

УДК 62.251

В.П. Леневиц, В.Ф. Горошко

## К ОЦЕНКЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ БАЛАНСИРОВКЕ

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

В руководствах к балансировочным станкам и приборам ведущих в этой области машиностроения предприятий и фирм отмечается, что погрешности определения амплитуд отклонений в плоскостях измерений (ПИ) существенно превышает погрешность определения фазовых углов.

Например, прибор VIBROTEST (SHENK, Germany) определяет амплитуду отклонения с погрешностью в пределах до 10 процентов, а фазовый угол - в пределах 2 градусов (меньше 1 процента), прибор АМЕТИСТ (ДИАМЕХ, Россия) определяет амплитуду с погрешностью в пределах до 1 дБ (приблизительно 12 процентов) и фазовый угол - также в пределах 2 градусов.

Мы предполагаем, что относительно высокая погрешность определения амплитуд отклонения, в общем случае, балансировочных станков и приборов не обуславливает такую же относительно высокую погрешность определения амплитуд отклонения отдельного балансировочного станка или прибора в каждом конкретном случае.

Цель работы - предложить способ косвенной оценки погрешности измерений в ПИ балансировочных станков и приборов.

Мы полагаем, что погрешность измерений в ПИ конкретного балансировочного станка или прибора можно оценить с помощью метода '1+2\*n' пусков, согласно которому калибровочный дисбаланс вносится поочередно в каждую из 'n' плоскостей коррекций (ПК) балансируемого изделия дважды с противоположными угловыми координатами, при этом измерения отклонений производится также в 'n' ПИ.

Предложенный способ продемонстрируем, используя результаты исследований двухплоскостной балансировки ротора методом '1+2\*n' пусков [1]:

1-й пуск ротора дал в 1-й ПИ амплитуду  $Y_{1x}=109$  мкм с фазой 281 град. и в 2-й ПИ -  $Y_{2x}=89$  мкм с фазой 39 град.;

2-й пуск ротора с установленным в 1-ю ПК калибровочным грузом 0.75г с угловой координатой 45 град. дал в 1-й ПИ амплитуду  $Y_{11}=160$  мкм с фазой 246 град. и в 2-й ПИ амплитуду  $Y_{21}=125$  мкм с фазой 32 град.;

3-й пуск после переустановки в 1-й ПК калибровочного груза на координату 225 град дал в 1-й ПИ амплитуду  $Y_{11}=127$  мкм с фазой 330 град. и в 2-й ПИ амплитуду  $Y_{21}=48$  мкм с фазой 52 град.;

4-й пуск после переустановки калибровочного груза в 2-ю ПК на координату 0 град. дал в 1-й ПИ амплитуду  $Y_{12}=129$  мкм с фазой 295 град. и в 2-й ПИ амплитуду  $Y_{22}=84$  мкм с фазой 106 град.;

5-й пуск после переустановки калибровочного груза в 2-й ПК на координату 180 град. дал в 1-й ПИ амплитуду  $Y_{12}=96$  мкм с фазой 263 град. и в 2-й ПИ амплитуду  $Y_{22}=164$  мкм с фазой 9 град.

В результате этого исследования установлено: для уравнивания балансируемого ротора необходимо установить в его 1-ю ПК корректировочный груз 0.82 г. на угол 313 град. и в 2-ю ПК - груз 0.60 г. на угол 35 град.; эти результаты принимаем безусловно корректными.

Согласно теории линейных колебаний приведенных сведений по результатам 5-и пусков достаточно для корректного определения дисбалансов в 2-х ПК балансируемого ротора 4-мя различными вариантами, используя в 1-м варианте сведения по результатам 1-го, 2-го и 4-го пусков, в 2-м варианте - 1-го, 2-го и 5-го пусков, в 3-м варианте - 1-го, 3-го и 4-го пусков и в 4-м варианте - 1-го, 3-го и 5-го пусков.

Таблица 1

Результаты математического определения дисбалансов ротора

Параметр	Варианты							
	исходные				корректированные			
	1-й	2-й	3-й	4-й	1^-й	2^-й	3^-й	4^-й
$Y_{1x}$	109				109-3.5			
$Y_{2x}$	89				89+0.9			
$Y_{11}$	160		127		160+5.0		127-1.4	
$Y_{21}$	125		48		125-1.1		48+16	
$Y_{12}$	129	96	129	96	129-1.8	96-2.7	129-1.8	96-2.7
$Y_{22}$	84	164	84	164	84+8.7	164+3.3	84+8.7	164+3.3
$D_{1x}$	0.92	0.92	0.89	0.89	0.82			
$D_{2x}$	0.66	0.64	0.73	0.71	0.60			

Необходимо отметить, что при условии точного измерения в ПИ балансируемых станков и приборов результаты расчетов дисбалансов по всем вариантам не должны отличаться между собой. В нашем случае, анализ результатов расчета дисба-

лансов D1x и D2x (табл.1) по 4-м вариантам показал, что они существенно, в пределах 7...22 процента, отличаются от результатов исследования [1].

Учитывая значительное отличие результатов на основе всех 4-х исходных вариантов от результатов исследования [1] и вышеприведенные сведения о существенной погрешности измерения амплитуд отклонения, последние были скорректированы градиентным методом [2] в вышеотмеченных пределах погрешности измерения, что позволило свести погрешность определения корректировочных грузов относительно основополагающих результатов исследования [1] до нуля; отметим, что при этом существенно уменьшилась погрешность определения и фазовых углов корректировочных грузов.

Вывод: метод '1+2\*n' может быть использован при оценке погрешности измерений в ПИ балансировочных станков и приборов.

#### ЛИТЕРАТУРА.

1. Фойлз, Бентли. Одноплоскостная и многоплоскостная балансировки с использованием одних лишь фаз колебаний / Trans. ASME: Современное машиностроение. – 1989 – №1.-С. 116 - 123. 2. Шул Т. Решение инженерных задач на ЭВМ: Практическое руководство. Пер. с англ.-М.: Мир, 1982.- 238с.

УДК 621.9.048:681.7.064:621.313.04

Ю.Ф. Ляшук, С.А.Русецкий, А.В. Безлюдов, Е.Н. Гвоздь

#### **ГИБКИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС "TURBOPLANE"**

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Беларусь*

Основой любого современного производства являются комплекты оборудования, которые объединяются в производственные комплексы [1].

В области микроэлектроники эта тенденция проявляется наиболее ярко, поскольку ряд технологических сборочных операций при производстве изделий электронной техники требует выполнения их в определенной последовательности над одной заготовкой. Например, операции зондового контроля, скрайбирования, посадки в корпус и разварки проволочных выводов можно выполнять последовательно в общем рабочем пространстве. В этом случае наиболее целесообразно использовать гибкие производственные комплексы, оснащенные различными устройствами позиционирования, инструментами и вспомогательным оборудованием [2].

Именно для таких целей и предназначен гибкий производственный комплекс "TurboPlane" (рис.1), который особенно эффективен в задачах параллельного выпол-