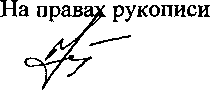
Финоченко Татьяна Анатольевна. Снижение шума в рабочей зоне высокоскоростных прутковых токарных станков : диссертация ... кандидата технических наук : 05.26.01 / Финоченко Татьяна Анатольевна; [Место защиты: Дон. гос. техн. ун-т].- Ростов-на-Дону, 2010.- 162 с.: ил. РГБ ОД, 61 10-5/2347

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный технический университет»



Финоченко Татьяна Анатольевна

**СНИЖЕНИЕ ШУМА В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ПРУТКОВЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ**

05.26.01 - Охрана труда (в машиностроении)

h-

00

**О**

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

О О

C:\Users\Pavel\AppData\Local\AppData\Local\Temp\FineReader11.00\media\image2.png

Т\* 00



Научный руководитель д.т.н., проф. Б.Ч. Месхи

**О**

Ростов-на-Дону

2010

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ 5

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА 11
   1. Организационно-экономические механизмы государственного контроля за состоянием охраны труда

на предприятиях 11

* 1. [Влияние факторов производственной среды 12](#bookmark3)
  2. [Источники шума прутковых токарных автоматов 19](#bookmark4)
  3. Конструкции существующих механизмов поддержки

прутка 20

* 1. Характеристика шума типичных представителей

[направляющих труб 32](#bookmark9)

* 1. Особенности конструкции, изготовления и сборки

малошумящих направляющих труб 38

* 1. Существующие теоретические исследования динамики

направляющих труб 42

* 1. [Выводы по главе. Цель и задачи исследования 49](#bookmark21)

1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРУТКОВЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ 50

* 1. Методика проведения экспериментальных исследований 50
  2. Оценка погрешностей измерений уровней шума и

вибрации 55

* 1. Результаты экспериментальных исследований шума

прутковых токарных автоматов 59

* 1. [Выводы по главе 66](#bookmark30)

з

1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА

ШУМООБРАЗОВАНИЯ МЕХАНИЗМА ПОДДЕРЖКИ ПРУТКА 67

* 1. Конструкция малошумной направляющей трубы

с демпфирующими втулками 67

* 1. Теоретическое обоснование малошумного механизма

[поддержки прутка 72](#bookmark37)

* 1. Вывод зависимостей виброскоростей корпуса механизма

поддержки прутка 75

* 1. Ввод зависимостей вибромощности, вводимой в корпус

механизма поддержки прутка 77

* 1. Теоретическое обоснование конструкции механизма

поддержки прутка с корпусом из двух коаксиальных цилиндрических оболочек 81

* 1. [Выводы по главе 85](#bookmark42)

1. ЭФФЕКТИВНОСТЬ В СНИЖЕНИИ ШУМА

РАЗРАБОТАННЫХ МЕХАНИЗМОВ ПОДДЕРЖКИ ПРУТКА 86

* 1. [Конструкция испытательного стенда 86](#bookmark43)
  2. Экспериментальные исследования эффективных

коэффициентов потерь колебательной энергии механизмов поддержки прутка 87

* 1. Экспериментальные исследования шума и вибрации

механизмов поддержки прутка в лабораторных условиях 95

* 1. [Исследование износостойкости демпфирующих втулок ... 102](#bookmark47)
  2. Исследование эффективности разработанных механизмов

в производственных условиях 108

* 1. [Особенности способа сборки механизма 110](#bookmark49)
  2. [Выводы по главе 119](#bookmark52)

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ 121

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 123

ПРИЛОЖЕНИЯ 135

Приложение 1 - Карта аттестации рабочих мест 136

Приложение 2 — Расчет предельных отклонений внутреннего диаметра для труб с заказом по наружному диаметру и толщине

стенки по методу «максимума-минимума» 158

Приложение 3 - Акт внедрения 161

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших стратегических задач Российской Федерации является снижение смертности трудоспособного населения. В этом контексте актуальным является защита работников от несчастных случаев на производстве и профилактика профессиональных заболеваний [1]. При этом в соответствии с трудовым законодательством [2] машины, механизмы и прочее производственное оборудование должно соответствовать требованиям охраны труда.

По оценкам международной организации труда (МОТ) в мире ежегодно 1,95 млн человек умирает от профессиональных заболеваний. Экономические потери от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в глобальном масштабе составляют 4 % мирового ВВП, что в 20 раз превосходит размер всей официальной помощи МОТ в целях развития [3].

Анализ причин заболеваемости в России показывает, что до 40 *%* заболеваний прямо или косвенно связаны с неудовлетворительными условиями труда. По данным Росстата продолжается увеличение удельного веса трудящихся, занятых в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам. В 2008 году значения этого показателя в России составило 26,2 %, а в Южном федеральном округе 21,1 *%* (или каждый четвертый). Наибольшая доля из них работает под воздействием повышенного уровня шума 14,1 % [4-6].

Более 20 *%* среди всех впервые признанных инвалидами утратили трудоспособность в возрасте 45—50 лет. В связи с вредными и особо вредными условиями труда ежегодно досрочно, раньше на 5-10 лет общеустановленного возраста, выходит на пенсию около 280 тыс. человек.

Шум является одним из наиболее неблагоприятных факторов, воздействующих на человека в производственных условиях. Рабочие «шумовых» профессий возглавляют списки профессиональных заболеваний. С увеличением стажа работы возрастает число лиц, у которых диагностируются расстройство нервной системы, сердечно­сосудистые и другие заболевания. Шум стал одной из главных экономических потерь нашего общества [7-9]. Он может нарушать не только трудовую деятельность, но и отдых, сон, мешает речевому общению, повреждает слух и вызывать другие физиологические реакции человека [10-11].

Снижение шума промышленного оборудования сопровождается повышением производительности труда и снижением брака выпускаемой продукции. Установлено, что производительность труда возрастает в большей степени при снижении шума оборудования, чем при использовании работающими индивидуальных средств защиты от шума [12]. В связи с этим проблема борьбы с шумом и вибрациями является актуальной, имеющей большое социальное и экономическое значение.

В настоящее время трудно назвать отрасль промышленности, в которой не имелось бы цехов и участков с повышенным уровнем шума на рабочих местах. Машиностроительная промышленность — наиболее обширная хозяйственная отрасль, в которой наибольший объем работ приходится на станочную металлообработку, где занято около 50% всех рабочих отрасли.

Создание металлорежущих станков и станочных комплексов большой мощности и производительности неизбежно сопровождается увеличением уровней шума на рабочих местах. На рабочих местах токарей, фрезеровщиков, мотористов, кузнецов-штамповщиков уровень шума колеблется в пределах от 80 до 115 дБ А [13—16].

На машиностроительных заводах наиболее неблагоприятными с точки зрения шумового дискомфорта являются цеха и участки токарно­револьверных станков и прутковых токарных автоматов, уровни шума которых, практически всегда, существенно превышают предельно­допустимые уровни (ПДУ). Значительные успехи, достигнутые в области снижения шума зубчатых передач, подшипниковых узлов, корпусных и базовых деталей, выдвинули механизмы поддержки прутка на первое место среди источников шума, особенно у высокоскоростных токарно­револьверных станков и прутковых токарных автоматов.

**Степень разработанности проблемы.** Исследованию шума и вибраций промышленного оборудования и разработке практических рекомендаций по их снижению посвящено большое количество работ отечественных ученых: С.П. Алексеева, Ю.И. Бобровницкого,

И.И. Боголепова, Л.П. Борисова, М.Д. Генкина, Б.И. Заборова, Н.И. Иванова, Б.И. Климова, И.И. Клюкина, Л.Ф. Лагунова, А.Г. Мунина, А.С. Никифорова, Л.Г. Осипова, Б.Д. Тартаковского, И.Е. Цукерникова, Е.Л. Шендерова, Е.Я. Юдина и др., а также зарубежных ученых Д. Гужаса, Л. Крамера, Е. Майера, М. Крокера и др. [17—23].

Проблемы изучения и снижения шумовых характеристик металлорежущих станков представлены в работах Б.Е. Болотова, Б.Г. Заверняева, М.П. Козочкина, С.Н. Панова, В.Г. Трембача, А.Н. Чукарина, Б.Ч. Месхи [24-38].

**Целью диссертационной работы** является разработка методов расчета виброакустических характеристик механизмов поддержки прутка и способов снижения уровней шума при проектировании до нормативных величин.

**Автор защищает:**

* теоретические закономерности шумообразования механизмов поддержки прутка высокоскоростных станков токарной группы;
* аналитические зависимости уровней шума механизмов поддержки прутка, учитывающие конструктивные особенности и режимы работы станка;
* методику инженерного расчета виброакустических характеристик механизмов поддержки прутка в малошумном исполнении;
* результаты экспериментальных исследований шума механизмов поддержки прутка;
* конструкции малошумных механизмов поддержки для различных конфигураций прутков.

Научная новизна работы заключается в следующем:

* разработаны математические модели генерации шума механизмов поддержки прутка высокоскоростных станков, на основе которых теоретически прогнозируется процесс шумообразования в рабочей зоне при проектировании подобных устройств;
* аналитические зависимости, учитывающие конструктивные параметры механизма поддержки прутка, режимы его работы, что дает возможность теоретически обосновать наиболее рациональный вариант демпфирующих элементов исходя из санитарных норм шума.

Практическая ценность работы состоит в следующем:

* разработана методика акустического расчета малошумных механизмов прутка высокоскоростных станков, обеспечивающих на этапе их проектирования соблюдение санитарных норм шума в рабочей зоне операторов;
* разработаны конструкции механизмов поддержки прутка для высокоскоростных одно- и многошпиндельных станков токарной группы, отличающихся от существующих технологичностью изготовления, сборки, ремонта и соответствующие по своим акустическим характеристикам предельным спектрам шума.

Исследования проводились с привлечением основных положений технической виброакустики, статистических методов обработки экспериментальных данных. Экспериментальные исследования проводились в производственных и лабораторных условиях ОАО

«Роствертол», ОАО НПП КП «Квант». Измерения проводились испытательной лабораторией научно-производственного центра «Охрана труда», аккредитованного в системе аккредитации аналитических лабораторий № РОСС RU.0001.516980 и добровольной системе аккредитации в области охраны труда СДСОТ № РОСС ЇШ.И493.04EJI00 № 1/1 000027 (аттестат аккредитации Приложение 1).

Ожидаемый годовой социально-экономический эффект от внедрения на ОАО НПП КП «Квант», рассчитанный по методике определения экономической эффективности от производства и использования новых средств труда с улучшенными характеристиками и повышении ее производительности труда от снижения шума, составляет 55,0 тыс. рублей на один станок (в ценах 2009 г.).

Результаты исследований внедрены на ОАО НПП КП «Квант» на автомате продольного точения 1М108, токарно-револьверных станках 1325Ф30 и 1Е140 и шестишпиндельных автоматах 1Б240 и 1265М.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов и рекомендаций, библиографического списка из 108 наименований, имеет 37 рисунков, 16 таблиц и изложена на 135 страницах машинописного текста. В приложении вынесены сведения о внедрении результатов исследования.

В первой главе проведены исследования влияние факторов производственной среды на работающих. Рассматриваются источники шума токарно-револьверных станков и прутковых токарных автоматов и конструкции существующих механизмов поддержки прутка. Дана характеристика шума типичных представителей направляющих труб. Проведены теоретические исследования динамики направляющих труб.

Во второй главе приведены результаты экспериментальных исследований акустических характеристик прутковых токарных станков и методика проведения экспериментальных исследований с оценкой погрешностей измерений уровней шума и вибрации.

В третьей главе дано математическое описание процесса шумообразования механизма поддержки прутка, теоретическое обоснование малошумного механизма поддержки прутка, приведена конструкция направляющей трубы с демпфирующими втулками.

В четвертой главе представлена конструкция испытательного стенда, а также экспериментальные исследования эффективных коэффициентов потерь колебательной энергии механизмов поддержки прутка и исследования шума и вибрации механизмов поддержки прутка в лабораторных условиях. Исследование эффективности разработанного механизма в производственных условиях и особенности способа его сборки.

1. Выводы по главе
2. Получены регрессионные зависимости коэффициентов потерь колебательной энергии для трех разработанных конструкций механизмов поддержки прутка, которые не только существенно уточняют расчеты шума и вибрации, но и дают возможность производить подобные расчеты при проектировании.
3. Экспериментальные исследования на специальном стенде доказали возможность внедрения предложенных конструкций в производство.
4. Разработанные конструкции обладают высокой эффективностью в снижении шума и отличаются простотой в изготовлении, технологичностью.
5. Замена существующих механизмов поддержки прутка на разработанные конструкции обеспечила снижение уровней шума до санитарных норм на одно- и многошпиндельных прутковых токарных автоматах и токарно-револьверных станках.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Результаты диссертации можно представить следующими основными выводами:

1. Решена важная научно-техническая и социально-экономическая задача создания безопасных условий труда на участках высокоскоростных прутковых станков путем снижения шума механизмов поддержки прутка как доминирующих источников до предельно-допустимых уровней.
2. Разработаны и теоретически обоснованы новые конструкции механизмов поддержки круглых и граненых прутков, отличающиеся от серийных технологичностью изготовления и сборки демпфирующих элементов и эффективностью в снижении шума высокоскоростных прутковых станков.
3. Получены аналитические зависимости для определения уровней шума, создаваемых механизмами поддержки и учитывающие их конструктивное исполнение и условия эксплуатации.
4. Теоретически обоснована возможность создания малошумных механизмов поддержки путем их акустического расчета и выбора параметров механизмов при их проектировании.
5. Получены регрессивные частотно-зависимые заражения эффективных коэффициентов потерь колебательной энергии для предложенных конструкций, что позволяет существенно уточнить расчеты виброакустических характеристик таких конструкций на стадии их проектирования.
6. Доказана работоспособность предложенных конструкций по соответствию санитарным нормам шума и долговечностью демпфирующих элементов.
7. Результаты исследований внедрены в условиях механического цеха ОАО НПП КП «Квант», что обеспечило выполнение санитарных

норм шума на участках токарных автоматов и токарно-револьверных станков. Ожидаемый годовой социально-экономический эффект составляет 55,0 тыс. рублей на один станок (в ценах 2009 г.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года // Утв. Указом Президента РФ от 9.10.07 г. № 1351.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации. Комментарии официальных органов к Трудовому кодексу РФ / Отв. ред. А.Д. Сафонов — М.: МЦФЭР, 2006.- 1328 с.
3. Безопасный труд — право каждого человека. Доклад МОТ в Всемирному дню охраны труда—2009 // Субрегиональное бюро МОТ для стран Восточной Европы и Центральной Азии, 2009. — 24 с.
4. Состояние условий и охраны труда в Российской Федерации в 2008 году и меры по их улучшению (краткий аналит. обзор) - М.: Минздравсоцразвития России, 2009 - 46 с.
5. Пашин, Н.П. Совершенствование управления охраной труда в современных экономических условиях / Н.П. Пашин // Приоритетные направления снижения производственного травматизма и профзаболеваемости в Российской Федерации. - М.: ФГУ ВНИИ охраны и экономики труда Росздрава, 2008. — 100 с.
6. Охрана труда в цифрах и фактах. Направления совершенствования глобальной культуры охраны труда. - М.: МОТ, 2004- 32 с.
7. Кульбовская, Н.К. Экономика охраны труда / Библиотека журнала «Социальная защита». Серия «Охрана труда». - М.: НПЦ «Социометрия», 2005.- 170 с.
8. Петросянц, Э.В. Экономика охраны труда / Э.В. Петросянц, Г.А. Кузнецов-М.: Альфа-Композит, 2001.
9. Генкин, Б.М. Экономика и социология труда: Учебник для вузов / Б.М. Генкин - М.: Изд. группа НОРМА-ИНФРА М, 1999. - 384 с.
10. Артамонова, В.Г. Профессиональные болезни / В.Г. Артамонова,

Н.Н. Шаталов. - М.: Медицина, 1996. - 432 с.