

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу

Жданова Александра Степановича

«Разработка методов и средств повышения точности измерения вибрации многоосевыми вибродатчиками»,

представленную к защите на соискание ученой степени

кандидата технических наук по специальности

01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

Актуальность темы

Актуальность темы исследования обусловлена развитием в диссертации нового направления в создании высокоточных систем измерения и анализа многомерной вибрации. Известно, что прогноз надёжности и эффективность работы энергетических установок в значительной степени зависит от их вибрационного состояния, поэтому в настоящее время большое внимание уделяется обеспечению точности измерения вибрации в сложных механических системах. Особенно остро эта проблема стоит при анализе вибрации в таких механических системах, неисправности которых могут приводить не только к сбоям в их работе, но и катастрофам. Это относится к широкому классу промышленных объектов, в которых могут происходить сложные вибрационные процессы, приводящие к их разрушению и катастрофам. Известно, что для обеспечения их надёжности и совершенствования их конструкции необходимо измерение пространственной вибрации. Анализ динамических вибрационных процессов в космической технике показывает, что вибрация происходит как в продольном направлении структуры, так и в поперечном, то есть имеет пространственный характер. При исследовании вибрационного состояния таких систем требуются точные данные о параметрах многомерной вибрации – величины модуля её вектора и углов пространственного положения.

Первым звеном любой виброизмерительной системы является вибродатчик. От его характеристик точности в большой степени зависит точность измерения вибрации. Именно погрешности вибродатчиков вносят основной вклад в погрешность измерения вибрации.

Для измерения пространственной вибрации используются трёхосевые датчики вибрации, позволяющие измерять вектор вибрации в заданной точке. Одним из их существенных и неустраняемых в настоящее время параметров погрешности является поперечная чувствительность, наличие которой значительно снижает точность виброизмерений. Разработка методов и средств снижения влияния поперечной чувствительности на точность измерения вибрации и создание на их основе новых более совершенных типов трёхосевых вибродатчиков является важнейшей и актуальной задачей повышения точности измерения вибрации и, следовательно, эффективности и надёжности виброизмерительных систем на их основе.

Разработанные диссертантом теоретические и модельные представления, безусловно, могут послужить основой для развития новых концепций и средств создания прецизионных виброизмерительных систем. Весьма полезными являются разработанные автором положения о влиянии характера вибрационного процесса на погрешность измерения вибрации вследствие наличия поперечной чувствительности.

Научная новизна и основные научные результаты, полученные в диссертационной работе

1. Предложена математическая модель оценки погрешности измерения вибрации, обусловленной наличием поперечной чувствительности вибродатчиков, с учётом влияния их поперечных резонансов и характеристик вибрационного процесса.

2. С помощью разработанных измерительных приборов проведены исследования параметров погрешности вибродатчиков различной конструкции. Получены новые результаты, позволяющие более точно исследовать пространственное положение их векторов чувствительности.

3. Разработаны новые вибродатчики с улучшенными метрологическими характеристиками.

4. Разработаны математические принципы компенсации помеховых сигналов в каналах, на которых основан метод электронного управления

векторами чувствительности вибродатчиков. На основе этих принципов создан и испытан ряд специализированных преобразователей.

5. Разработана и успешно опробована методика практической коррекции векторов чувствительности вибродатчиков на специализированной стендовой аппаратуре.

Научная новизна представленных исследований подтверждается совокупностью публикаций в рецензируемых изданиях по теме диссертации и авторскими свидетельствами.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения и списка литературы. В работе содержатся 3 таблицы, 53 рисунков и 63 библиографические ссылки. Общий объём работы составляет 148 страниц.

Обоснованность и достоверность научных положений и результатов

Результаты исследований, представленные в диссертации, имеют **высокую степень достоверности**, которая обусловлена, в первую очередь, весьма значительным объемом испытаний разработанной диссертантом аппаратуры и методов ее применения, а также корректуры выдвинутых им теоретических предпосылок, равно как и адекватностью примененного математического аппарата, использованного для анализа точности измерения вибрации многоосевыми датчиками. Достоверность и обоснованность результатов, полученных в ходе диссертационного исследования, обеспечиваются совпадением теоретической модели, лежащей в основе предложенного метода, и практических результатов её реализации. Проведённые исследования на различных трёхосевых датчиках вибрации как промышленного производства, так и экспериментальных образцах, разработанных в ходе исследований, продемонстрировали хорошее схождение результатов и правильность предложенной теоретической модели.

Практическая значимость результатов работы

1. Представленные в диссертации метод и средства электронного управления векторами чувствительности трёхосевых датчиков вибрации имеют высокую значимость с точки зрения перспектив их применения для повышения эффективности существующих и создания новых виброизмерительных систем для многочисленных областей промышленности – авиации, ракетостроении, балансировочной технике, мощных энергетических установках и др.

2. Данный метод даёт возможность значительно улучшить метрологические параметры не только промышленных вибродатчиков, но и создавать новые уникальные датчики различных физических величин – давления, перемещения, температуры и т. п., для широкого спектра измерительных систем.

3. Этот метод позволяет повысить точность и помехоустойчивость практически любой линейной многоканальной измерительной системы с взаимно коррелированными сигналами в каналах.

4. Уникальным преимуществом данного метода является то, что он позволяет проводить поверку и калибровку трёхосевых датчиков вибрации в процессе эксплуатации, что позволит существенно увеличить их ресурс.

5. Описанная технология даёт возможность создавать первичные преобразователи механических величин с произвольным исходным базисом векторов чувствительности и затем производить его точную ортогонализацию или получать любой заданный базис.

Практическое значение результатов диссертационной работы

Поднятая автором тема связана с решением наиважнейшей задачи, которая является целью данной работы - создание методов и средств повышения точности измерения пространственной вибрации. Следует отметить перспективное направление – создание новейшей контрольно-измерительной аппаратуры высокой точности для мониторинга вибрационного состояния машин и механизмов.

Полученные результаты являются основой для последующей разработки современных многоканальных измерительных систем с применением автоматизированного компьютерного управления.

Замечания по работе

1. Недостаточно упомянута литература иностранных авторов по проблемам применения вибродатчиков в виброизмерительных системах.
2. Другое замечание касается некоторой перегруженности диссертации информацией по характеристикам и описанию промышленных вибродатчиков, графиками и таблицами.
3. Некоторые авторские свидетельства, указанные в автореферате, не включены в список литературы.

Заключение

Отмеченные недостатки не снижают качества диссертационной работы и не отменяют основных теоретических и практических результатов. Диссертация Жданова Александра Степановича «Разработка методов и средств повышения точности измерения вибрации многоосевыми вибродатчиками» является завершенным научным исследованием, выполненным самостоятельно и на высоком уровне.

Полученные в ходе выполнения работы результаты можно классифицировать как новые и обоснованные. Таким образом, решена научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение. Диссертация хорошо структурирована, хорошо иллюстрирована и аккуратно оформлена.

Диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» № 842, предъявляемых к кандидатским диссертациям. В ней решена научная задача, имеющая существенное значение для создания высокоэффективных виброизмерительных систем.

Диссертационная работа Жданова А.С. соответствует п.8 паспорта научной специальности 01.02.06 - Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры (технические науки).

Диссертация «Разработка методов и средств повышения точности измерения вибрации многоосевыми вибродатчиками» Жданова Александра Степановича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» (технические науки).

Официальный оппонент, профессор кафедры «Технологии приборостроения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана),

доктор технических наук



(Гудков Александр

по специальности 05.11.14

Григорьевич)

«Технология приборостроения»

ПОДПИСЬ Гудкова А.Г. ЗАВЕРЯЮ,

Ученый секретарь Ученого совета

МГТУ им. Н.Э. Баумана.

д.т.н., профессор



/ Чернышев С.Л. /

24 ноября 2020г

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1

Телефон (499) 263-6391

Факс (499) 267-4844

Эл. Почта: bauman@bmstu.ru