

УДК 621.09**ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО СТАНКА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ И ЖЕСТКОСТИ**

Мишин Никита Сергеевич, Фролов Владимир Андреевич, Хабиров Вадим Ринатович

*Магистры 1 года,**кафедра «Металлорежущие станки»**Московский государственный технический университет**Научный руководитель: А.Г. Ягопольский,**Старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки»*

При внесении изменений в конструкцию станка необходимо, чтобы модернизированный многоцелевой станок для изготовления корпусных деталей полностью обеспечивал требования, которые предъявляются при изготовлении номенклатуры деталей [1]. Поэтому необходимо провести исследование его геометрической точности по следующим показателям: прямолинейность перемещения стола (салазок), перпендикулярность направления перемещения гильзы вертикального шпинделя к рабочей поверхности стола, осевое биение шпинделя, радиальное биение конического отверстия шпинделя, проверка перпендикулярности направления продольного перемещения стола к траектории поперечного перемещения салазок, проверка точности координатного перемещения стола. А также провести испытание модернизированного шпиндельного узла данного станка на жесткость.

Для достижения необходимого результата были проведены испытания его геометрических параметров. Данный станок оснащается электронной отсчётно-измерительной системой, включающей устройство цифровой индикации, по осям X и Y [3].

Ниже приведены методики проведенных испытаний с результатом и условиями проведения экспериментов.

Перед испытаниями на точность, станок должен быть установлен по уровню с точностью 0,02 мм/м в продольном и поперечном направлениях. При этом стол и салазки должны находиться в среднем рабочем положении.

Температура окружающего пространства в период испытаний должна составлять 20⁰С, а колебания температуры не должны превышать ±1⁰С. Во время испытаний станок должен быть изолирован от потоков воздуха, тепловой радиации и попадания на него прямых солнечных лучей [2].

Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты измерения станка на геометрическую точность.

Вид проверки геометрической точности станка	Результаты испытаний			
	Допустимое отклонение, угл. сек.		Фактическое отклонение, угл. сек.	
Прямолинейность перемещения стола (салазок), проверяемая в горизонтальной плоскости.	Стол	Салазки	Стол	Салазки
	3,15	3,15	1,0	1,0
Перпендикулярность направления перемещения гильзы вертикального	Допустимое отклонение, мкм.		Фактическое отклонение, мкм.	
	Гильза	Коробка	Гильза	Коробка

шпинделя к рабочей поверхности стола	3	4	2	3
Осевое биение шпинделя	Допустимое отклонение, мкм.		Фактическое отклонение, мкм.	
	4		1	
Радиальное биение конического отверстия шпинделя	Допустимое отклонение, мкм.		Фактическое отклонение, мкм.	
	У торца 4	На длине 150 мм 6	У торца 1	На длине 150 мм 2
Проверка перпендикулярности направления продольного перемещения стола к траектории поперечного перемещения салазок	Допустимое отклонение, мкм.		Фактическое отклонение, мкм.	
	На длине 400 мм 6,3		На длине 400 мм 4	

Также на станке были проведены испытания шпиндельного узла на жесткость. При испытаниях использовались динамометр с максимальной нагрузочной способностью 2000 Н, и индикатор часового типа с шагом шкалы 1 мкм.

В качестве нагрузочного приспособления использовались винт с метрической резьбой, установленный на инструментальной оправке в специальном приспособлении. Винт опирался одной из своих сторон в динамометр, вращение винта приводило к нагрузке оправки [5].

В первый этап испытаний были проведены измерения прогиба инструментальной оправки при различных вылетах гильзы и при различных нагрузениях.

При испытаниях на жесткость в статическом состоянии нагружение на шпиндельный узел через оправку проводилось ступенчато силами 200, 400, 600, 800 и 1000 Н [6]. Смещения регистрировались посредством индикатора часового типа с дискретностью измерения 1 мкм. Результаты измерений сведены в таблицу 2.

Таблица 2. Результаты измерения первого этапа испытаний.

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
X	4	9	15	21	27	5	13	19	28	38	7	15	23	30	39	9	17	25	34	43	9	18	30	38	47
	25	21	16	9	2	30	24	16	10	2	30	24	17	10	1	34	26	18	11	1	39	31	20	11	0
Y	5	10	16	21	27	6	11	17	23	30	8	15	24	32	41	9	17	25	32	41	10	18	28	35	47
	24	19	15	9	1	25	19	13	7	-1	35	28	20	11	1	34	26	18	11	0	37	29	21	11	0
X	5	11	18	24	31	9	13	19	27	36	7	14	22	29	38	8	17	24	33	41	10	19	28	37	48
	29	21	16	9	0	29	21	19	9	0	30	23	19	9	-1	33	26	18	10	0	39	29	20	12	0
Y	4	9	15	20	27	6	11	17	23	29	7	12	19	26	34	6	15	21	29	37	7	17	26	35	44

23 18 12 6 0	24 19 13 7 0	29 21 15 8 0	29 22 15 8 0	36 28 19 10 0
1-е положение	2-е положение	3-е положение	4-е положение	5-е положение

После снятия последней величины смещений в шпиндельном узле, проводилась разгрузка, и показания индикатора после разгрузки сверялись с показаниями индикатора до нагрузки. При всех испытаниях погрешность возвращения показания индикатора в «нуль» не превысила 2 мкм.

Испытания показали зависимость смещения в узле от величины нагружения в данном диапазоне сил имеет линейный характер, что позволяет утверждать об упругих деформациях [4].

После проведения испытаний по указанной выше схеме, было принято решение снимать показания смещений не только со специальной оправки, а также со шпиндельной коробки непосредственно и с гильзы.

Экспериментальные данные показали, что максимальные смещения были выявлены в гильзе. Результаты этих измерений представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты измерения второго этапа испытаний.

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
X	0	1	5	7	9	1	5	8	11	16	5	7	12	18	21	5	12	15	22	28	7	12	18	26	32
	9	8	6	4	1	14	10	7	5	2	21	17	16	10	4	25	20	14	8	4	28	21	16	9	3
Y	1	3	6	8	10	1	5	10	11	14	4	10	16	20	24	6	12	19	24	30	9	17	25	32	39
	10	9	7	5	0	15	14	10	6	3	23	20	16	13	8	27	26	19	15	9	35	29	24	18	10
X	0	2	6	8	9	1	4	8	12	15	5	9	14	17	22	5	11	16	21	27	7	13	19	25	32
	9	9	5	3	1	14	11	9	5	2	21	18	15	12	7	24	20	15	10	4	27	22	16	10	3
Y	1	3	6	8	10	2	6	9	13	16	3	8	13	18	21	6	13	20	27	33	7	14	21	27	35
	10	7	6	3	0	16	14	10	7	4	20	16	13	8	4	30	25	19	15	6	30	24	18	12	4
	1-е положение				2-е положение				3-е положение				4-е положение				5-е положение								

После снятия последней величины смещений в шпиндельном узле, проводилась разгрузка, и показания индикатора после разгрузки сверялись с показаниями индикатора до нагрузки. При всех испытаниях погрешность возвращения показания индикатора в «нуль» не превысила 10 мкм.

Проведенные испытания показали, что фактические значения проверяемых параметров оказались ниже допустимых значений, что свидетельствует о годности данного станка.

При испытаниях шпиндельного узла на жесткость было установлено, что при нагрузке на оправку большую долю в смещениях составляет смещение гильзы. Эти смещения могут объясняться качеством обработки направляющих гильзы, а именно наличие гарантированного зазора между гильзой и шпиндельной коробкой, для

необходимого свободного перемещения гильзы в вертикальной плоскости, который составляет 0,2 мм.

При испытаниях посредством датчика линейного положения стола и салазок контролировались возможные перемещения стола и салазок при нагружении шпиндельной группы. Смещений стола и салазок при нагружении шпинделя на данных испытаниях зафиксировано не было.

Литература

1. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем. 3т. Под. Ред. Проникова. Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1994г.
2. Методическое пособие по исследованию жесткости шпиндельных узлов. П.М.Чернянский. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1986г.
3. Шпиндельные узлы в станках с ЧПУ. Москва «Машиностроение» 1986г.
4. “Металлорежущие станки” учебник под редакцией В.Э.Пуша. Машиностроение 1985 г.
5. “Современные компоновочные решения шпиндельных узлов металлорежущих станков с ЧПУ” зарубежный опыт Москва ВНИИТЭМП , 1988 г.
6. “Расчет и исследование динамических характеристик станков” Чернянский П.М., Краснов И.Д. Изд. МГТУ 1992 г.