

Отзыв

официального оппонента Строганова Владимира Ивановича
на диссертационную работу Дунаева Дмитрия Ивановича
«Снижение амплитуд резонансных колебаний в вибрационных стендах с
асинхронными дебалансными вибродвигателями»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Актуальность темы диссертации

Механические вибрационные стенды в силу своей универсальности широко внедряются и активно используются во всех отраслях народного хозяйства, а также в научных лабораториях и в военно-промышленных комплексах. Важным преимуществом таких стендов является их конструктивная простота. Однако, у таких стендов есть существенный недостаток – это большие резонансные амплитуды колебаний вибрационного стола при прохождении зоны резонанса в момент разгона и торможения вибродвигателей. Поэтому исследование, направленное на разработку новых эффективных способов снижения резонансных амплитуд колебаний вибрационных стендов, является актуальной задачей.

Оценка содержания диссертации

Представленная к защите диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложений. Содержательная часть диссертации имеет объем 121 страница машинописного текста и содержит 65 рисунков и 13 таблиц. Библиографический список содержит 82 наименования на 9 страницах.

Во введении приведено аргументирование актуальности задачи снижения амплитуд резонансных колебаний вибрационного стенда, оснащенного двумя дебалансными асинхронными вибродвигателями. Сформулированы цель и задачи исследования, изложена научная новизна и практическая значимость диссертации.

В первой главе автором проведена классификация вибрационных машин и рассмотрены области применения. Произведен обзор известных

математических моделей вибрационных систем с асинхронными дебалансными вибродвигателями. Также автором проведен обзор проблем, возникающих при пуске и торможении дебалансных вибродвигателей. Выполнен анализ известных методов уменьшения амплитуд резонансных колебаний вибрационных стендов, что позволило автору сформировать задачи исследования, направленные на разработку новых эффективных методов борьбы с резонансными амплитудами при разгонах и торможениях вибродвигателей с помощью частотного преобразователя.

Вторая глава посвящена математическому описанию электротехнического комплекса вибрационного стола с установленными на нем двумя асинхронными дебалансными вибродвигателями. Автором выделен объект исследований в виде вибрационного стола с двумя вибродвигателями, который описывается как колебательное звено с ярко выраженной резонансной частотой. На основании дифференциальных уравнений, описывающих работу расчетной схемы вибрационного стола с двумя вибродвигателями, составлена структурная схема электротехнического комплекса вибрационного стола с дебалансными вибродвигателями и разработана ее нелинейная расчетная модель. Автором выполнена линеаризация математической модели электротехнического комплекса вибрационного стола с двумя вибродвигателями и найдена его передаточная функция, позволяющая на этапе проектирования вибрационной установки определить амплитуды колебаний на разных частотах питающего напряжения вибродвигателей. Несомненно, этот результат необходимо отнести к научной новизне диссертации. Проведено моделирование в программе Matlab Simulink, позволяющее сделать вывод, что полученная передаточная функция электротехнического комплекса вибрационного стола с дебалансными вибродвигателями адекватна реальным процессам.

Третья глава посвящена разработке методов уменьшения амплитуд резонансных колебаний вибрационного стола при разгонах и торможениях вибродвигателей. Автором проведено компьютерное моделирование и

определены максимальные амплитуды резонансных колебаний при прохождении зоны резонанса.

Одна из основных идей диссертации, определяющей ее научную новизну, заключается в разработке метода снижения амплитуд резонансных колебаний за счет коррекции статической характеристики частотного преобразователя, связывающей напряжение с частотой. Компьютерное моделирование подтвердило эффективность этого метода. Разработаны методика и алгоритм расчета координат свободно программируемой зависимости напряжения от частоты инвертора, регулирующего скорость вращения вибродвигателей, которые также являются научной новизной диссертации.

Автором также предложен новый метод снижения резонансных колебаний вибрационного стола за счет использования двух частотных преобразователей, обеспечивающих асинхронный разгон и торможение вибродвигателей. Кроме того, автором разработаны варианты технической реализации конденсаторного и симисторно-конденсаторного устройств, позволяющих снизить амплитуды резонансных колебаний в случаях аварийного торможения вибродвигателей при пропадании напряжения сети.

Четвертую главу автор посвятил технической реализации разработанного метода снижения амплитуд резонансных колебаний вибрационного стола за счет коррекции статической характеристики частотного преобразователя, связывающей напряжение с частотой. Создана экспериментальная вибрационная установка с двумя вибродвигателями управляемыми от частотного преобразователя «Altivar 71».

Проведены натурные эксперименты показывающие, что разработанный метод коррекции статической характеристики частотного преобразователя позволил уменьшить амплитуды резонансных колебаний в 1,4 раза.

Научная новизна проведенных исследований и полученных результатов

Приведенный выше анализ содержания рассматриваемой диссертации позволяет сделать вывод, что автором получены следующие новые научные результаты:

1. Разработана уточненная линейризованная математическая модель электротехнического комплекса вибрационного стола с асинхронными дебалансными вибродвигателями.

2. Разработан метод снижения амплитуд резонансных колебаний вибрационного стола с асинхронными дебалансными вибродвигателями за счет коррекции статической характеристики частотного преобразователя.

3. Разработаны методика и алгоритм расчета координат свободно программируемой зависимости напряжения от частоты инвертора, регулирующего скорость вращения роторов дебалансных вибродвигателей.

4. Предложен метод снижения амплитуд резонансных колебаний вибрационного стола за счет асинхронного разгона и торможения дебалансных вибродвигателей, управляемых от двух частотных преобразователей.

Практическая значимость диссертации

Полученные новые научные результаты имеют несомненную практическую значимость, поскольку автором разработаны:

– линейризованная математическая модель электротехнического комплекса вибрационного стенда с асинхронными дебалансными вибродвигателями в терминах передаточных функций, позволяющая на этапе проектирования вибрационной установки определить амплитуды колебаний на разных частотах питающего напряжения вибродвигателей;

– методы воздействия на электротехнический комплекс вибрационного стола позволяют снизить амплитуды резонансных колебаний, что благоприятно сказывается на работу упругих элементов вибрационной системы;

– вариант технической реализации симисторно-конденсаторного устройства, позволяющий снизить амплитуды резонансных колебаний при аварийном торможении вибродвигателей в случаях пропадания напряжения питания и сбоя в работе частотных преобразователей.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Выводы и рекомендации по решению поставленных в диссертации задач сформулированы в заключении на страницах 120 – 121 работы. Они получены

на основе глубокого теоретического анализа, применения методов теории электропривода и прикладной теории механических колебаний, преобразований Лапласа, компьютерного моделирования и натуральных экспериментальных исследований.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается применением строгих математических методов исследований и сравнением результатов расчетов с данными натуральных экспериментов.

Публикации и апробация диссертационной работы

По теме диссертации опубликованы 8 печатных работ общим объемом 3,25 п.л., в том числе 4 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях из перечня ВАК РФ, 1 статья, индексируемая в международных базах цитирования Scopus и получен 1 патент на изобретение.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 3 научных конференциях.

Внедрение результатов диссертации

Основные результаты диссертационной работы внедрены в практику при проведении модернизации испытательного оборудования на базе научно-исследовательского испытательного комплекса (НИИК) ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» (г. Саров).

Соответствие диссертации установленным критериям

Диссертация Дунаева Д.И. «Снижение амплитуд резонансных колебаний в вибрационных стендах с асинхронными дебалансными вибродвигателями» соответствует паспорту специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Рассматриваемая диссертация полностью отвечает квалификационным признакам и принципам соответствия, которые установлены нормативным документом «Положение о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

Диссертация написана в хорошем научном стиле и содержит новые научные результаты, обладающие также и практической значимостью.

Результаты диссертационной работы отражены в достаточном количестве публикаций, в том числе и в рецензируемых научных журналах из Перечня, утвержденного ВАК и в международной базе цитирования Scopus.

Содержание автореферата полностью соответствует диссертации.

Замечания по работе

По рассматриваемой диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. При определении передаточной функции вибрационного стенда автор пренебрег действием переменного момента на валу вибродвигателя на основании того, что колебания скорости, вызванные этим явлением, составляют менее 1% от среднего значения. Однако, не произведена оценка амплитуды колебаний момента и возможности проявления эффекта Зоммерфельда, связанного с так называемым «застреванием» ротора вибродвигателя.

2. Полученная передаточная функция (2.49) справедлива только при выполнении условия, что суммарная сила от дебалансных возбудителей равна удвоенному значению силы воздействия одного дебаланса, то есть только при синхронном вращении роторов асинхронных вибродвигателей.

3. В диссертации не проведено исследования влияния величины напряжения на резонансной частоте, применяемой при коррекции статической характеристики частотного преобразователя, на амплитуды резонансных колебаний.

4. Асинхронный запуск вибродвигателей приведет к возникновению сил, воздействующих на вибрационный стол в горизонтальной плоскости, что может негативно сказаться на работе вибрационного стенда.

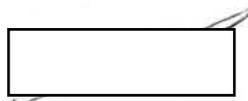
5. Не понятно, какой должна быть емкость конденсаторов, обеспечивающих заявленный результат снижения амплитуд резонансных колебаний при аварийном торможении.

Заключение

Замечания не снижают научной и практической значимости работы. Все поставленные задачи автор довел до логического завершения. Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу в решении важной проблемы – снижении амплитуд резонансных колебаний в вибрационных стендах с асинхронными дебалансными вибродвигателями.

Считаю, что представленная диссертационная работа полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Дунаев Дмитрий Иванович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент,
заведующий кафедрой «Электротехника и
электрооборудование»
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-
дорожный государственный технический
университет», д.т.н., доцент



В.И. Строганов

Подпись Строганова В.И. заверяю

Ученый секретарь ученого совета Московского автомобильно-дорожного
государственного технического университета (МАДИ)



Зайцев С.В.

Сведения об оппоненте:

Строганов Владимир Иванович,

д.т.н., специальность 05.09.03. «Электротехнические комплексы и системы».

Доцент, заведующий кафедрой «Электротехника и электрооборудование»,
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет»,

125319, г. Москва, Ленинградский проспект, 64, тел. 8 (499) 155-03-79;

e-mail: v.stroganov-madi@mail.ru