

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО БАЛАНСИРОВКИ

В.В. Урниш

Томский политехнический университет
epashkov@tpu.ru

Одним из направлений современного развития машин и механизмов является увеличение линейных и угловых скоростей движения. Но с ростом угловых скоростей приходится сталкиваться с увеличением уровней вибраций, вызываемых вращением неуравновешенных роторов. Вредная вибрация нарушает планируемые конструктором законы движения машин, приводит к интенсивному износу деталей машин и подшипников, а в некоторых случаях и к авариям [1-4]. Вибрация может явиться источником ухудшения качества выпускаемой продукции. Также вибрация оказывает непосредственное влияние на человека. В большинстве случаев, проблемы высокой виброактивности довольно успешно решаются с помощью современных методов и средств балансировки вращающихся роторов, которые позволяют балансировать роторы по высокому классу точности. Но в некоторых типах машин, вектор дисбаланса в процессе эксплуатации постоянно меняет свою величину и направление. Поэтому для таких типов машин возникает необходимость в автоматической балансировке роторов.

В настоящее время в технике начали активно внедряться автобалансирующие устройства (АБУ) вращающихся роторов. Они позволяют снизить уровни вибраций приборов и машин, уменьшить износ подшипников и других вращающихся частей, что в конечном итоге приводит к увеличению срока службы приборов и машин. Как техническая операция, балансировка делится на два основных класса. Во-первых, это однократная балансировка, которую проводят сразу после изготовления и любого ремонта роторных машин. К тому же классу относится периодическая балансировка, проводимая так же и при эксплуатации машин. Для такой балансировки характерно отделение во времени процесса балансировки вращающихся частей от основного технологического процесса, в котором используется данное оборудование.

Современные методы и средства однократной балансировки позволяют довести конструкционную и технологическую составляющие дисбаланса вновь изготовленного или отремонтированного ротора до величины соответствующей допустимому уровню по классу точности балансировки. Указанные методы не позволяют осуществлять балансировку ротора на ходу во время его эксплуатации. Известно, что при работе роторной машины может возникать изменение дисбаланса, вызванное различными причинами: неравномерным износом опорных поверхностей, несимметричной деформацией под действием центробежных сил и

перепада температур, ослаблением соединений и т.п. Изменение дисбаланса носит в этом случае произвольный характер, случайный во времени. В центрифугах, стиральных машинах, сепараторах, шлифовальных станках и ручных шлифовальных машинах, а также многих других механизмах режимное изменение дисбаланса является следствием выполняемого ими технологического процесса. В этом случае целесообразно на ходу автоматически балансировать такие машины, остановка которых связана с большими энергетическими потерями. Всякая однократная балансировка роторов таких машин не решает полностью поставленной задачи. Для устранения режимного изменения дисбаланса роторов широко используют автоматические балансирующие устройства (АБУ).

Автобалансирующие устройства делятся на два типа: пассивные и активные. В пассивных АБУ корректирующие массы перемещаются свободно под действием внутренних сил, а в активных АБУ они перемещаются принудительно. Как первый, так и второй тип АБУ имеют свои преимущества и недостатки. Основное достоинство пассивных АБУ – их простота. Они не требуют подвода внешней энергии и сложной схемы управления. Но главный недостаток пассивных АБУ – устранение дисбаланса неуравновешенного ротора – происходит только на скоростях, превышающих критическую, т. е. в резонансной области. В АБУ активного типа корректирующие массы перемещаются принудительно специальными механизмами. Поэтому в таких АБУ важно учитывать дополнительно к перечисленным признакам еще и кинематическую схему движения корректирующих масс; необходимость применения регулирования скорости приводных устройств перемещения корректирующих масс, с целью обеспечения высокой точности балансировки; исключение перемещения масс между циклами балансировки, а также при пуске и остановке ротора. Так как в активных АБУ процесс балансировки не зависит от частоты вращения ротора, а скорость и траектория движения корректирующих масс определяется величиной неуравновешенности и зависят от кинематической схемы устройства, типа привода перемещения корректирующих масс и чувствительности измерительной системы, то очевидно, что активные АБУ позволяют добиться высокой точности установки балансировочных масс в положения, обеспечивающие максимально возможную сбалансированность ротора при соответствующей элементной базе. Активные АБУ строятся по принципу замкнутых систем автоматического управления и состоят из большого

числа отдельных блоков, выполняющих разные функции. В конечном итоге это приводит к большой сложности таких устройств, громоздкости и стоимости.

Активные АБУ различаются по методу поиска положений корректирующих масс на АБУ со случайным поиском и АБУ с направленным перемещением корректирующих масс. Устройства со случайным поиском построены так, что случайный поиск обеспечивает независимость их работы от частоты вращения ротора. Недостатком такой системы является то, что в силу случайного характера поиска время балансировки не постоянно, а дисбаланс может возрастать неопределённую величину

Устройства балансировки с направленным перемещением корректирующих масс не требуют измерения фаз дисбалансов и могут работать с измерительной системой, показывающей только наличие вибраций опор и изменение их амплитуды. При этом измерительная система является более простой и надёжной за счёт меньшего количества элементов выполняемых функций. Часто в качестве чувствительного элемента (датчика) измерительной системы используются механические или жидкостные элементы со свободным перемещением малых масс, что позволяет упростить конструкцию АБУ.

Выводы. В последнее время происходит дальнейшее развитие активных балансирующих устройств, совершенствуются и измерительная система, и система автоматического управления перемещением корректирующих масс, и механическая часть этих устройств. Наиболее простым, надёжным и эффективным способом улучшения свойств активных АБУ является совершенствование их конструкции, кинематической схемы, которые в свою очередь определяются типом используемого привода. Активные АБУ различных типов позволяют достичь высокой точности балансировки и быстродействия на любых частотах вращения ротора. Однако эти устройства имеют сложную конструкцию. Чем выше точность устройства, тем сложнее и совершеннее должны быть его составляющие части. Данный тип балансирующих устройств целесообразно применять на оборудовании, где требуется обеспечение высокой точности балансировки со стороны технологического процесса, где экономически целесообразно применение высокоточных измерительных систем, приводов, а также ЧПУ и ЭВМ.

Литература

1. Пашков Е.Н. Определение времени автоматической балансировки ротора при установившейся скорости // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013. № S4 (1). С. 476-482.
2. Фаерман В. А. , Аврамчук В. С. Применение частотно-временной автокорреляционной функции для повышения эффективности вибродиагно-

стики [Электронный ресурс] // Современные техника и технологии: сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 т., Томск, 15-19 Апреля 2013. - Томск: ТПУ, 2013 - Т. 2 - С. 379-381. - Режим доступа: <http://portal.tpu.ru:7777/science/konf/ctt/proceedings/2013>

3. Аврамчук В. С. , Лунева Е. Е. , Черемнов А. Г. Повышение эффективности использования аппаратных ресурсов ЭВМ при вычислении частотно-временной корреляционной функции [Электронный ресурс] // Интернет журнал Науковедение. - 2013 - №. 6 (19). - С. 1-10. - Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/26TVN613.pdf>
4. Саруев Л.А., Пашков Е.Н., Зиякаев Г.Р., Кузнецов И.В. Силовой механизм свабойной машины // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013. № S4 (1). С. 482-485.
5. Пашков Е.Н., Зиякаев Г.Р., Юровский П.Г. Повышение эффективности бурения шпуров применением безбойковой гидроимпульсной системы // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013. № S4 (1). С. 521-527.
6. Зиякаев Г.Р., Пашков Е.Н., Урниш В.В. Влияние трения на точность автоматической балансировки роторов // В мире научных открытий. 2013. № 10.1 (46). С. 104-117.
7. Мартюшев Н.В. Использование сетевых информационных технологий в учебном процессе // Фундаментальные исследования. 2012. № 6-3. С. 596-600.
8. Мартюшев Н.В. Разрушение отливок из бинарных свинцовистых бронз // Народное хозяйство. Вопросы инновационного развития. 2012. № 1. С. 225-229.
9. Мартюшев Н.В. Использование информационных технологий в образовательном процессе // В мире научных открытий. 2012. № 5. С. 25-38.
10. Мартюшев Н.В. Сетевые информационные технологии в образовании // В мире научных открытий. 2012. № 5.1. С. 208-220.
11. Мартюшев Н.В. Триботехнические свойства свинцовосодержащих бронз // Известия высших учебных заведений. Физика. 2012. Т. 55. № 5-2. С. 201-204.
12. Мартюшев Н.В. Легирование поверхности отливок с помощью обмазок литейной формы // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2008. № 3. С. 19-23.
13. Мартюшев Н.В., Егоров Ю.П. Потери легкоплавкой фазы при выплавке и затвердевании свинцовистых бронз // Литейное производство. 2008. № 5. С. 10-11.