

## 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. Общие сведения о диссертации

Диссертационная работа Крутовой Вероники Александровны на тему «Научное обоснование способов снижения виброакустических характеристик мостовых кранов при проектировании и эксплуатации», по поставленным целям и задачам исследований соответствует п.10 предметной области специальности 1.3.7 – Акустика - Акустические шумы и вибрации.

Диссертация состоит из введения, 6 глав, общих выводов и рекомендаций, списка использованной литературы из 212 наименований, имеет 62 рисунка, 15 таблиц и изложена на 257 страницах машинописного текста.

Результаты работы прошли широкую апробацию на международных, всероссийских и национальных научных и научно-практических конференциях, тематика которых совпадает с основными направлениями исследований, представленными соискателем в работе.

Личный вклад соискателя в решение поставленных задач исследований не вызывает сомнений и состоит в том, что им самостоятельно выполнены исследования совокупности физических параметров, определяющих формирование звукового давления в производственных помещениях и в кабинах управления кранов, учитывающих характерные особенности компоновки кузовных конструкций и оборудования, параметры технологии эксплуатации объектов исследования. При этом соискатель определил направления повышения эффективности проектирования транспортно-технологических машин, позволяющие разрабатывать системы шумо-виброзащиты обеспечивающие снижение уровней вибрации и звукового давления.

### 2. Актуальность темы диссертации

Обеспечению безопасных условий эксплуатации мостовых кранов уделяется большое внимание. Известно, что воздействие шума и вибрации на обслуживающий персонал приводит не только к ряду профессиональных заболеваний, таких как шумовая и вибрационная болезнь, но и к снижению

БГТУ "ВОЕНМЕХ"  
им. Д.Ф.Устинова  
Вх. № 87-04  
от 29.09.2023.

производительности труда и повышению травматизма. Все это в полной мере относится к операторам мостовых кранов. Кроме того, воздействие повышенных уровней шума и вибраций приводит к утомляемости крановщиков, что в свою очередь ставит под угрозу производственный персонал, находящийся в зоне действия кранов.

Процесс создания технологического оборудования и мостовых кранов начинается с этапов расчета и проектирования, на которых расчет ожидаемых уровней шума и вибраций, позволит определить превышение над предельно-допустимыми нормами и разработать инженерные решения по достижению требуемых значений виброакустических характеристик. Такой подход решения проблемы снижения шума является наиболее рациональным не только с научно-технической позиции, но и экономической. Поэтому проблема снижения шума и вибраций, в особенности мостовых кранов, актуальна для машиностроения и имеет большое научно-техническое и социально-экономическое значение.

### **3. Оценка содержания диссертации**

*Первая глава* диссертации посвящена анализу существующих исследований объектов исследования. методик расчета шума и способов его снижения. Автор справедливо указывает, что процесс формирования виброакустических характеристик мостовых кранов недостаточно изучен. В частности, не изучены закономерности формирования спектров шума, создаваемого общей акустической системой мостовых кранов в производственных помещениях. Не изучено соответствие уровней вибрации нормативным значениям в низкочастотном диапазоне 8–63 Гц на рабочих местах крановщиков мостовых кранов и уровней звукового давления в диапазоне 31,5–8000 Гц в кабинах козловых кранов. Эта проблема актуальна для механосборочных цехов, и в особенности для условий литейных цехов, в которых эксплуатируются мостовые краны большой грузоподъемности и фактически являются (в отличие от цехов механической обработки) основным источником шума, формирующим звуковое поле в производственном помещении. Не разработан общий методологический подход к теоретическому описанию процессов виброакустической динамики общей колебательной системы мостовых кранов.

На основании вышеперечисленного автор определил объекты исследования, сформировал цель работы и задачи исследования.

*Во второй главе* обоснованы модели основных источников шума. Получены аналитические зависимости спектральных составляющих виброакустических характеристик, учитывающих особенности условий эксплуатации, геометрические, физико-механические характеристики

источников шума мостовых кранов, а также параметров производственного помещения, где фактически и подтверждается системный подход к проблеме виброакустической динамики системы «человек-источник шума-производственная среда».

*В третьей главе* приведены результаты экспериментальных исследований уровней шума и вибрации мостовых кранов различной грузоподъемности мостовых кранов в условиях их реальной эксплуатации в цехах механической обработки ПАО «Роствертол», РЭРЗ – филиал ОАО «Желдорремаш», ООО «ПК «НЭВЗ». Измерения шума редукторов при их изготовлении проводились на майкопском редукторном заводе ОАО «Зарем». К достоинствам приведенных результатов исследований следует отнести большой объем выборки данных, полученных для мостовых кранов различной грузоподъемности в условиях их реальной эксплуатации. Измерения проводились сертифицированной аппаратурой для акустических и вибрационных характеристик с привлечением центра «Охрана труда и промышленная безопасность», имеющего аттестат аккредитации на право проведения работ по специальной оценке условий труда, подтвержденных областью аккредитации. Полученные данные по коэффициентам передачи вибрации от источников на рабочие места операторов позволили существенно уточнить расчет уровней структурного шума. Экспериментальные данные подтвердили правильность теоретических исследований о закономерностях формирования спектров вибрации и шума.

*Четвертая глава* посвящена изучению закономерностей возбуждения вибраций и звукового излучения замкнутых стержневых систем на примере несущих рам кранов, а также каркаса кабин с большой площадью остекления. Несущие рамы изготавливаются из швеллеров двутаврового профиля, а каркасы кабин с большой площадью остекления – преимущественно из уголков. В качестве акустического источника для таких элементов принят также линейный излучатель. Поскольку также стержневые конструкции являются энергетически замкнутыми системами, то расчет скоростей колебаний основан на традиционном энергетическом методе. Аналогичным образом определяется вводимая в раму вибромощность от узлов колесных пар. Поскольку элементы остекления представляют собой плоские источники, то для звукового давления скорость колебаний источника элементов остекления определяется из системы уравнений энергетического баланса, что и позволяет выполнить инженерный расчет спектров шума в кабинах, имеющих большую площадь остекления.

*В пятой главе* приведен общий алгоритм расчета уровней звукового давления кранов на этапе их проектирования по критерию выполнения

санитарных норм уровней звукового давления. Предложенный алгоритм инженерного расчета спектров вибрации и шума мостовых кранов предусматривает возможность на этапе проектирования определить количественный вклад каждого отдельного источника в звуковое излучение всей акустической системы мостовых кранов в производственном помещении, определить превышения над предельно допустимыми величинами. Эти данные и позволяют выбрать инженерные решения по требуемым величинам снижения уровней шума каждого источника и выбрать наиболее эффективные и технологичные способы выполнения санитарных норм шума и вибрации. Полученные автором аналитические зависимости уровней звукового давления адекватно описывают закономерности акустических характеристик в кабинах операторов мостовых кранов. Эти данные обладают существенной новизной и действительно доведены до инженерных расчетов.

*Шестая глава* раскрывает инженерные решения по снижению уровней шума и вибрации объектов исследования. Результаты теоретических и экспериментальных исследований процессов возбуждения вибраций и шумообразования мостовых кранов позволили обосновать комплекс технических решений по выполнению санитарных норм. 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 фактически 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.

#### **4. Научная новизна и достоверность полученных результатов**

Содержание диссертации охватывает все основные вопросы представленных в ней задач и определяющих научную новизну работы. В ней представлены:

- общий подход теоретической оценки виброакустических характеристик мостовых кранов на этапе их проектирования и эксплуатации системы «человек – источник шума как совокупности разнохарактерных излучателей звуковой энергии – производственная среда»;

- разработанные модели виброакустической динамики общей колебательной системы мостовых кранов, элементы которой существенно различаются геометрическими и физико-механическими параметрами и частотным составом излучаемой звуковой энергии;

- аналитические зависимости и установлены закономерности формирования спектрального состава ожидаемых уровней виброакустических характеристик, на основе которых разработаны общие принципы соответствия акустического проектирования широкой номенклатуры мостовых кранов критериям выполнения санитарных норм вибрации и шума;

- доказанная возможность создания конструкций шумовиброзащиты на этапе проектирования широкой номенклатуры мостовых кранов по критерию выполнения октавных уровней шума и вибраций в пределах санитарных норм.

Достоверность полученных научных результатов подтверждена экспериментальными исследованиями, выполненными в реальных условиях эксплуатации объектов исследования, подтвердившими теоретические выводы по закономерностям формирования виброакустических характеристик, и результатами внедрения.

#### **5. Замечания по работе.**

1. В диссертации автор не указал какие шумо- и виброзащитные меры применялись ранее на мостовых кранах, не дал оценку их эффективности.

2. В работе не описано влияние износа рельса и поверхности катания колеса на уровни вибрации и шума, не приведена оценка вклада от их износа на процесс вибро- шумообразования.

3. Непонятно, как задавался коэффициент излучения звука и направленность звукового излучения от рельса?

4. Не указано проверялось ли условие диффузности звукового поля во внутреннем воздушном объеме производственного помещения.

5. В диссертации и автореферате весьма поверхностно описана методика экспериментальных исследований.

6. Из работы не ясно зависит ли коэффициент потерь колебательной энергии в системе от способа укладки рельса?

7. Не дана дифференцированная оценка, что больше влияет на снижение шума – эффект вибропоглощения или звукоизоляции при нанесении на рельс вибропоглощающего материала.

8. В качестве вибропоглощающего материала используется магнитопласт. Возникает вопрос: в чем его преимущество в сравнении с другими вибропоглощающими материалами и чем обоснован этот выбор?

9. Почему в описанных исследованиях не учтено излучение звука мостом крана?

Вместе с тем, указанные замечания не снижают значимости основных теоретических и практических результатов работы, которые могут быть использованы машиностроительными предприятиями для снижения влияния виброакустических характеристик на работников транспортно-технологических машин при их проектировании, изготовлении и модернизации.

#### **6. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней.**

Диссертационная работа Крутовой Вероники Александровны на тему: «Научное обоснование способов снижения виброакустических характеристик мостовых кранов при проектировании и эксплуатации» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена научная проблема, имеющая важное социально-экономическое значение и изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения и разработки, которые вносят существенный вклад в развитие машиностроительной отрасли страны.

Проведенные автором теоретические исследования спектрального состава виброакустических характеристик мостовых кранов различной грузоподъемности и полученные аналитические зависимости, позволяют с высокой точностью и достоверностью прогнозировать уровни звукового давления на рабочих местах в производственных помещениях, что вносит существенный и практический вклад в решение проблемы снижения виброакустических характеристик, создаваемых излучением звуковой энергии общей колебательной моделью мостовых кранов, причем как на стадиях проектирования, так и изготовления или модернизации.

Тема диссертационной работы актуальна, а полученные результаты исследований обладают научной новизной и практической значимостью. Материал диссертации подготовлен автором самостоятельно, представлен достаточно четко, структурирован, обладает внутренним единством, изложен, в целом, на грамотном техническом языке с использованием общепринятой терминологии.

Положения, выводы и рекомендации работы обоснованы и достоверны. Автореферат диссертационной работы в полной мере отражает содержание диссертации и дает возможность судить о целях и задачах исследования,

научных выводах и результатах. Основные научные результаты достаточно полно отражены в 30 печатных работ, в том числе 7 в журналах и научных изданиях, входящих в международные базы Scopus и WoS, 16 в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ, опубликованной монографии.

Считаю, что работа по своему содержанию, объему, актуальности, научной и практической значимости полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, установленным в п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Крутова Вероника Александровна заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.7 – Акустика.

Официальный оппонент, профессор  
кафедры безопасности  
жизнедеятельности и правовых  
отношений ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени  
Г.Ф. Морозова», профессор, доктор  
технических наук (по  
специальностям 01.04.06 – Акустика  
и 05.26.01 – Охрана труда  
(машиностроение)

  
Асминин Виктор Федорович  
удостоверяю: *Асминин Виктор Федорович*  
секретарь: *Асминин Виктор Федорович*

Адрес организации 394087 г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»,

Телефон: 8(473) 253-77-38

Электронная почта: [asminin.viktor@yandex.ru](mailto:asminin.viktor@yandex.ru)