



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

ул. Проф. Попова, д.5, Санкт-Петербург, 197376
Телефон: (812) 346-44-87 Факс: (812) 346-27-58 E-mail: eltech@eltech.ru http:// www.eltech.ru
ОКПО 02068539 ОГРН 1027806875381 ОКВЭД 85.22, 72.1 ОКТМО 40392000000
ИНН/КПП 7813045402/781301001



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

Д.В. Гайворонский
» *мая* 2018 г.
М.П.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» на диссертационную работу Незнанова Александра Ивановича «Маятниковый датчик контроля уровня железнодорожного пути с ультразвуковым съемом информации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий»

Актуальность работы и соответствие научной специальности

Безопасность, бесперебойность движение поездов, уровень комфорта пассажиров в значительной мере зависят от состояния железнодорожного пути. Неисправный путь может создать аварийную ситуацию, вызвать задержки и сбои в движении поездов. Отрицательное воздействие неровностей пути на пассажиров и поездные бригады выражается в существенном повышении уровней шума и вибрации в подвижном составе. При прохождении колесными парами неровностей пути возникают значительные динамические нагрузки, следствием чего является преждевременный износ ходовых частей. Таким образом, задача поддержания исправного состояния железнодорожного пути очень важна. Для ее решения производится систематический контроль и текущее содержание железнодорожного пути, заключающееся в выправке и стабилизации пути в плане, горизонте и по направлению с помощью специальных путевых машин.

Качество исправления железнодорожного пути в значительной степени зависит от работы системы управления органами машины. Одним из приборов, формирующим информацию о железнодорожном пути является измеритель поперечной негоризонтальности.

В настоящее время базовым измерителем негоризонтальности железнодорожного пути является прибор ELT-133.00 австрийской фирмы «Plasser & Theurer», реализующий прямой метод измерения на основе механического маятника. Основным недостатком прибора – высокая стоимость и затраты на техническое обслуживание, кроме того, он не приспособлен к российским климатическим условиям, и поэтому обладает неудовлетворительной точностью, а также имеет значительные габаритные размеры, вес и фазовое запаздывание в рабочей полосе частот.

Таким образом, у отечественной промышленности существует потребность в достаточно точных, дешевых и малогабаритных средствах контроля негоризонтальности. Одним из путей решения является использование жидкостных материалов, что позволило улучшить динамические характеристики, уменьшить габаритные размеры и вес. Для измерения угловых рассогласований между корпусом и жидкостным маятником использовались ультразвуковые методы измерений, позволяющие получить высокие метрологические характеристики. Однако такие датчики имеют невысокую вибрационную устойчивость. Для устранения этого недостатка было предложено вместо жидкостного маятника использовать механический маятник в виде пластины, которая одновременно является отражателем ультразвука.

Актуальность темы определяется недостаточной разработкой вопросов особенности работы механического маятника полностью погруженного в жидкость и находящегося на движущемся основании; обоснования возможности выделения информации ультразвуковой измерительной подсистемы; анализа точностных характеристик.

Выводы и рекомендации по этим вопросам являются необходимыми для создания датчиков поперечной негоризонтальности железнодорожного пути с улучшенными динамическими характеристиками, что является целью рассматриваемой диссертационной работы.

С учетом поставленной цели, решаемых задач и полученных результатов рассматриваемая диссертационная работа соответствует области исследования – «разработка, внедрение и испытания приборов, средств и систем контроля природной среды, веществ, материалов и изделий, имеющих лучшие характеристики по сравнению с прототипами», указанной в паспорте специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки.

К числу основных научных результатов работы можно отнести:

- в работе разработаны и проанализированы схемы маятникового датчика контроля уровня ж/д пути с ультразвуковой системой информации, в которых угол наклона измеряется амплитудным или фазовым методом;
- получена математическая модель акустической подсистемы датчика, учитывающая распространение ультразвуковых волн в полости датчика, их

отражение от маятникового элемента и наклонное падение на поверхность пьезоприемника;

- получена математическая модель, описывающая динамику маятникового чувствительного элемента, полностью погруженного в однородную вязкую жидкость рабочей камеры датчика, который установлен на основании, подверженном угловым колебаниям и вибрации;
- получены расчетные зависимости для определения статических и динамических параметров датчика, в котором маятниковый чувствительный элемент полностью погружен в однородную вязкую жидкость.

Значимость для науки результатов исследования заключается в том, что в совокупности с проведенным анализом составляющих погрешности датчика и предложенными методами их уменьшения они являются основой инженерной теории этих датчиков и полностью определяют их характеристики.

Практическая значимость работы заключается в том, что:

- разработаны защищенные патентами РФ принципиальные схемы датчика контроля уровня железнодорожного пути с ультразвуковым съемом информации, в которых маятниковый механический элемент, полностью погруженный в однородную вязкую жидкость, используется в качестве отражателя ультразвука, а съем информации об угле наклона осуществляется амплитудным или фазовым методом, обладающего улучшенными динамическими характеристиками;
- получены аналитические выражения для статической и динамических характеристик датчика, проведен анализ его точности, что является основой для проектирования аналогичных датчиков;
- проанализированы статические характеристики опытных образцов датчика, показана существенная зависимость их параметров от геометрических размеров используемых пьезодисков и частоты ультразвука и меньшая зависимость от геометрических размеров рабочей камеры датчика. Исследуемый датчик позволяет обеспечить чувствительность 17,8 мВ/угл. мин при напряжении питания электрической цепи 5 В (для сравнения у прибора ELT133.00 чувствительность 12 мВ/угл. мин при напряжении питания электрической цепи 24 В);
- проведенный анализ динамических характеристик датчика показывает, что разработанный датчик при меньших массо-габаритных параметрах превосходит известные датчики по частным динамическим характеристикам: отклонение АЧХ в частотном диапазоне до 0,5 Гц не превышает 8,5 %, а фазовое запаздывание не превышает 7,5 ° (для сравнения у прибора ELT133.00 отклонение АЧХ в этом диапазоне частот составляет 25 %, а фазовое запаздывание 50 °);
- анализ составляющих погрешности датчика, а также предложенные и теоретически обоснованные методы уменьшения составляющих основной и дополнительной статической погрешности датчика, позволяют обеспечить требуемую точность контроля негоризонтальности железнодорожного пути (погрешность не превышает $\pm 1,14$ угл. мин) в диапазоне рабочих температур от минус 10 °С до плюс 40 °С.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Работа доведена до логического завершения – разработанное средство измерения апробировано, использовано на практике и принято к внедрению в ФГБУ «Центральный научно-исследовательский испытательный институт инженерных войск». Разработанные в диссертационной работе маятниковые датчики с ультразвуковым съемом информации могут быть рекомендованы для осуществления как статического, так и динамического контроля поперечной негоризонтальности железнодорожного пути по следующим направлениям:

- текущий контроль негоризонтальности железнодорожного пути с помощью шаблонов;
- на путевых машинах в качестве датчика поперечной негоризонтальности.

Внедрение маятниковых датчиков с ультразвуковым съемом информации повысит достоверность и производительность контроля железнодорожного пути.

Замечания по работе

Наряду с общей положительной оценкой диссертационной работы необходимо отметить недостатки:

1. в диссертационной работе предложены две схемы построения датчиков с выделением информации по амплитуде и фазовому сдвигу выходного сигнала, однако теоретические исследования фазового метода не проведены;

2. в главе 4 работы, посвященной вопросам точности датчика, не представлены аналитические выражения для определения некоторых отдельных составляющих погрешности;

3. на рисунке 5.2.2 работы представлен разработанный алгоритм построения АЧХ и ФЧХ датчика с помощью ЭВМ на основе экспериментальных данных, в котором подразумевается также определение величины разброса координат точек относительно средних значений, однако в разделе 5.3 диссертации, посвященном результатам экспериментальных исследований датчика, численные значения полей рассеяния экспериментальных точек АЧХ и ФЧХ не приведены.

Перечисленные недостатки, тем не менее, не умаляют достоинств и научной ценности рассматриваемой диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней

Диссертационная работа Незнанова А.И. на тему «Маятниковый датчик контроля уровня железнодорожного пути с ультразвуковым съемом информации» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему. Полученные диссертантом новые научные результаты имеют существенное значение для науки и практики. Сделанные выводы и рекомендации достаточно обоснованы, результаты прошли необходимую апробацию в научной печати и на профильных конференциях и

семинарах, новизна технических решений подтверждена приоритетными публикациями и патентами на изобретение.

В работе изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, направленные на улучшение динамических характеристик, а также чувствительности средств контроля уровня железнодорожного пути. Диссертация «Маятниковый датчик контроля уровня железнодорожного пути с ультразвуковым съемом информации» соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней применительно к работам, представляемым на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Незнанов Александр Иванович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв составлен на основании заседания научно-технической комиссии ФИБС протокол № 003 от 07.05.2018 г.

Составитель отзыва – Сергей Юрьевич Шевченко – кандидат технических наук по специальности 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки), доцент, зам. декана факультета информационно-измерительных и биотехнических систем (ФИБС) по научной работе.

Председатель научно-технической
комиссии ФИБС,
к.т.н., доц.

 /С.Ю. Шевченко/

Подпись к.т.н., доц. СПбГЭТУ "ЛЭТИ" С.Ю. Шевченко заверяю.

Начальник отдела кадров СПбГЭТУ "ЛЭТИ"

/В.В. Куприянова/

Сведения о ведущей организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)».

Почтовый адрес: 197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, дом 5.

Телефон: +7 (812) 346-44-87.

e-mail: fibs@etu.ru

