

УДК 621.866.1

МЕТОДЫ БАЛАНСИРОВКИ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Максим Романович Ульянов

студент

chupalah68@gmail.com

Михаил Сергеевич Колдин

кандидат технических наук, доцент

koldinms@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье предоставлены принципы балансировки деталей и сборочных единиц транспортных машин и техники. Рассмотрен вопрос применения различных методов балансировки. Рассмотрен ряд оборудования для балансировки деталей и сборочных единиц на примере нескольких видов с характеристиками и конструктивными особенностями.

Ключевые слова: центр масс, деталь, неуравновешенность, балансировка, вал, сборочная единица, центробежная сила.

Балансировка деталей и сборочных единиц транспортных машин играет большую роль и необходимость для дальнейшей эксплуатации транспортной техники и технологических машин. Целью балансировки является - уравнивание центра масс деталей и сборочных единиц, а также устранение дисбаланса [1, 3].

Неуравновешенность – это, такой фактор, который вызывает переменные центробежные силы инерции, увеличенный износ и вибрацию деталей и сборочных единиц, действующие на вращающиеся звенья механизма из-за несимметричного расположения массы звеньев по их объёму.

Неуравновешенность вращающихся деталей, сборочных единиц и узлов является главной причиной появления вибраций, которые создают дополнительные нагрузки, на отдельные детали, узлы и машину в целом. Вибрация увеличивает динамическую напряженность деталей, нарушает крепления, увеличивает интенсивность изнашивания подшипников скольжения и качения. Неуравновешенность (дисбаланс) появляется по причине: неоднородности материала, неточной или некачественной обработке материала при обработке деталей (отливка, штамповка и т.д.), механической обработки, неточность сборки (перекосы и смещения), несимметричного расположения утолщений, изнашивание деталей и др.

Балансировка бывает: статическая и динамическая [2, 3].

Статическую балансировку обычно применяется для коротких деталей, у которых диаметр превышает длину детали, $D > L$ к этим деталям можно отнести: (маховики, шкивы, тормозные диски, крыльчатки насосов и т.п.). Статическая балансировка может уравновесить деталь относительно ее оси вращения, но никак не может устранить действие сил, которые стремятся повернуть деталь вдоль продольной ее оси. Большую область применения статической балансировки получили приспособления: на призмах и антифрикционных, вращающихся дисках, показанные на (рисунок 1). Призмы и антифрикционные диски должны быть сделаны из высокопрочного металла и отшлифованными. В

начале процесса балансировки диски и призмы в обязательном порядке должны быть точно отрегулированы на горизонтальность и соосность [4].

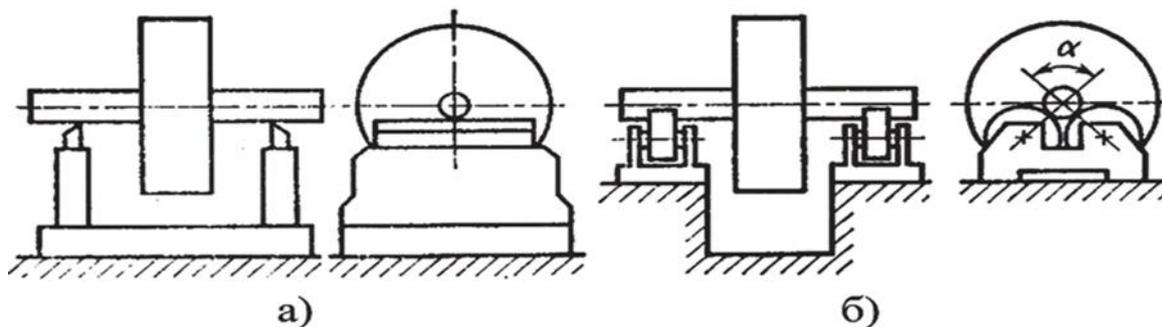


Рисунок 1 - Статическая балансировка: а) на призмах б) на антифрикционных дисках.

Статическую балансировку производят следующим способом: в данном примере (на ободе шкива) заранее наносят мелом отметку и придают ему вращение. Вращение шкива повторяют с частотой 3-4 раза. Наблюдая за процессом, заранее отмеченная отметка будет останавливаться в разных положениях, то это и есть доказательство того, что, шкив отбалансирован правильно. Есть и другой случай, когда отметка на шкиве при вращении его из любого положения будет останавливаться в одном и том же положении, это есть доказательство того, что часть шкива, находящаяся внизу (где находится центр масс), тяжелее противоположной, в этом случае является основанием что шкив отбалансирован неправильно. Устранить неуравновешенность можно, в этом случае уменьшают массу неуравновешенной (тяжёлой) части шкива при помощи высверливания отверстий или увеличением массы противоположной части шкива.

Динамическая балансировка применяется для деталей, длина которых значительно больше диаметра, $L > D$ (карданные и коленчатые валы, барабаны, оси, роторы, быстровращающиеся шпиндели станков и др.). Предположим, если карданный вал с неуравновешенной массой m статически уравновесить грузом Q , то при ее вращении вокруг оси возникнут две центробежные силы F . Динамическая балансировка не допускает этот момент, а наоборот устраняет оба вида неуравновешенности: статическую и динамическую.

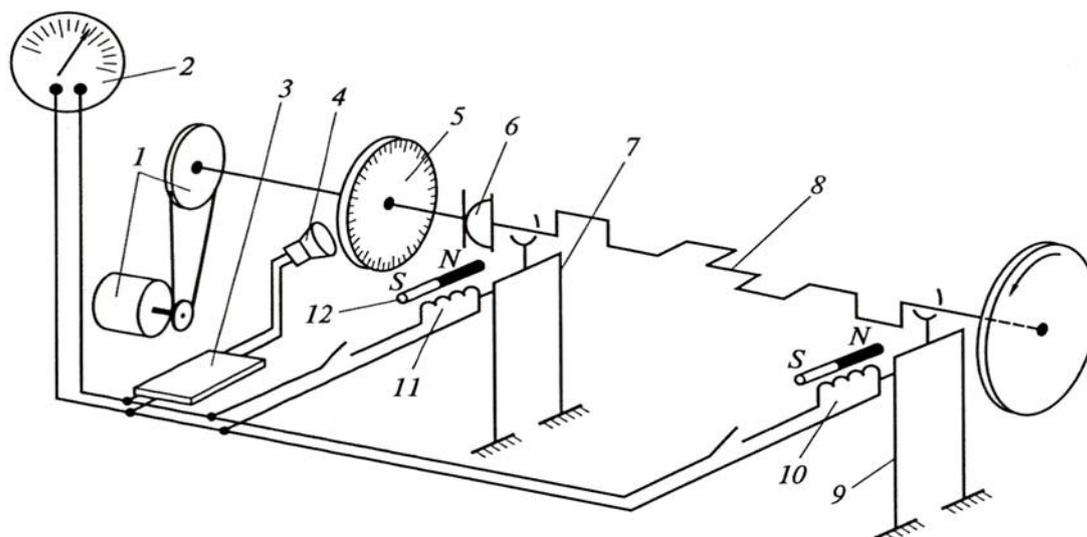


Рисунок 2 - Динамическая балансировка.

Динамическая балансировка производится на специальном балансировочном станке, принципиальная схема которого приведена на (рисунок 2). Принцип действия динамической балансировки заключается в следующем: деталь, (на рисунке коленчатый вал) 8 помещают в упругие опоры 7 и 9 и через привод 1 и эластичную соединительную муфту 6 приводят во вращение коленчатый вал (с необходимой скоростью вращения), заранее закрепив опору 9. Опора 7, которая имеет свойство изгибаться под силой динамических нагрузок (дисбаланса центра масс), будет отклоняться от своего номинального положения на некоторую величину. Значение этой величины фиксируется при помощи индукционного датчика 11, который имеет дисбаланс совместно с деталью относительно неподвижного постоянного магнита 12. Принимая заранее калибровку опоры 7, можно определить величину дисбаланса по отклонению частоты, которая улавливается устройством 2. Неуравновешенность (центр масс) описывается при помощи стробоскопа 4 по градуированному лимбу 5. Балансировку другого конца вала производят тем же способом, только в этом случае мёртво закрепляется опора 7 и ослабляется опора 9.

В наше время применяется очень широкий спектр различных станков для балансировки, например: станок для балансировки коленчатых валов и роторов массой до 300 кг. (9Д715УС); балансировочный станок модели БВИ-03-10Т;

балансировочный станок для турбокомпрессоров модели (ДБС-Т10);
балансировочная система (ПБ-02М).

Кратко рассмотрим станки 2-х моделей и проведём анализ [2, 3]. Станок динамической балансировки 9Д715УС, (рисунок 3): специальный до резонансный станок предназначен для вычисления погрешностей динамической неуравновешенности (балансировки) для множества двух опорных роторов массой от 3,0 до 300 кг. Вращение ротора или (или другой детали или сборки) при уравнивании производят на опорных шейках или же собственных подшипниках качения, которые в свою очередь установленным на роликовые опоры станка. Привод станка довольно прост, вращение ротору (детали) передаётся при помощи ремня от электродвигателя.



Рисунок 3 - Станок (9Д715УС) для балансировки коленчатых валов и роторов массой до 300 кг.

Достоинства станка:

-данный станок имеет частотно-регулируемым асинхронный электропривод с векторным управлением;

-позволяет осуществлять бесступенчатую регулировку частоты вращения детали без остановки приводного электродвигателя;

-роликовые установочные опоры дают возможность большого охвата роторов по диаметру опорных шеек от 20 до 140 мм;

-ременной привод станка делает его универсальным, и даёт возможность использовать его для балансировки роторов с диаметром приводных шеек от 50 до 500 мм;

-вертикально-сверлильный модуль, который имеется на станке на собственных направляющих позволяет устранить дисбаланс ротора непосредственно на станке, т.е., деталь не нужно снимать для дальнейших операций с ней.

Далее рассмотрим балансировочный станок модели (БВИ-03-10Т), показанную на (рисунок 4), который имеет измерительную систему ПБ-02М с графическим индикатором. Данная машина предназначена для вычисления погрешностей динамической неуравновешенности роторов и валов массой до 3,0 кг, которые приводятся во вращение от электродвигателя, как и в предыдущем станке при помощи плоского бесконечного ремня. Вычисление погрешностей неуравновешенности производится при вращении детали на собственных шейках во вкладышах призм, установленных на опорах станда.



Рисунок 4 - Балансировочный станок модели (БВИ-03-10Т).

Технические характеристики станка [4]:

-максимальная масса балансируемой детали, кг - 3,0;

- максимальный диаметр балансируемой детали, мм- 400;
- расстояние между серединами опор детали, мм - 25-200;
- наибольший диаметр цапф детали, мм - 20;
- диапазон диаметров приводной шейки детали, мм - 5-200;
- частота вращения балансируемой детали, об/ мин. - 600-5000;
- минимальный остаточный дисбаланс, гм/кг - 0,4;
- габариты станка, мм - 420x400x480;
- масса станка, кг- 20.

Достоинства станка:

- высокая точность измерения дисбаланса;
- удельная остаточная неуравновешенность не более 0,4 гм/кг.;
- станок имеет систему с цифровым графическим балансирующим прибором ПБ-02М с графическим индикатором;
- на станке имеется преобразователь частоты с векторным управлением, который позволяет осуществлять регулировку частоты вращения балансируемой детали в широком диапазоне;
- конструкция станка позволяет проводить устранение дисбаланса не снимая деталь со станка.

Проведя анализ данных станков, можно сказать следующее вывод. Оба станка имеют ряд преимуществ, выбрать один из них довольно сложно, т.к. например: станок (9Д715УС) позволяет производить балансировку в широком диапазоне массы детали от 3 до 300 кг. Станок марки (БВИ-03-10Т) имеет прибор ПБ-02М с графическим индикатором, который в свою очередь позволяет более точно и быстрее производить балансировку детали.

Вывод такой, каждый станок имеет преимущества в своём спектре задач и может иметь ряд недостатков в сравнении с другими.

Список литературы:

1. ОА КПК «Ставропольстройопторг» Технический центр моторного масла / Официальный сайт – URL: remontmotor.optorg.ru
2. Костин М. М., Колдин М.С. Система автоматизированного проектирования в автомобилестроении // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции, Мичуринск-наукоград, 26-28 октября 2022 года / Под общей редакцией И.П. Криволапова. Мичуринск-наукоград: Мичуринский государственный аграрный университет. 2022. С. 123-127.
3. Хубаева, А. Е. Применение САД-систем при проектировании деталей машин на примере пакета КОМПАС-3D / А. Е. Хубаева, С. В. Бородкина, М. С. Колдин // Наука и Образование. - 2021. - Т. 4, № 2.
4. Дьячков С.В., Бахарев А.А., Урюпин А.А. Применение системы компас-3d для решения научных задач в агроинженерии // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 2

UDC 621.866.1

METHODS OF BALANCING PARTS AND ASSEMBLY UNITS OF TRANSPORT VEHICLES

Maxim R. Ulianov

student

chupalah68@gmail.com

Mikhail S. Koldin

candidate of technical sciences, associate professor

koldinms@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article provides the principles of balancing parts and assembly units of transport vehicles and equipment and for which parts one or another method can be applied. The process of static and dynamic balancing on devices that eliminate imbalance has been studied in detail. A number of equipment for balancing parts and assembly units, as well as several types with characteristics and design features, are considered.

Keywords: center of mass, part, unbalance, balancing, shaft, assembly unit, centrifugal force.

Статья поступила в редакцию 11.11.2024; одобрена после рецензирования 20.12.2024; принята к публикации 25.12.2024.

The article was submitted 11.11.2024; approved after reviewing 20.12.2024; accepted for publication 25.12.2024.