

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕМПФИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СОСТАВНЫХ РАМ

Изложены результаты экспериментальных исследований влияния конструктивно-технологических факторов на демпфирующую способность составных слоистых рам. Показано, что предложенная слоистая составная конструкция является эффективным средством снижения вибраций механизмов, позволяет снизить виброскорость в среднем на 11 дБ в области частот 30 до 100 Гц.

Ключевые слова: виброскорость, частота, составная рама.

V.V.STRELBITSKIY

Odessa national polytechnic university, Odessa

SOME RESULTS OF RESEARCH OF DAMPING CAPACITY OF COMPONENT FRAMES

The results of experimental researches of influence of structurally-technological factors are expounded on the damping capacity of the component stratified frames. It is shown that an offer stratified component construction is the effective means of decline of vibrations of mechanisms, allows to reduce vibrospeed on the average on 11 dB in area of frequencies 30 to 100 Hertz.

A most damping capacity is possessed by frames consisting of four channels, with the antivibration material of ВИПОНИТ located between them, that is able to damp bending vibrations in two mutually perpendicular planes.

Keywords: vibrospeed, frequency, component frame.

Постановка проблемы

В современном машиностроении для упрочняющей обработки авиационной, судовой, автомобильной техники используют технологии виброударного упрочнения на вибрационных и виброударных машинах (установках), поскольку отсутствие кинематической связи инструмента с деталью и станком дают возможность производить упрочняющую обработку деталей сложной формы, в том числе на труднодоступных для других инструментов участках поверхности детали.

Эксплуатация вибрационного оборудования приводит к появлению интенсивных динамических нагрузок, которые передаются на несущие конструкции и фундамент. Действия последних может привести к разрушению элементов конструкций и нанесению вреда здоровью человека (вибрационной болезни).

Современная тенденция роста скоростей движения исполнительных механизмов и мощности силовых установок приводит к увеличению колебаний и расширению вибрационного спектра, действующего на объект защиты. Это естественным образом обуславливает необходимость совершенствования виброзащитных систем и внедрение новых конструктивных решений.

Поэтому, снижение виброактивности является одной из важнейших задач, стоящих перед разработчиками современного вибрационного оборудования.

Анализ последних публикаций

Известно, что одним из наиболее эффективных способов снижения виброактивности указанного оборудования является применение вибропоглощающих покрытий [1–5]. Подавляющее большинство средств вибропоглощения позволяет значительно снизить уровни вибрации в области средних и высоких звуковых частот. При снижении вибраций в области низких частот возникают определенные трудности [6], для устранения которых было предложено применение составных балок [6,7], состоящих из элементов балочной формы равной жесткости с размещением между ними полимерного вибропоглощающего материала.

Цель настоящей работы состоит в изучении влияния конструктивно-технологических факторов на демпфирующую способность составных рам вибрационного оборудования.

Изложение основного материала

Для достижения цели работы были использованы рамы (длиной 1000 и шириной 2000 мм) трех модификаций, изготовленные из:

стального двутавра № 12 (модификация 1- штатная конструкция);

двух стальных швеллеров № 6, с расположенным между ними демпфирующим материалом ВИПОНИТ ВПС-2,5, толщиной 1,5 мм, соединенных между собой болтами (модификация 2);

четырёх стальных швеллеров № 6, с расположенным между ними демпфирующим материалом ВИПОНИТ ВПС-2,5, толщиной 1,5 мм, соединенных между собой болтами (модификация 3);

Испытания по определению эффективности предложенных конструкций проводили при комнатной температуре на вибростенде (рис. 1), который обеспечивает:

возможность проводить испытания в широком диапазоне температур и частот;

резонансный принцип возбуждения изгибных колебаний образца с помощью электродвигателя с эксцентриком.

Основным элементом конструкции вибростенда является плита 1, к ней приварены стойки 6 с подшипниками (опоры вала).

Между опорами вала расположены дебалансные грузы 3 в виде секторов с зубчатым зацеплением друг относительно друга. Надежность зацепления пары подвижных и неподвижных секторов обеспечивается спиральной пружиной. Сжатием пружины достигается вывод из зацепления секторов и обеспечивается возможность их поворота друг относительно друга. Это позволяет в широких пределах регулировать неуравновешенные вращающиеся массы и параметры колебательного движения плиты.

Вся указанная конструкция установлена на экспериментальной раме 2.

Вал при помощи эластичной муфты 4 соединен с электрическим двигателем 5. Питание электродвигателя предусмотрено посредством пускорегулировочного стенда.

При монтаже плиты на раму используют центровочные втулки, для ускорения процесса сборки.

Крутящий момент от электродвигателя дебалансному валу передается с помощью упругой муфты, выполненной в виде двух фланцев. К фланцам посредством крышек закрепляются упругие элементы из прорезиненной ткани, обеспечивающие возможность значительных перемещений вала с дебалансами относительно вала электродвигателя.

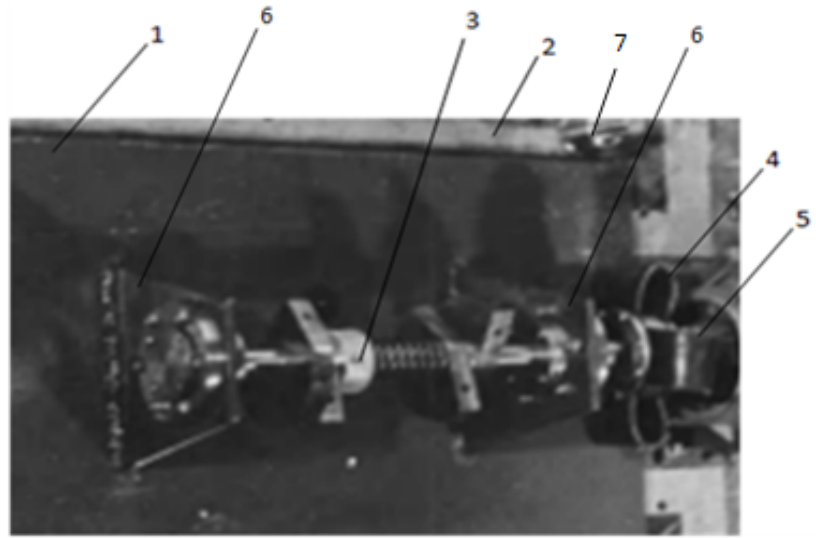


Рис. 1. Экспериментальная установка:
1-плита, 2- рама, 3- дебалансы, 4- упругая муфта, 5- электродвигатель, 6 – стойки, 7 – центровочные втулки

При вращении вала неуравновешенные массы возмущают колебательное движение плиты, которая воздействует на испытываемые рамы трех модификаций.

Меняя положение неуравновешенных масс и частоту вращения дебалансного вала в широких пределах можно варьировать количественными и качественными характеристиками колебательного процесса.

Испытания образцов осуществляли в следующей последовательности.

Исследуемые образцы рам 2 устанавливались на железобетонный пол, с креплением к нему анкерными болтами, и препарировались 16 вибродатчиками ДН-4-1М равномерно распределенными по поверхности пола.

На раму 2, устанавливалась плиту, препарированную 16 вибродатчиками ДН-4-1М равномерно распределенными по ее поверхности, с дебалансами, двигатель и упругую муфту.

Далее, задав плавно изменяя скорость вращения вала и угол между дебалансами, измеряли виброскорость на полу и раме, сигнал с которых при помощи аналогово-цифровой преобразователя поступал на компьютер, с последующим спектральным анализом сигналов.

Эффективность вибропоглощающих покрытий рам η величиной уменьшения уровня среднего квадрата колебательной скорости:

$$\eta = 10 \lg \frac{V_0^2}{V^2}, \quad (1)$$

где V_0^2, V^2 - квадраты амплитуды виброскорости фундамента, усредненные по 16 точкам его поверхности и частоте, при соответственно применении рам без и с покрытием из вибропоглощающего материала.

Уровни среднего квадрата скорости вибраций рам модификации 1,2 и 3 представлены на рис.2. Разность между приведенными кривыми равна по определению эффективности покрытия (рис.3). Не равномерность кривой эффективности на низких частотах можно объяснить узостью ширины полосы анализа.

Наибольшей демпфирующей способностью обладают рамы, состоящие из четверых швеллеров, с расположенным между ними демпфирующим материалом ВИПОНИТ, которые способны демпфировать изгибные колебания в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Выводы

В результате исследований показано, что рамы, изготовленные из слоистых балок с вибропоглощающим покрытием, являются эффективным средством снижения виброактивности механизмов.

Наиболее эффективной для изготовления рам вибрационного оборудования является балка, состоящие из четырех швеллеров, с расположенным между ними демпфирующим материалом ВИПОНИТ, эффективность которой в среднем составляет 11 дБ.

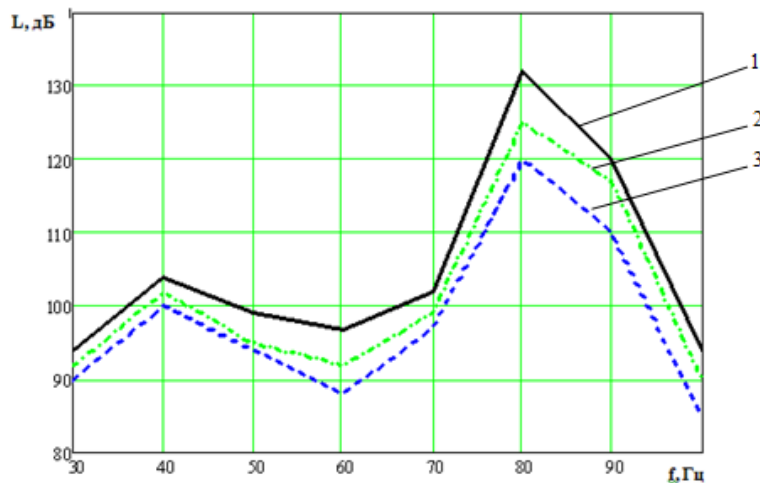


Рис. 2. Уровни среднеквадратичных виброускорений рам (средние значения) следующих модификаций: 1- штатной конструкции, 2- модификация 2, 3- модификация 3.

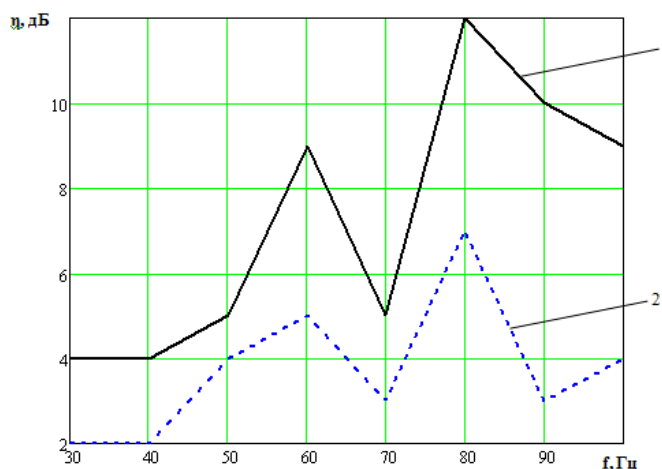


Рис. 3. Эффективности покрытий на рамах следующих модификаций: 1- модификация 3, 2- модификация 2.

Литература

1. Генкин М.Д. Вибрация машиностроительных конструкций / М.Д. Генкин, Г.В. Тарханов. – М. : Наука, 1979. – 164 с.
2. Никифоров А.С. Вибропоглощение на судах / Никифоров А.С. – Л. : Судостроение, 1979. – 184 с.
3. Нашиф А. Демпфирование колебаний / Нашиф А., Джоунс Д., Хендерсон Дж. – М. : Мир, 1988. – 488 с.
4. Пановко Я.Г. Внутреннее трение при колебаниях упругих систем / Пановко Я.Г. – М. : Физматгиз, 1960. – 93 с.
5. Белов В.Д. Демпфирование вибраций рам вибропоглощающими покрытиями: эксперимент и расчет / В.Д. Белов, Б.А. Канаев // Акустический журнал. – 1992. – Т. 38, № 3. – С. 540– 543.
6. Результаты исследования демпфирующей способности слоистых балок / В.В Стрельбицкий // Вісник ХНУ Серія - Технічні науки. -2013-№1-С.41-43.
7. Некоторые результаты исследования демпфирующей способности составных балок / В.В Стрельбицкий // Вісник Хмельницького національного університету, серія Технічні науки. - 2013 - № 6 - С.50-53.

References

1. Genkin M.D. Vibracija mashinostroitel'nyh konstrukcij / M.D. Genkin, G.V. Tarhanov. – M. : Nauka, 1979. – 164 s.
2. Nikiforov A.S. Vibropogloshhenie na sudah / Nikiforov A.S. – L. : Sudostroenie, 1979. – 184 s.
3. Nashif A. Dempfirovanie kolebanij / Nashif A., Dzhouns D., Henderson Dzh. – M. : Mir, 1988. – 488 s.
4. Panovko Ja.G. Vnutrennee trenie pri kolebanijah uprugih sistem / Panovko Ja.G. – M. : Fizmatgiz, 1960. – 93 s.
5. Belov V.D. Dempfirovanie vibracij ram vibropogloshhajushimi pokrytijami: jeksperiment i raschet / V.D. Belov, B.A. Kanaev // Akusticheskij zhurnal. – 1992. – T. 38, № 3. – S. 540– 543.
6. Rezul'taty issledovanija dempfirovushhej sposobnosti sloistyh balok / V.V Strel'bickij // Visnik HNU Serija - Tehnichni nauki. - 2013-№1-S.41-43.
7. Nekotorye rezul'taty issledovanija dempfirovushhej sposobnosti sostavnyh balok / V.V Strel'bickij // Visnik Hmel'nic'kogo nacional'nogo universitetu, serija Tehnichni nauki. - 2013 - № 6 - S.50-53.