



To: Dissertation Counsel D 002.059.06,
The Blagonravov Machine engineering
Research Institute of Russian Academy
of Sciences, Moscow, Russian Federation

Address: Bardina str. 4, Moscow, 119334, Russia

Ph.D. Thesis Review

Author: Zhdanov Alexander S.

Title: Development of methods and technologies for improving vibration measurement accuracy with multi-axial transducers

(Разработка методов и средств повышения точности измерения вибрации многоосевыми вибродатчиками)

University: The Blagonravov Machine engineering Research Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation (ИМАШ РАН)

General comments

The thesis contains many contributions to the development of high accuracy vibration measuring systems, based on use of multi-axial vibration transducers with sensing systems of different physical origins, primarily piezoelectric ones. The subject of the thesis is of paramount importance for practical embedded applications with real-time vibration measurements, where accuracy is of primary importance. The framework developed helps in managing the complexity of vast number of applications using multi-channel measuring systems intended for 3D-vibration vector calculation at the point of interest in high power mechanical objects with rotating parts, such as aircraft jet engines, heating plants compressors, etc. An important contribution to the framework of high precision vibration measuring systems consists in improving measuring accuracy without intruding into transducer's construction. The most important impact of the proposed technology on the measuring systems design is that it proposes a new approach for developing extended accuracy multi-axial vibration transducers with different sensing mechanical systems having initial orthogonal as well as non-orthogonal sensitivity vectors' basis.

Another important contribution of the thesis with respect to the development of new class measuring systems has consisted of enhancing the internal architecture of multi-axial transducers to accomplish better separation of noise signals from the signals presenting the vibration components of interest. Its implementation gives way to developing vast range of high accuracy



multi-axial transducers and measuring systems on their basis for measuring not only vibration, but quite a number of other vital mechanical values, such as sound pressure, tension, etc.

Finally, the proposed approach not only helps to improve metrological characteristics of multi-axial transducers, but also presents a new technology which enables their recalibration during service life, which is essential in case a transducer is suspected to lose accuracy being damaged due to accidental shock, etc. This will considerably prolong its life cycle.

Remarks


Though the work as a whole is quite complete and comprehensive, there are some points of recommendation nature to be outlined:

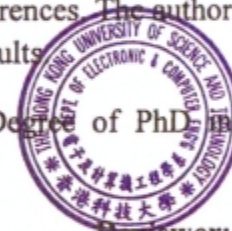
- The analysis of industrial vibration transducers might have included the range of transducers with built-in electronic conditioning preamplifiers
- It would have been much appreciated to give a more detailed description of calibration technology for different kinds of transducers
- A more detailed description of the proposed method and technology with already known should have been much appreciated.

Summary

The thesis provides solid contribution to a new technology for improving vibration measurement accuracy with industrial multi-axial transducers and developing a new class of high precision transducers and measuring systems that make the overall assessment of this thesis extremely positive. The results make the framework much more usable and extendible, and may have direct impact in actual industrial processes developing embedded real-time systems. Therefore, the results of the thesis are relevant to current needs of the scientific community and of industry practice and are important for the further development of the field of embedded real-time systems. The main objectives of the work have been fulfilled, as shown through the evaluation sections in the different contributions, and in the overall case study. The methodology used in the thesis is considered appropriate. In particular, all the contributions are well founded on solid theoretical grounds, and are proven through exhaustive evaluation and, more important, through actual implementation. The thesis satisfies the conditions of a creative scientific work, as is shown through the publications of some of its results in peer-reviewed conferences. The author of the thesis proved his ability to perform research and to achieve scientific results.

I recommend the thesis for presentation with the aim of receiving the Degree of PhD in Engineering.


6.10.2020



Reviewer:

Vladimir Chigrinov
Emeritus Professor,

Hong Kong University of Science and Technology
Address in HK: 80A, Nam Shan, Sai Kung, NT, HK
Contact number: +852 2358 8522 (office, HK),

Email: eechigr@ust.hk,

Web page: <https://www.ece.ust.hk/eechigr>

УНИВЕСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ, ГОНГ КОНГ
ОТДЕЛ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ И КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

Куда: В диссертационный совет Д 002.059.06 при ФГБУН
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН,
Москва, Российская Федерация

Адрес: 119334, Россия, Москва, ул. Бардина, 4

Отзыв на автореферат диссертации

Автор: Жданов Александр Степанович

Название: Разработка методов и средств повышения точности измерения вибрации многоосевыми вибродатчиками

Университет: Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Москва,
Российская Федерация (ИМАШ РАН)

Общий комментарий

Тема диссертации имеет большое значение для создания систем измерения вибрации высокой точности, в которых используются многоосевые вибродатчики с различной чувствительной системой, чаще всего на основе пьезоэлектрических преобразователей. Метод, предложенный в диссертации, весьма актуален для практического применения в измерительных системах, в которых к точности измерений предъявляются высокие требования. Он позволяет создавать разнообразные многоканальные системы измерения вектора пространственной вибрации в заданной точке в энергетических объектах с вращающимися узлами, таких как авиадвигатели, компрессоры ТЭЦ и т. п. Важным преимуществом предложенного метода является возможность повышения точности измерения вибрации без вмешательства в конструкцию вибродатчика. Преимуществом представленного метода является то, что он предлагает новый подход к созданию многоосевых прецизионных вибродатчиков с различными чувствительными системами с ортогональным и косоугольным измерительными базисами векторов чувствительности.

Ещё одним важным преимуществом предложенного метода в свете разработки измерительных систем нового класса является возможность совершенствования архитектуры многоосевых вибродатчиков в направлении улучшения выделения сигналов вибрации из шумов. Это позволяет создавать широкий ряд многоосевых вибродатчиков и измерительных систем на их основе для измерения не только вибрации, но и различных механических параметров, таких как звуковое давление, механическое напряжение и др. Кроме того, с помощью предложенного метода можно не только улучшить метрологические характеристики многоосевых вибродатчиков, но и обеспечить их поверку и перекалибровку в процессе эксплуатации. Это чрезвычайно важно, когда возникает подозрение, что вследствие случайных повреждений, например, в результате падения характеристики точности датчика ухудшились. В результате срок службы такого датчика можно значительно увеличить.

Замечания

В целом диссертация представляется цельной и законченной. Однако необходимо отметить некоторые замечания рекомендательного характера:

- При анализе характеристик промышленных датчиков вибрации желательно включить в рассмотрение ряд вибродатчиков с встроенной электроникой
- Было бы полезным дать более детальное описание процесса калибровки для различных датчиков
- В работе недостаточно подробно освещён вопрос сравнения предложенного метода с существующими

Выводы

Общая оценка диссертации положительная. В ней описана новая технология повышения точности измерения вибрации как промышленными многоосевыми вибродатчиками, так и методология создания нового класса высокоточных первичных вибропреобразователей. Представленная работа открывает широкое направление создания промышленных систем контроля вибрации. Результаты, изложенные в диссертации, чрезвычайно важны как для научных исследований, так и для создания промышленных специализированных измерительных систем. Основные цели и задачи исследований успешно выполнены, что отражено как в главе практического применения предложенного метода, так и в его теоретическом обосновании. Методология исследований представляется обоснованной. Метод основан на фундаментальной теоретической базе и проверен на многочисленных практических примерах и, что особенно важно, в практических системах. Диссертация удовлетворяет требованиям к научным исследованиям, что видно из списка публикаций, в том числе на научных конференциях. Автор доказал свою способность самостоятельно проводить исследования и достигать научных результатов.

Я рекомендую указанную диссертацию к защите для присуждения учёного звания кандидата технических наук.

Эксперт:

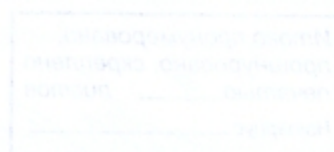
Владимир Чигринов, д. ф.-м. н., профессор,

Университет науки и технологии, Гонг Конг

Адрес в Гонг Конге: 80А, Нам Шан, Сай Кун, НТ, ГК

Телефон для контактов: +852 2358 8522 (офис, ГК)

Сайт в интернете: <https://www.ece.ust.hk/eechigr>



[Handwritten signature in blue ink]



Перевод с английского языка на русский язык выполнен переводчиком ЖДАНОВЫМ АЛЕКСАНДРОМ СТЕПАНОВИЧЕМ.

Жданов Александр Степанович *Жданов* -

Российская Федерация
Город Москва
Семнадцатого декабря две тысячи двадцатого года

Я, Щекочихин Петр Александрович, нотариус города Москвы, свидетельствую подлинность подписи переводчика ЖДАНОВА АЛЕКСАНДРА СТЕПАНОВИЧА.

Подпись сделана в моем присутствии.
Личность подписавшего документ установлена.

Зарегистрировано в реестре: № 77/1841-н/77-2020-2-7.

Взыскано государственной пошлины (по тарифу): 100 руб.
Уплачено за оказание услуг правового и технического характера: 300 руб.



[Handwritten signature in blue ink] П.А. Щекочихин

Итого пронумеровано,
прошнуровано, скреплено
печатью 4 листов
Нотариус *[Handwritten signature]*

