

## ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу  
Крутовой Вероники Александровны на тему:  
«Научное обоснование способов снижения виброакустических  
характеристик мостовых кранов при проектировании и эксплуатации»,  
представленную на соискание ученой степени доктора технических  
наук по специальности 1.3.7 – Акустика**

### 1. Актуальность темы диссертации

Совершенствование мероприятий по обеспечению предельно-допустимых величин виброакустических характеристик технологического оборудования повышенной мощности, к которым относятся и мостовые краны, является одной из важных научно-технических и социально-экономических проблем для машиностроительной отрасли. Мостовые краны создают в производственных цехах повышенные уровни звукового давления, что наиболее актуально для соразмерных помещений.

Следует отметить недостаточность теоретических и экспериментальных исследований виброакустических характеристик, практических рекомендаций по снижению шума и вибраций редукторов мостовых кранов в условиях предприятий-потребителей, отсутствия научных материалов по изучению диссипативных характеристик источников шума мостовых кранов, необходимых для расчета виброакустических характеристик на этапе проектирования. В значительном уточнении также нуждается математическая модель акустической подсистемы «узел колесных пар – рельс» мостового крана, виброакустическая система которой имеет существенные отличия от электроподвижного состава.

Поэтому проблема снижения виброакустических характеристик предельно-допускаемых значений шума и вибрации мостовых кранов при проектировании и эксплуатации определяет актуальность темы рецензируемой диссертации.

### 2. Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, общих выводов и рекомендаций, списка использованной литературы из 213 наименований, имеет 62 рисунка, 15 таблиц. Основное содержание диссертации изложено на 257 страницах машинописного текста. Сведения о внедрении вынесены в приложение.

Структура и оформление диссертации и автореферата соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11 – 2011 «Диссертация и автореферат диссертации».



**Во введении** к диссертации обоснована актуальность темы, сформулированы цель и приведены задачи исследования, положения, выносимые на защиту; обозначены научная новизна, теоретическая и практическая значимость; приведена информация об апробации и использовании результатов работы.

**В первой главе** выполнен анализ литературных источников, посвященных аварийности кранов. Следует отметить, что существующие исследования в подавляющем большинстве случаев относятся к анализу различных причин возникновения аварий.

На сегодняшний день выполнены теоретические и экспериментальные исследования шума для кабин мостовых и козловых кранов, а математические модели виброакустической динамики рельса построены для колебательной системы «упругая балка на упруго-диссипативном основании». На основании этих данных, разработаны нормативно-техническая документация и практические рекомендации по снижению уровней шума в селитебной зоне.

**Во второй главе** автор приводит результаты теоретических исследований причин возникновения шума и вибрации мостовых кранов в производственных помещениях.

К источникам шума мостовых кранов автор относит электродвигатели и редуктора механизмов перемещения и подъема, несущую раму и акустическую подсистему «узел колесных пар – рельсы». В приведенных математических моделях учтена характерная компоновка источников относительно расчетных точек, условия закрепления рельса мостовых кранов, геометрические, физико-механические характеристики источников шума мостовых кранов, а также параметры производственного помещения. На основе разработанных математических моделей процессов шумообразования и получены зависимости уровней звукового давления в основе расчётов которых лежат акустические характеристики самих источников и их параметры.

**В третьей главе** приведены результаты экспериментальных исследований шума и вибрации мостовых кранов различной грузоподъемности, полученные в реальных условиях эксплуатации. Экспериментальные исследования проводились с привлечением аккредитованного центра «Охрана труда и промышленная безопасность» по специальной оценке рабочих мест по условиям труда. Результаты измерений шума и вибрации позволили сделать вывод, что повышенные уровни шума возникают в производственных помещениях не только при движении крана, но и подъёме и опускании груза. Измерения спектров вибраций подтвердили правильность теоретических исследований процессов шумообразования, таким образом автор выделил, что основными источниками вибрации мостовых кранов являются редукторы механизмов подъема и перемещения груза. Установлены величины превышений октавных уровней звукового давления (УЗД) при



движении мостовых кранов с различной грузоподъемностью в производственных помещениях для всех обследованных кранов.

**В четвертой главе** приведены результаты теоретических исследований закономерности возникновения вибрации и звукового излучения несущих рам крана, а также несущих элементов кабин с большой площадью остекления. Для расчета виброскоростей таких конструкций автор логично представил модель распространения вибраций в замкнутых стержневых системах. На основе полученных данных коэффициентов потерь колебательной энергии элементов несущих рам получены регрессионные зависимости, позволяющие существенно уточнить виброакустические расчеты объектов исследования.

**В пятой главе представлена** методика расчета вибраций и шума мостовых кранов при их проектировании. Теоретические исследования виброакустической динамики элементов мостовых кранов и регрессионные зависимости коэффициентов потерь колебательной энергии положены в основу общего алгоритма расчета виброакустических характеристик различных типов мостовых кранов, что позволяет на этапах проектирования рассчитать ожидаемые уровни звукового давления и, что, самое главное, на этом же этапе определить величины превышений над предельно допустимыми значениями.

**В шестой главе** на основе проведенных теоретических, экспериментальных исследований предложен комплекс технических решений по достижению предельно допустимых величин уровней шума и вибрации как в рабочей зоне крановщиков, так и в производственных помещениях.

Разработанные мероприятия включают:

- замену подшипников качения редукторов механизмов подъема груза и перемещения тележки на подшипники скольжения;
- замену конических подшипников колес на аналогичные подшипники скольжения;
- установку на шейку рельса вибродемпфирующих элементов, которые выполняют не только функцию вибродемпфирования, но и звукоизоляции;
- установку рельса на виброизолирующих полосах;
- систему звукоизоляции узла колесных пар;
- установку звукопоглощающих облицовок на участки стен производственного помещения напротив колес и рельсов;
- установку малых подвесных потолков под крышкой редуктора механизма подъема;
- установку барабана механизма подъема на сферические опоры с тканевыми покрытиями.



Внедрение предложенных мероприятий на мостовых кранах различной грузоподъемности привело к достижению предельно-допустимых значений вибрации в кабинах крановщиков и уровней звукового давления в производственных помещениях.

**В заключении** сформулированы основные выводы по результатам исследований, свидетельствующие о достижении поставленных задач.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.3.7 – Акустика.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Результаты диссертационной работы достаточно полно опубликованы в 30 печатных работах, в том числе 7 в журналах и научных изданиях, входящих в международную базу Web of Science и Scopus, 16 в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, издана 1 монография.

### **3. Научная новизна рецензируемой работы**

Научная новизна диссертации сформулирована в 4 пунктах, из которых особо следует отметить:

- модели процессов виброакустической динамики широкой гаммы мостовых кранов;
- полученные аналитические зависимости формирования спектрального состава ожидаемых уровней виброакустических характеристик, на основе которых разработаны общие принципы соответствия акустического проектирования широкой номенклатуры мостовых кранов по критериям выполнения предельно-допустимых значений вибрации и шума.

- снижение виброакустических характеристик на этапе проектирования широкой номенклатуры мостовых кранов путем применения предложенных автором конструкций шумовиброзащиты по критерию уменьшения октавных уровней шума и вибраций до предельно-допустимых значений.

### **4. Практическая значимость работы состоит в:**

- возможности оценки на этапе проектирования объектов исследования ожидаемых уровней шума и вибраций;

- обеспечении виброакустической безопасности, включающей снижение шума и вибрации основных источников, за счет разработанного комплекса мероприятий шумовиброзащиты, основанного на обеспечении требуемых значений звукопоглощения, звукоизоляции и вибропоглощения.



## **5. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций:**

Теоретические положения диссертации разработаны с использованием основ технической виброакустики, теории колебаний и соответствующих нормативов. Экспериментальная часть работы выполнена в условиях реальной эксплуатации рассматриваемых в работе машин с использованием современных средств измерения и аккредитованной лаборатории. В конце работы представлено заключение, включающее 11 выводов.

Сформулированные выводы позволяют судить о том, что цель диссертационной работы достигнута, а задачи, соответствующие поставленной цели, решены в полном объеме, что свидетельствует о достоверности научных положений выводов и рекомендаций.

## **6. Замечания по диссертации**

1. В работе целесообразно указать уровни фонового шума, создаваемого в производственном помещении. Также не ясно учитывается ли вклад внешнего (фонового) шума в общую шумовую экспозицию в производственном помещении.

2. Не рассмотрено влияние отраженного звукового поля от элементов производственного помещения.

3. Не указан метод решения уравнения колебаний рельса, из которого, собственно, и определяется зависимость виброскорости от передвижения тележки крана, а также от подъема и опускания груза.

4. Аналогичное замечание возникает в отношении решения уравнения колебаний узла колесных пар, т.е. получено общее или частное решение.

5. В работе приведены результаты измерений октавных уровней звукового давления и уровней виброскорости. Однако используемые приборы «Октава», «Экофизика» и «Ассистент Total+» позволяют измерять третьоктавные уровни, что обеспечит более точный анализ виброакустических характеристик, особенно на собственных частотах.

6. Инженерные решения по снижению уровней шума и вибраций технологичны, достаточно универсальны. Из материалов диссертации не ясно получен ли патент на практические результаты?

7. Автором приведены данные экспериментальных исследований шума и дана гигиеническая оценка результатам без пояснения, какими нормативными документами для измерений и оценки он руководствовался (например отсутствуют указания на ГОСТ ISO 9612-2016, ГОСТ Р 54500.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-1:2009, ГОСТ Р ИСО 10576-1-



2006, не всюду приведен класс точности аппаратуры, нет пояснений о статистической обработке результатов).

8. В автореферате не приведена информация о соответствии норм вибрации фактическим уровням виброскорости..

### 7. Заключение

Несмотря на сделанные замечания, диссертация «Научное обоснование способов снижения виброакустических характеристик мостовых кранов при проектировании и эксплуатации», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной проблемы и соответствует критериям изложенным в п. 9 «Положение о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Крутова Вероника Александровна заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.7 – Акустика.

Официальный оппонент:

доктор технических наук (специальность 01.04.06 – Акустика),  
профессор кафедры «Техносферная безопасность»

Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Московский автомобильно-дорожный  
государственный технический университет (МАДИ)»,  
г. Москва,

Элькин Юрий Иосифович

Контактная информация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический  
университет» (МАДИ),

Адрес: 125319, г. Москва, Ленинградский проспект, дом 64

Телефон: 8 (499) 155-08-28

E-mail: [elkiny@mail.ru](mailto:elkiny@mail.ru)

Подпись профессора Элькина Ю.И. заверяю:



*Мушинский* *документы* *от* *руководителя* *МАДИ* *И. А. Мармеев*