

**МУЛИН Андрей Владимирович**



**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ  
ТРУДА В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ НОЖНИЦ  
НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Специальность: 05.26.01 - Охрана труда (в машиностроении)

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования Донском государственном техническом университете

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент  
Месхи Б.Ч.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
Беспалов В.И.  
кандидат технических наук  
Капустянский А.М.

Ведущая организация: Балтийский государственный технический университет  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Защита состоится 24 мая 2005 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д212.058.01 в Донском государственном техническом университете (ДГТУ) по адресу: 344010, г. Ростов - на - Дону, пл. Гагарина, 1, ауд. 252

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ДГТУ.

Автореферат разослан **19** апреля 2005 г.

Ученый секретарь диссертационного  
совета, к.т.н., доцент

 Шипулин А.И.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Комбинированные гидравлические пресс - ножницы и ножницы для резки сортового проката являются одним из основных видов продукции ЗАО «Завод по выпуску КПО» и находят широкое применение в различных отраслях промышленности на отечественных и зарубежных предприятиях. По показателям производительности, точности, надежности ножницы соответствуют уровню мировых стандартов, но их шумовые характеристики существенно превышают санитарные нормы. Шумовая и вибрационная болезни занимают второе и третье место в списке профессиональных заболеваний. Таким образом, задача снижения шума в рабочей зоне ножниц до санитарных норм является актуальной и имеет большое научно-техническое и социально-экономическое значение. Решение этой задачи позволит улучшить условия труда и повысить конкурентоспособность подобного оборудования.

**Цель работы** заключается в разработке методов расчета акустических характеристик при работе ножниц и способов снижения уровней шума при проектировании до нормативных величин.

Автор защищает:

1. Теоретические закономерности шумообразования ножниц, позволяющие оценить вклад отдельных элементов акустической системы подобного оборудования в формирование уровней шума в рабочей зоне операторов.

2. Математические модели процесса шумообразования, учитывающие компоновку оборудования и широкую номенклатуру геометрических параметров обрабатываемых заготовок.

3. Результаты экспериментальных исследований шума и вибраций ножниц для резки строительной арматуры и гидравлических пресс-ножниц.

4. Методику инженерного расчета шума подобного оборудования на стадии его проектирования, а так же инженерные решения по обеспечению санитарных норм шума в рабочей зоне ножниц.

**Научная новизна работы заключается в следующем:**

акустическая система ножниц аппроксимирована волноводами с распределенными параметрами, что в отличии от существующих конечно-мерных моделей вибрации и шума кузнечно-прессового оборудования позволило моделировать генерацию шума в нормируемом диапазоне частот для широкой номенклатуры обрабатываемого металлопроката;

разработаны математические модели генерации шума ножниц, на основе которых теоретически прогнозируется процесс шумообразования в рабочей зоне при проектировании подобного оборудования.

**Практическая ценность работы состоит в следующем:**

для конструкторских служб разработан инструмент, позволяющий при проектировании подобного оборудования расчетным путем определить **превышение уровней звукового** давления в рабочей зоне над предельно допустимыми значениями и **выбрать** рациональные **инженерные** решения по достижению санитарных норм шума;

создана инженерная методика расчета, алгоритмы и программное обеспечение определения октавных уровней шума ножниц;

предложен комплекс мероприятий по снижению шума в рабочей зоне за счет уменьшения интенсивности звукового излучения станины и системы заготовка-инструмент, внедрение которых обеспечило выполнение санитарных норм шума в рабочей зоне ножниц.

**Реализация в промышленности.** На ЗАО «Завод по выпуску КПО» внедрены мероприятия по виброизоляции элементов кинематики ножниц для резки арматурных стержней и разработаны звукоизолирующие конструкции зоны обработки и роллганга. В результате этого уровни шума оборудования понижены до нормативных значений. Ожидаемый экономический эффект от внедрения составил 87 тыс. рублей в год (в ценах 2004 г.).

**Апробация работы.** Основные положения диссертации докладывались на VI международной конференции по динамике технологических систем «ДТС-2001» (г. Ростов - на - Дону, 25 - 28 сентября 2001 г.).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 8 печатных работ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти разделов, общих выводов и рекомендаций, списка использованной литературы из 114 наименований, имеет 57 рисунков, 9 таблиц и изложена на 134 страницах машинописного текста. В приложении вынесены сведения о внедрении и алгоритмы расчета шума отдельных элементов ножниц

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, направленной на решение важной научно-технической, социально — экономической задачи повышения качества и безопасности ножниц для обработки сортового проката, научная новизна, практическая ценность работы и приведены основные результаты ее решения.

**В первом разделе** представлен аналитический обзор выполненных ранее теоретических, экспериментальных исследований по снижению шума и вибраций кузнечно-прессового оборудования. Среди исследований, посвященных изучению виброакустических характеристик подобного оборудования, необходимо отметить работы В.И. Заборова, А.П. Колчина, Л.Ф. Лагунова, Ю.А. Миропольского, Г.В. Самодурова, А.И. Храмого и др.

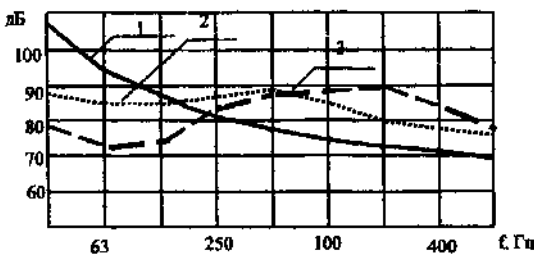


Рис. 1. Спектры шума в рабочей зоне ножниц:  
1 - предельный спектр; 2- ножницы для резки стержней;  
3 - пресс-ножницы гидравлических

Большинство исследований посвящено виброизоляции оборудования. Обращает на себя внимание недостаточность теоретических исследований процессов шумообразования подобного оборудования и инженерных методов расчета

акустических характеристик в рабочей зоне. Следует отметить теоретические исследования шумообразования листоштамповочных полуавтоматов Г.В. Самодурова. В качестве акустической модели была использована пластина ограниченных размеров, возбуждаемая точечной нагрузкой. Эта модель неприменима для рассматриваемого оборудования, на котором обрабатываются заготовки типа стержней и балок.

Замеры уровней шума в рабочей зоне ножниц (рис. 1) показали, что уровни звукового давления превышают предельно-допустимые значения в широкой полосе частот 250 - 8000 Гц на 7 - 17 дБ. Таким образом, задача снижения шума ножниц является актуальной, решение которой, в первую очередь, зависит от уровня теоретических исследований процесса шумообразования, учитывающих конструктивные особенности оборудования, заготовок, условия процесса обработки, на базе которых возможно - выполнить акустические расчеты и выбрать способы, обеспечивающие выполнение санитарных норм на этапе проектирования.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

1. Разработать модели процессов шумообразования ножниц для обработки сортового проката.
2. Произвести теоретический анализ разработанных моделей и получить аналитические зависимости для определения спектров шума оборудования с учетом их конструктивных особенностей и технологических режимов обработки для широкого класса обрабатываемых заготовок
3. Провести экспериментальные исследования вибрации и шума ножниц.
4. Разработать методику инженерного расчета шума данного типа оборудования на стадии проектирования и практические рекомендации по достижению санитарных норм шума.

**Во втором разделе** приводятся результаты теоретического исследования шумообразования ножниц.

Уровни шума, создаваемые в рабочей зоне при наличии систем шумозащиты, определяются звуковой мощностью самого оборудования, а также звукоизолирующими и звукопоглощающими характеристиками систем шумозащиты:

$$L = L_w + 10 \lg \left( \frac{\chi}{2\pi r^2} + \frac{4\psi_0(1-\bar{\alpha})}{\sum_i \alpha_i S_{0i}} \right) + 10 \lg \sum_i^n S_{0i} \cdot 10^{-0,1(3H_i+A)} - 20 \lg R - 8, \text{ дБ}, \quad (1)$$

где  $L_w$  - уровни звуковой мощности источника, дБ;  $\chi$  - коэффициент, учитывающий влияние ближнего звукового поля;  $\psi$  - коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля;  $r$  - расстояние от источника до ограждения, м;  $\alpha_i$  - коэффициент звукопоглощения элементов системы шумозащиты;  $S_{0i}$  - площадь поверхности  $i$ -го элемента ограждения,  $\text{м}^2$ ;  $R$  - расстояние от ограждения до рабочей зоны, м;  $ZI_i$  - звукоизоляция  $i$ -го элемента ограждения, дБ;  $\beta_i$  - поправка к звукоизоляции, учитывающая ориентацию элемента ограждения относительно рабочей зоны.

Прогнозирование уровней шума в рабочей зоне операторов возможно только в том случае, когда будут известны уровни звуковой мощности самого оборудования. Решению этой задачи посвящено теоретическое исследование процесса шумообразования подобного оборудования. Рассматриваемое оборудование представляет собой систему источников, одновременно излучающих звук. Уровни звуковой мощности от совокупности источников определяются по принципу энергетического суммирования. Ножницы для резки стержней имеют механический привод. Поэтому при исследовании процессов шумообразования следует учитывать звуковую мощность, излучаемую элементами несущей конструкции, заготовками и ножевой балкой. У пресс-ножниц - привод гидравлический, тогда излучением звука станиной можно пренебречь и в качестве определяющих источников шума принять заготовки и инструмент. Излучающие звук элементы ножниц рассматриваются как волноводы с

распределенной массовой, возбуждаемые механической нагрузкой и имеющей периодический характер.

В качестве моделей источников шума для отдельных элементов акустической системы объектов исследований приняты: пластина ограниченных размеров - для элементов несущей системы; балка ограниченной длины - для обрабатываемых заготовок; точечный источник шума - для инструмента пресс-ножниц.

Уровни звуковой мощности (дБ) таких источников определяются следующими зависимостями:

ограниченная пластина:

$$L_w = 10 \lg \frac{4.4 \cdot 10^2 S V_l}{10^{-12}}; \quad (2)$$

балка ограниченной

$$L_w = 10 \lg \frac{0.65 \cdot V^2 l f_l S}{10^{-12}}; \quad (3)$$

точечный источник

$$L_w = 10 \lg \frac{0.024 (V_l S)^2}{10^{-12}}; \quad (4)$$

где  $f_l$  - собственные частоты (Гц), которые для рассмотренных источников определяются известными методами и в автореферате не приводятся;

$V_l$  - виброскорости на собственных частотах колебаний, м/с;  $l$  - длина, м;  $S$  - площадь поверхности, м<sup>2</sup>.

Таким образом, задача определения уровней шума сводится к определению виброскоростей на собственных частотах колебаний.

Виброскорости элементов несущей конструкции находятся энергетическими методами, которые традиционно используются для расчетов энергетически замкнутых систем. Система уравнений для несущей системы ножниц учитывает виброизоляцию подшипниковых узлов, что дает возможность добиться снижения шума станины за счет рационального



подбора виброизолирующих элементов при сохранении требуемой жесткости подшипниковых узлов. И имеет следующий вид:

$$0.064 \cdot 10^{-3} \left[ W_1 + (1 - \eta_n) \sum_1^2 W_{2i} \right] + \sum_1^2 \alpha_{i-1} l_{i-1} \sqrt{h_i^3 f_i} V_i^2 - \sum_1^2 \alpha_{i-1} l_{i-1} \sqrt{h_i^3 f_i} V_i^2 - \sum_1^2 0.03 \eta_i h_i S_i V_i^2 = 0 \quad (5)$$

где  $W_L$  - мощность, затрачиваемая на обработку заготовок, Вт;  $W_{2i}$  мощность, передаваемая в соответствующую стенку от подшипникового узла, Вт;  $\eta_n$  - коэффициент потерь колебаний энергии в элементах несущей системы;  $h_i$  - толщина стенки, м;  $\alpha_{i-1}$ ,  $l_{i-1}$  - коэффициенты передачи колебательной энергии и длина линии контакта (м) между элементами несущей системы.

Способы установки заготовок и периодический характер технологической нагрузки позволяет подойти к моделированию шума таких источников с единых позиций для всей гаммы ножниц. Характерной особенностью силового возмущения для данного оборудования является то, что нагрузка снимается практически мгновенно. Элементы акустической системы ножниц начинают колебаться на собственных частотах, что и позволяет воспользоваться разложением по собственным модам колебаний. Виброскорости заготовок при пробивке отверстий высечке пазов и отрезке находятся из дифференциального уравнения поперечных колебаний, которое для колебаний в направлении от ОУ имеет вид:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \frac{EJ_y}{m_0} \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + \frac{j_0}{m_0 y} = \sum_{k=1}^{\infty} B \sin \frac{\pi k l_0}{l} + \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{r=1}^{\infty} B_1 \sin \frac{\pi k l_0}{l} * \sin \left( \frac{2\pi r}{T} t + \varphi \right) \quad (6)$$

Решение уравнения относительно виброскоростей получено в следующем виде:

$$V_y = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{B \sin \frac{\pi k l_0}{l} \sqrt{\frac{EJ_y \left( \frac{\pi k}{l} \right)^4 + \frac{j_0}{m_0}}{\frac{EJ_y \left( \frac{\pi k}{l} \right)^4 + \frac{j_0}{m_0}}}}{\frac{EJ_y \left( \frac{\pi k}{l} \right)^4 + \frac{j_0}{m_0}} + \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{r=1}^{\infty} \frac{B_1 \sin \frac{\pi k l_0}{l} \cos \left( \frac{2\pi r}{T} t + \varphi \right)}{\frac{EJ_y \left( \frac{\pi k}{l} \right)^4 + \frac{j_0}{m_0} - \left( \frac{2\pi r}{T} \right)^2} \quad (7)$$

где  $B = \frac{2W_1}{V_L m} \cdot \frac{l_1}{T}$ ;  $B = \frac{4W_1}{m V_L T} \cdot \sin \frac{\pi l_1}{T}$ ;

$I_0$  - координата приложения технологической нагрузки;  $E$  - модуль упругости, Па;  $J_y$  - момент инерции относительно оси  $OY$ ,  $m^4$ ;  $m_0$  - распределенная масса; кг/м;  $k$  - коэффициент, характеризующий модуль колебания;  $T$  - период технологической нагрузки, с;  $t_1$  - время взаимодействия инструмента и заготовки, с;  $V_n$  - скорость движения инструмента;  $J_0$  - приведенная жесткость, Н/м

Для заготовок, имеющих различные моменты инерции по осям  $OY$  и  $OZ$ , скорости колебаний в направлении оси  $OZ$  определяются аналогичным образом (с учетом замены  $J_y$  на  $J_z$ ). После этого определяется среднеквадратичное значение и на этой основе рассчитываются уровни звуковой мощности. При отрезке длина заготовок после каждого цикла уменьшается и, следовательно, изменяются собственные частоты колебаний. Поэтому производится расчет шума после каждого реза. Поскольку в работе ставится задача оценки максимальных уровней шума, то в формулы звуковой мощности подставляются максимальные значения виброскоростей. Уровни звуковой мощности инструмента при высечке пазов и пробивке отверстий определяются следующим выражением:

$$L_w = 10 \lg \frac{W_1 S}{V_u m} \sin 2\pi f_i \frac{t_1}{2} \sin 2\pi f_i \frac{T}{2} + 82, \text{ дБ}, \quad (8)$$

где  $m$  - масса инструмента, кг.

В результате теоретического исследования шумообразования получены зависимости для оценки ожидаемых уровней шума, которые позволяют прогнозировать на стадии проектирования шумовые характеристики в рабочей зоне ножниц в нормируемом диапазоне частот. Эти выражения учитывают компоновку оборудования, геометрические и механические параметры заготовок. Сравнение ожидаемых уровней шума с санитарными нормами позволяет выявить частотные интервалы и величины превышения расчетных уровней по сравнению с предельно-допустимыми и фактически на этапе проектирования выбрать инженерные решения по доведению уровней шума до предельно-допустимых значений, что является обоснованием

возможности обеспечения санитарных норм шума на этапе проектирования подобного оборудования.

**В третьем разделе** представлена комплексная методика расчета акустических характеристик ножниц на стадии проектирования.

**В четвертом разделе** приведены результаты экспериментальных исследований шума и вибрации ножниц для резки арматурных стержней и комбинированных гидравлических пресс-ножниц для всех видов технологических операций. Измерения проводились прибором ВШВ-003-М2. Результаты замеров показали, что уровни шума ножниц для резки арматурных стержней на холостом ходу превышают норматив на 3-5 дБА по уровню звука и на 2-7 дБ по уровню звукового давления в среднечастотной части спектра 250 - 1000 Гц (рис. 2). Характер спектра шума, а рабочем режиме существенно отличается от спектра шума холостого хода. Превышение уровней шума над нормативными в этом случае составляет 7-12 дБ в интервале частот 250 - 8000 Гц.

В интервале частот до 1000 Гц характер спектров шума холостого хода и в рабочем режиме идентичен, что говорит о определяющей роли звукового излучения станины в формировании шумовых характеристик в области низких и средних частот.

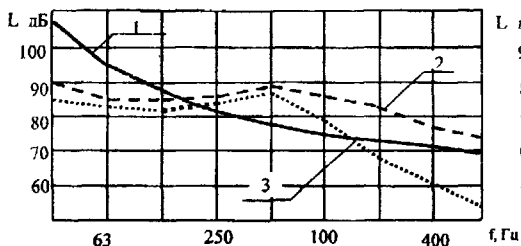


Рис 2. Спектры шума ножниц для резки стержней  
1 - предельный спектр; 2 - рабочий режим; 3 - холостой ход

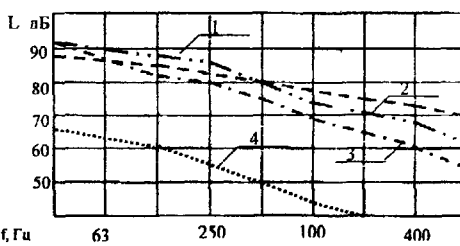


Рис 3 Спектры вибраций  
1 - на заготовке, 2 - на ножевой балке,  
3 - на столе станины. 4 - на рабочем месте

Наиболее существенные изменения спектра в рабочем режиме представляют в высокочастотной части спектра 2000 - 8000 Гц, где увеличение уровней шума в сравнении с холостым ходом составляет 10-20

дБ, а превышение над нормативными значениями - 4-8 дБ. Таким образом, формирование шумовых характеристик ножниц в области высоких частот определяется звуковым излучением инструмента и заготовок. Спектры вибраций на всех элементах несущей системы имеют четко выраженный низко и среднечастотный характер (рис. 3). Интенсивность вибрации уменьшается по мере увеличения частоты. Максимальные уровни вибрации зафиксированы на ножевой балке, а обрабатываемая заготовка отличается более высокими уровнями вибрации в высокочастотной части спектра. Уровни вибраций на рабочем месте ниже предельно-допустимых значений и не превышают 70 дБ. Таким образом, ножницы для резки сортового проката относятся к категории шумоактивного оборудования. Эти данные имеют большое практическое значение, т.к. для подобного оборудования следует ограничиться расчетом и проектированием средств шумозащиты.

У комбинированных пресс-ножниц уровни шума холостого хода ниже предельно-допустимых во всем нормируемом диапазоне частот. В рабочем процессе спектр шума имеет высокочастотный характер (рис. 4). Превышение уровней шума наблюдается в интервале частот 500 - 8000 Гц и составляет 5-15 дБ.

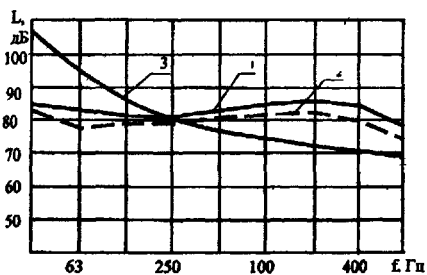


Рис 4 Спектры шума пресс-ножниц:  
1 – при обработке двутаврового профиля,  
2 – стального швеллера, 3 – предельный  
спектр

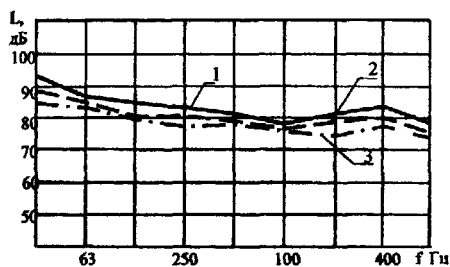


Рис 5 Спектры вибраций заготовок при обработке  
на пресс-ножницах  
1 – стальной швеллер, 2 – двутавровый профиль,  
3 – швеллер алюминиевый

Спектры вибраций несущей системы комбинированных пресс-ножниц имеют низкочастотный характер и малую интенсивность. Уровни вибрации не превышают 70 дБ. Аналогичная картина наблюдается и на рабочем месте.

Спектры вибраций заготовок (рис. 5) характеризуются более высокочастотным характером (так же, как и спектры шума).

Экспериментальные исследования подтвердили правильности теоретических выводов о закономерностях процесса шумообразования оборудования для обработки сортового проката, которые заключаются в следующем: у ножниц для резки стержней в области частот до 500 Гц, формировании шума доминирует звуковое излучение станины; в области частот 1000-2000 Гц на формирование шума в большей степени оказывает излучение звука ползуна; в области частот 4000-8000 Гц основной вклад вносит звуковое излучение заготовки;

Спектры вибраций инструмента имеют еще более высокочастотны характер. У комбинированных гидравлических пресс-ножниц шумовые характеристики практически полностью определяются излучением звука системы заготовка-инструмент. Экспериментальные исследования подтвердили правильность теоретических выводов о закономерности шумообразования и надежности методики расчета. Разница между расчетными и экспериментальными уровнями шума (рис. 6 и 7) не превышает 2дБ для комбинированных гидравлических пресс-ножниц и 3 дБ для ножниц для резки сортового проката.

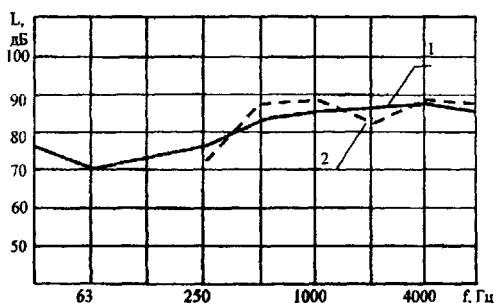


Рис. 6 Спектры шума пресс-ножниц.

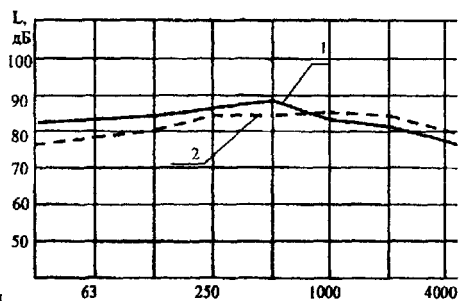


Рис.7. Спектры шума ножниц для резки арматуры

Результаты расчетов позволили уточнить количественный вклад звукового излучения отдельных элементов объектов исследования формирования спектров шума, что чрезвычайно сложно определить

экспериментальным путем. Выявление закономерности в формировании **шума оборудования** для обработки сортового проката и высокая надежность **методики расчета позволили выбрать** средства шумозащиты, которые могут быть реализованы на стадии проектирования.

**Пятый раздел** посвящен эффективности мероприятий по снижению шума. Для снижения шума, создаваемого системой инструмент-заготовка, разработаны звукоизолирующие ограждения конструкции, которые закрывают зону обработки и заготовку. Ограждение заготовки устанавливается на рольганг (рис 8).



Рис 8. Система шумозащиты заготовок

Рабочая зона закрывается ограждением, представляющим собой совокупность плоских экранов, и выполнена из оргстекла. Снижение шума станины ножниц для резки арматурных стержней достигнуто при установке сборной зубчатой передачи и виброизоляции подшипниковых узлов. В результате внедрения на ЗАО «Завод по выпуску КПО» разработанных мероприятий для оборудования для обработки сортового проката уровни шума в рабочей зоне понижены до санитарной нормы во всем нормируемом частотном диапазоне (рис. 10 и 11)

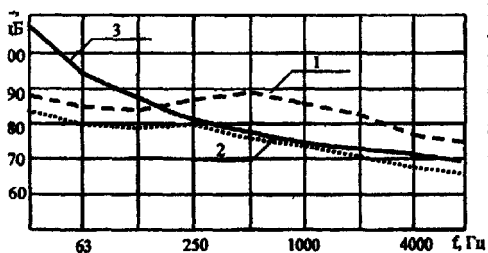


Рис. 9. Спектры шума ножниц для резки сортового проката  
1 - базовый вариант, 2-с системой шумозащиты;  
3-предельный спектр.

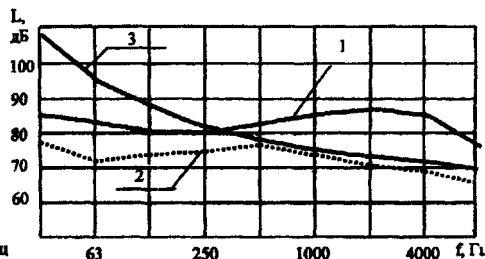


Рис.10 Спектр шума пресс-ножниц  
1- базовый вариант; 2-с системой шумозащиты,  
3 - предельный спектр.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Конечные результаты работы можно представить следующими основными выводами:

1. Обеспечено снижение уровней звукового давления до санитарных норм в рабочей зоне ножниц. Уменьшение акустической активности станины ножниц для резки арматурных стержней достигнуто виброизоляцией элементов кинематики, а системы заготовка-инструмент за счет оригинального звукоизолирующего ограждения.
2. Установлены закономерности шумообразования в рабочей зоне ножниц, учитывающие особенности обработки и конструктивные параметры оборудования и обрабатываемых заготовок.
3. Построены математические модели шумообразования станины и системы заготовка-инструмент, показывающие взаимосвязь между уровнями звукового давления в рабочей зоне, условиями процесса обработки, конфигурацией, материалом заготовок и компоновкой самого оборудования.
4. Получены зависимости для оценки уровней звукового давления данного оборудования, что позволяет прогнозировать шумообразование в рабочей зоне и других точках производственного помещения, а также выбрать рациональные способы шумозащиты на стадии проектирования самого оборудования.
5. Для данного вида оборудования разработана методика расчета октавных уровней звукового давления, которая позволяет определить уровни шума основных элементов самого оборудования, заготовок и инструмента, и определить количественный вклад в формирование спектров шума в рабочей зоне.
6. Экспериментальные исследования виброакустических характеристик ножниц подтвердили правильность математического описания процесса шумообразования, справедливость допущений, принятых при выполнении теоретических исследований. Правильность теоретических

выводов и методов расчета подтверждена экспериментальными данными уровней звукового давления, разница которых с расчетными не превышает 3 дБ во всем нормируемом диапазоне частот.

7. Результаты исследований прошли апробацию в производственных условиях. Звукозащитное ограждение характеризуется технологичностью, простотой, удобством в эксплуатации, высокой эффективностью в снижении шума и является достаточно универсальным для данного вида оборудования.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения результатов исследований на ЗАО «Завод по выпуску КПО» составил 87 тыс. руб. (в ценах 2004 г)

Основное содержание диссертации отражено в следующих работах:

1. Мулин А.В. Моделирование шумообразования оборудования для обработки строительной арматуры в производственном помещении/А.В. Мулин, Г.В. Самодуров//Проектирование технологического оборудования: Межвуз. сб. науч. тр. - Ростов н/Д: ГОУ ДПО «ИУИ АП», 2002. - Вып. 1. - С. 14 - 20.
2. Мулин А.В. Прогнозирование уровней шума станин ножниц для резки строительной арматуры при их проектировании/А.В. Мулин, Б.Ч. Месхи//Проектирование технологического оборудования: Межвуз. сб. науч. тр. - Ростов н/Д: ГОУ ДПО «ИУИ АП», 2002. - Вып. 1. - С. 26 - 31.
3. Мулин А.В. Комплексная методика расчета акустических характеристик ножниц на стадии проектирования /А.В. Мулин//Проектирование технологического оборудования: Межвуз. сб. науч. тр. - Ростов н/Д: ГОУ ДПО «ИУИ АП», 2003. - Вып. 2. - С. 3 - 32.
4. Мулин А.В. Расчет вибраций при обработке строительной арматуры. /А.В. Мулин, Самодуров Г.В./Проектирование технологического оборудования: Мехвуз. сб. науч. тр. - Ростов н/Д: ГОУ ДПО «ИУИ АП», 2003. - Вып. 2. - С. 71 - 75.



5. Мулин А.В. Экспериментальные исследования шума ножниц в условиях завода железобетонных конструкций/А.В. Мулин//Проектирование технологического оборудования: Мехвуз сб. науч. тр. - Ростов н/Д: ГОУ ДПО «ИУИ АП», 2003. - Вып.2. - С. 84.
6. Мулин А.В. Шумовые и вибрационные характеристики в рабочей зоне ножниц для резки арматурных стержней/А.В. Мулин, И.В. Богуславский, Г.В. Самодуров//Кузнечно-штамповочное производство.-№3.-С.35-38.
7. Самодуров Г.В. О расчете шума штампового инструмента при пробивке отверстий/Г.В. Самодуров, А.В. Мулин, А.В. Хомченко//Труды VI Международной научно-технической конференции по динамике технических систем/ДГТУ. - Ростов н/Д, 2001. - Т.3. - С. 196-199.
8. Мулин А.В. Способы снижения структурного шума листоштамповочных полуавтоматов и ножниц для резки стержней/А.В. Мулин, Г.В. Самодуров, М.Е. Лысенко// Труды VI Международной научно-технической конференции по динамике технических систем/ДГТУ. - Ростов н/Д 2001. - Т.3. - С. 199-202.

ЛР №04779 от 18.05.01. В набор 12.04.05. В печать 14.04.05.

Объем 1,0 усл.п.л., 0,9 уч.-издл. Офсет. Бумага тип №3.

Формат 60x84/16. Заказ №116 Тираж 100

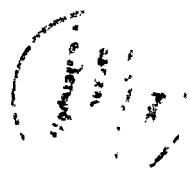
Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344010, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1.



05.24-05.26



19 МАЙ 2005