическое планирование, направляющая труба, эксперимент, втулка, устройство.

**Объекты исследования -** направляющие трубы токарных автоматов.

**Цель работы -** разработка материалов и конструкций направляющих трубах токарных автоматов с повышенными демпфирующими свойствами.

**Методы исследования и аппаратура:** использованы методы аналитического обзора, обобщения, математическое и физическое моделирование, математическое планирование эксперимента, опытно-промышленные проверки результатов исследований. Измерение проводились с помощью оборудования: шумомер «Октава-101А», виброметр «Октава -101 В», устройство для исследования шума направляющих труб токарных автоматов УШНТЕ-1, твердомер Бринеля, Роквелла; универсальный твердомер HRV-30А (Китай), электронный растровый микроскоп фирмы JEOL (Япония).

**Полученные результаты и новизна:** Исследованы характеристики звукоизлучения сталей марок 33ХС, 08кп, 25пс и рекомендованных сплавов УЕН-1 (2-6) для изготовления втулок направляющих труб токарных автоматов. Разработаны составы демпфирующих сплавов на основе железа, легированных хромом, церием, никелем, марганцем и ванадием для втулок, устанавливаемых внутри направляющей трубы токарного автомата обеспечивающие снижение шума соударений на 6-15 дБА; разработанные втулки направляющей трубы токарного автомата выполнены в виде биметалла (демпфирующий железоуглеродистый сплав и алюминиевый сплав Ал3);

**Степень использования:** созданные сплавы УЕН-1(2-6) оригинального химического состава, использованные для изготовления втулок в направляющих трубах токарных автоматов, обеспечили снижение шума ударного происхождения в производственных условиях ТОО «Контакт» и ТОО НПФ «Мунайгазинжиниринг ЛТД».

**Область применения:** машиностроение, металлообработка, металлургия.

**ABSTRACT**

**of the thesis by Utepov Erslan Nurkasynovich on the theme "Development of damping materials and constructions for the reduce of noise and vibrations of mechanical engineering equipments" for the competition of scientific degree Candidate technical science of the specialty 05.02.08 – Technology of mechanical engineering**

**Key words:** Damping properties, sound generation, automaton, turning automat, heat treatment, sound, modeling, mathematical planning, guide pipe, experiment, hollow bars and device.

**Subject of the research:** guide pipes of turning automatic.

**The purpose of the work** is development of materials and construction guide turning automat with high damping properties.

**Method of the research and apparatuses.** Used in the thesis research methods, including analytical review of the literature, patent search, a generalization of the international and domestic experience of creating low-noise and damping alloys, mathematical modeling, physical modeling, experimental studies, mathematical planning of experiments, pilot-scale testing of research results. The researching equipment: noise meter «Octave-101A», vibro meter «Octave-101B», device for the research of noise from guides pipes turning automat USHNTE-2, hardness of Brinell, Rockwell; the universal hardness HRV-30А (China), the scanning electronic microscope of firm JEOL (Japan).

**Obtained results and novelty:** The characteristics of sound generation of steels 33ХС, 08кп, 25пс and melted UEN-1 (2-6), recommended for bushings guide pipes turning automatic.

Developed compounds of damping alloys on iron-based alloying with nickel, chromium, vanadium and boron, manganese for bushings installed inside the guide pipes turning automat configuration "pipe in pipe" with vibration isolation of the bulk material to reduce noise at impact to 6-16 dBA;

Developed sleeve guide pipes turning automat are bimetal construction (damping iron-alloyed alloy and aluminum alloy Al.3).

**The recommendation to utilization:** in the LLP “Contact” and LLP “MunaiGasEngineering LTD” createdalloys UEN-1 (2-6) of the original chemical compound can be used for the manufacture of bushings in guide pipes of turning automat to reduce of noise at impact origin. Created alloys with high damping properties and are recommended for parts running in the collision at impact (rods, bushings, fingers).

**The sphere of application:** mechanical engineering, metal treatment, metallurgy.



Подписано к печати 19.05.2015 г.

Формат 60х84 1/16. Офсетная печать

Объем 1,0 печ. л. Тираж 100 экз.