

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СТАНКА-РОБОТА НА ГЕОМЕТРИЧЕСКУЮ ТОЧНОСТЬ И ЕГО НАСТРОЙКА

А. Р. САЙДУГАНОВ¹, Р. Г. КУДОЯРОВ², О. К. АКМАЕВ³

¹ andrewsai@mail.ru, ² kats10@mail.ru, ³ olakm@rambler.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Аннотация. Представлен алгоритм методики по исследованию станка-робота на геометрическую точность и его настройки. Данная методика состоит из четырех видов настройки: настройка параллельности направляющих относительно друг друга в двух плоскостях; настройка параллельности ходового винта ШВП относительно направляющей по плоскости ZY; настройка перпендикулярности стойки (колонны) относительно стола в двух плоскостях; настройка перпендикулярности расположения шпинделя относительно стола.

Ключевые слова: робот-станок; методика; геометрическая погрешность; параллельная кинематика.

Целью работы является разработка методов и средств измерений геометрических отклонений звеньев механизмов несущей системы станка-робота с последующим их уменьшением в пределах требования рабочей документации, согласно разработанному алгоритму настройки. Задачами являются: разработка приспособления для проведения серии измерений; проверка параллельности направляющих каждого привода по двум плоскостям; проверка параллельности оси ШВП относительно направляющих; проверка перпендикулярности направляющих колонны относительно основания, выставленного в горизонтальной плоскости.

Основные понятия метрологии для дальнейшего анализа и применения методов и средств измерений первичных отклонений опытного образца станка-робота:

– измерение (совокупность операций для определения отношения одной (измеряемой) величины к другой однородной величине, принятой за единицу, хранящуюся в техническом средстве (средстве измерений));

– единица измерения физической величины (величина фиксированного размера, которой присвоено числовое значение, равное единице, применяемая для количе-

ственного выражения однородных с ней физических величин. В нашем случае рассматривается линейное измерение – миллиметр (мм)).

После определения основных понятий идет выбор способа измерения, прямого или косвенного.

Сравнение измеряемой физической величины с ее единицей выполняется путем вычисления отклонения действительной величины от номинальной, который приводится в методе непосредственной оценки.

Метод непосредственной оценки – метод измерений, при котором значение величины определяют непосредственно по показывающему средству измерений (микрометр, штангенциркуль, индикатор, интерферометр). Суть метода непосредственной оценки, как любого метода измерения, состоит в сравнении измеряемой величины с мерой, принятой за единицу, но в этом случае мера заложена в измерительный прибор опосредствованно, через шкалу или длину волны, как в интерферометре.

При уменьшении геометрической погрешности, т.е. настройке станка-робота, осуществляются прямые измерения, под которым и понимаются измерения первичных отклонений звена механизма, входящего в

поступательную или вращательную пару. Применительно к многокоординатному станку измерение первичных отклонений движения (перемещения) узла станка вдоль одной оси (координаты) осуществляется без движения по другим.

Прямое измерение (прямой метод измерения) – измерение, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно (сравнением величины с ее единицей).

Косвенное измерение (косвенный метод измерения) – измерение, при котором определение искомого значения физической величины получают на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной.

На рис. 3 изображена компоновка разработанного станка-робота, для которого проводятся измерения отклонений звеньев механизмов несущей системы.

Для обеспечения точности положения исполнительных органов станка-робота необходимо выполнить следующие настройки (рис. 4):

1. Настройка параллельности направляющих каждой стойки относительно друг друга в двух плоскостях (рис. 5 а, б).

2. Настройка параллельности оси ходового винта ШВП относительно направляющих в плоскости WV (рис. 5, в).

3. Настройка перпендикулярности стойки (колонны) относительно зеркала стола в двух плоскостях (рис. 6).

4. Настройка перпендикулярности оси шпинделя относительно зеркала стола (рис. 7).

На рис. 1 представлено приспособление с индикатором часового типа для определения и настройки отклонения параллельности направляющих относительно друг друга и оси ходового винта ШВП относительно направляющей станка-робота в плоскости UV и WV

Также в ходе выполнения работы по определению и настройке станка используются приспособления, показанные на рис. 2. Они позволяют произвести настройку перпендикулярности стойки (колонны) относительно стола в двух плоскостях и настройку перпендикулярности расположения шпинделя относительно стола.

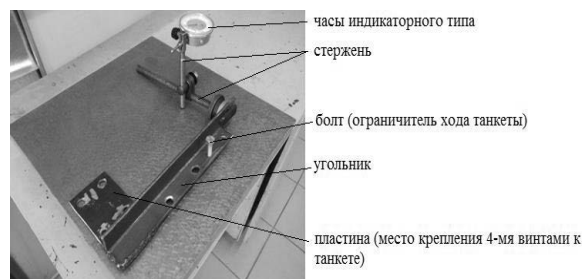


Рис. 1. Приспособление для определения отклонений от параллельности направляющих относительно друг друга и оси ходового винта ШВП относительно направляющей станка-робота в плоскости UV и WV

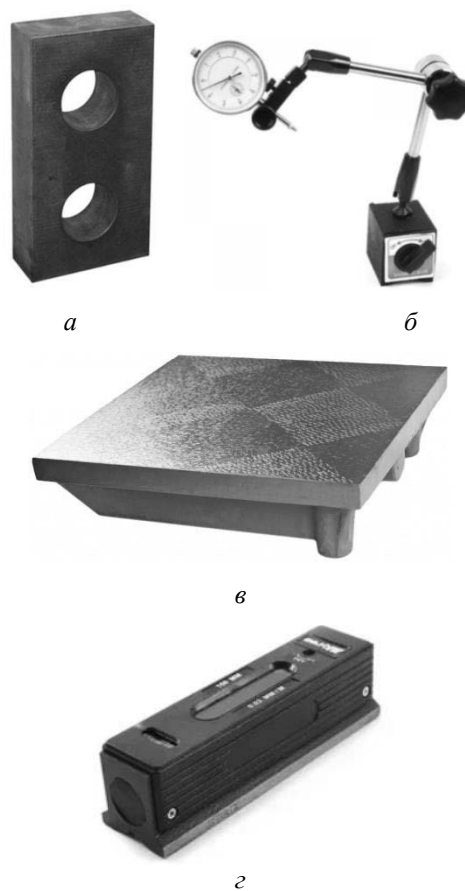


Рис. 2. Средства измерения: а – угольник рамный твердокаменный 250×160 (неплоскостность рабочих поверхностей 0,004 мм/м); б – стойка магнитная для индикаторов часового типа; в – поверочная плита; г – уровень брусковый (200 мм 0,02 мм/м)

Измерения проводят в плоскости WV (рис. 5, б). Средство измерения монтируют на танкетке 3 с помощью четырех винтов. На угольнике средства измерения закреплен винт (не показан), который подпирает танкетку 4 снизу и тем самым позволяет осуществить перемещение (по оси V плоскости UV) танкетки 4 верх и вниз при принужденном перемещении (вручную) каретки 3.

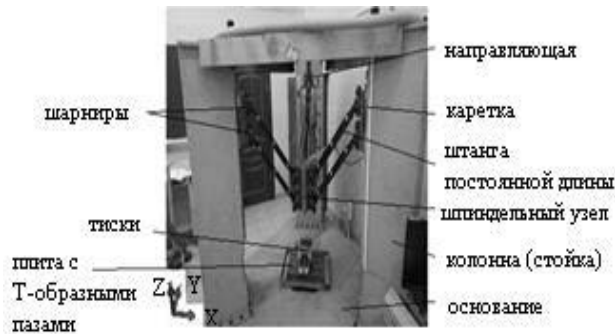


Рис. 3. Общий вид станка-робота [1, 2]

При этом измерительный наконечник измерительного прибора 5 (индикаторные часы, 0,001 мм) должен касаться рабочей лицевой поверхности танкетки 4 и быть перпендикулярным ей. Классическим способом минимизации геометрических отклонений во взаимном расположении контролируемых элементов является способ, заключающийся в использовании калибровочных пластин определенной толщины, которые монтируются в контакте между ними в установленных местах.

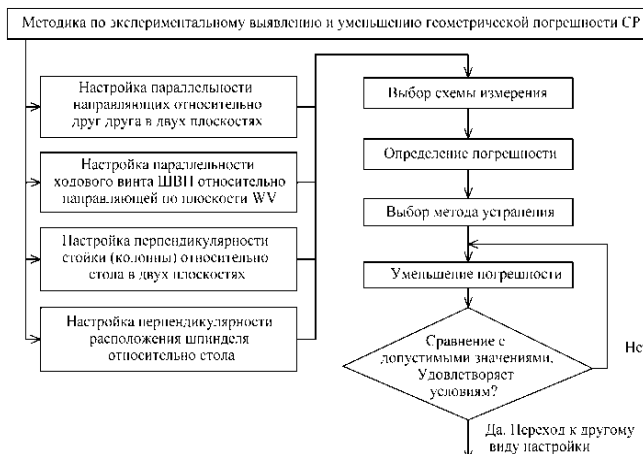
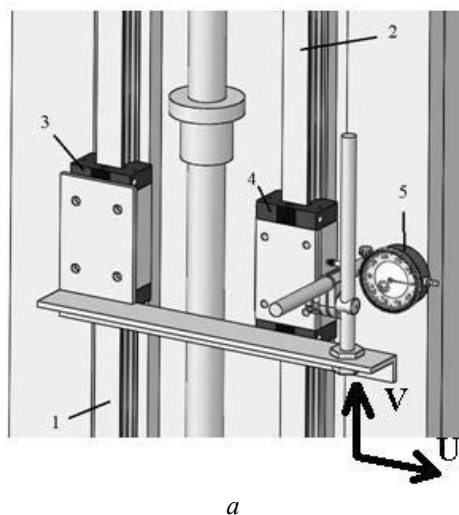
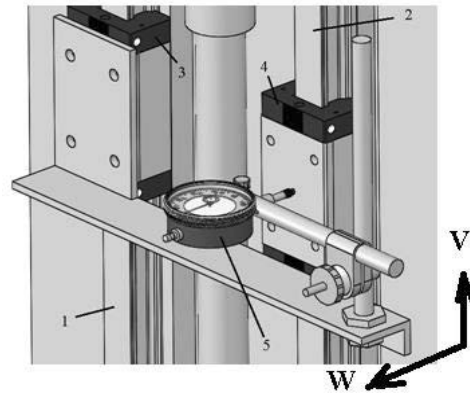


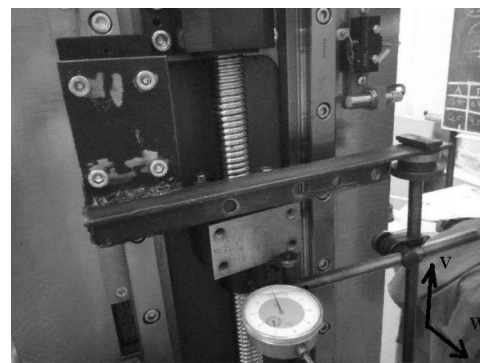
Рис. 4. Методика настройки станка-робота на геометрическую точность



а

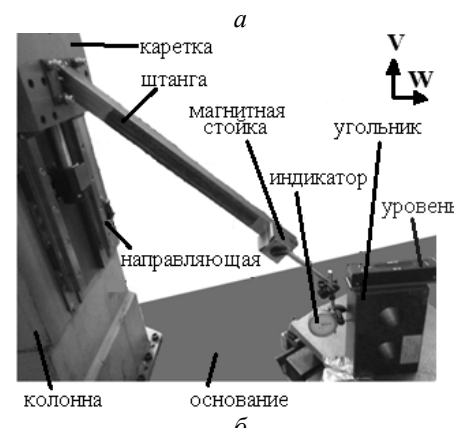
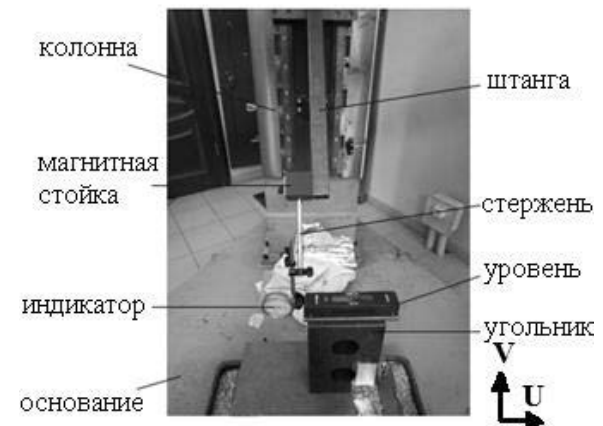


б



в

Рис. 5. Принципиальная схема установки средства измерения: а – в плоскости VU; б – в плоскости WV; в – в плоскости WV



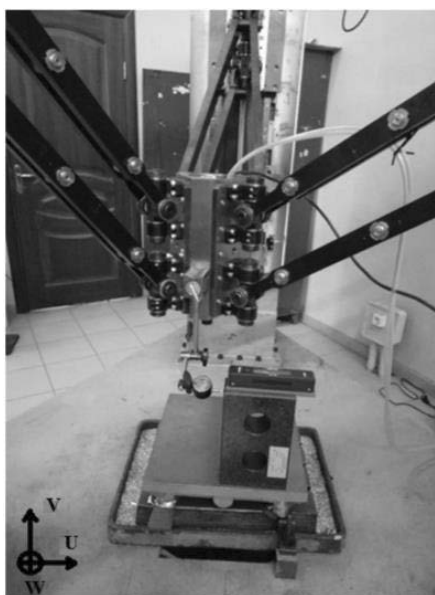
б

Рис. 6. Принципиальная схема установки средства измерения: а – в плоскости VU; б – в плоскости WV

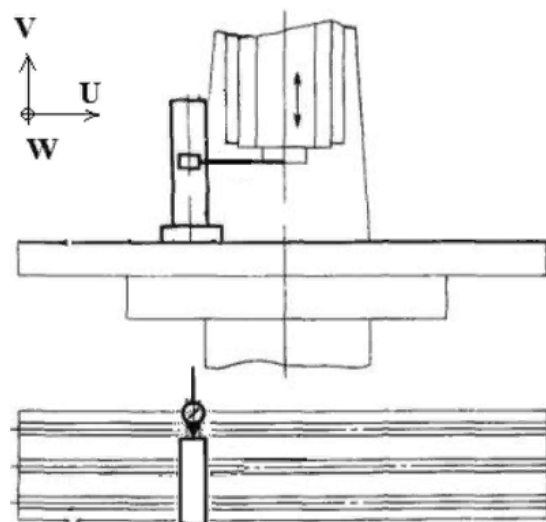
В процессе настройки параллельности направляющих относительно друг друга в двух плоскостях UV и WV было выявлено отклонение в пределах от 0 до 50 мкм, что не удовлетворяет требованиям геометрической точности станка-робота. После настройки параллельности направляющих штанг установлено уменьшение отклонения от параллельности в пределах 10 мкм, что удовлетворяет заданным параметрам точности станка-робота.

В процессе настройки параллельности расположения гайки ШВП относительно направляющей штанги в плоскости WV было выявлено отклонение в пределах от 0 до 60 мкм, что не удовлетворяет требованиям геометрической точности станка-робота. После настройки параллельности оси ШВП относительно направляющих отклонение от параллельности находилось в пределах 10 мкм, что удовлетворяет заданным параметрам точности станка-робота.

В ходе проведенного измерения перпендикулярности стойки (хода каретки) относительно стола в плоскости UV определено, что наибольшее отклонение составляет 3,434 мм, а минимальное 3,418 мм, соответственно. Разница между пиковыми значениями составляет 16 мкм. Также в плоскости WV определено, что наибольшее отклонение составляет 1,672 мм, а минимальное 1,654 мм, соответственно. Разница между пиковыми значениями составляет 18 мкм.



а



б

Рис. 7. Принципиальная схема установки средства измерения: а – в плоскости VU ; б – в плоскости WV

Допуск на всей длине перемещения в рабочей зоне для станков класса точности Н - 20 мкм (для фрезерных станков классической компоновки), исходя из чего можно сделать вывод, что требования геометрической точности станка-робота соблюдены.

В ходе выполнения работ выполнен комплекс настроек, обеспечивающих отклонение от взаимного расположения несущих элементов станка-робота и элементов, определяющих корректность траектории перемещения исполнительного органа, в рамках требований, сформулированных в конструкторской документации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Компоновка** многоцелевого станка на основе принципов параллельной кинематики: пат. РФ № 2542878 / О. К. Акмаев, Б. А. Еникеев, А. Ф. Юсупов; опубл. 27.02.2015, Бюл. № 6. – 8 с. [The layout of a multi-purpose machine based on the principles of parallel kinematics: Pat. RF No. 2542878 / O. K. Akmaev, B. A. Enikeev, A. F. Yusupov; publ. 02.27.2015, Bull. № 6. – pp. 8]
2. **Экспериментальное** исследование жесткости фрезерного станка с параллельной кинематикой: Б.А. Еникеев, О.К. Акмаев, Р.Г. Кудояров. Международная школа молодых ученых и специалистов в области робототехники, производственных технологий и автоматизации: сборник трудов. – М.: ФГБУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2017. – 126с. [Experimental study of the rigidity of a milling machine with parallel kinematics: B.A. Enikeev, O.K. Akmaev, R.G. Kudoyarov, pp. 126, 2017.]

ОБ АВТОРАХ

САЙДУГАНОВ Андрей Родионович, асп. каф. АТП. Дипл. магистр (УГАТУ, 2017). Готовит дис. о разработке и исследовании

довании станка-робота с повышенными технологическими возможностями.

КУДОЯРОВ Ринат Габдулхакович, проф. каф. АТП. Дипл. инженер-механик (УАИ, 1963). Д-р техн. наук по технологиям и оборудованию мех. и физ.-техн. обработки (УГАТУ, 2003). Иссл. в обл. разработки мехатронных станочных систем.

АКМАЕВ Олег Кашафович, доц. каф. АТП. Дипл. инженер-механик (УАИ, 1971). Канд. техн. наук по техн. произв. летательн. аппаратов и двигателей (УГАТУ, 1983). Иссл. в обл. обработки точных деталей и в обл. разработки мехатронных станочных систем.

METADATA

Title: Research method of machine-robot on geometric accuracy and its adjustment

Authors: A. R. Sayduganov¹, R. G. Kudoyarov², O. K. Akmaev³

Affiliation:

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: ¹ andrewsai@mail.ru, ² kats10@mail.ru,

³ olakm@rambler.ru

Language: Russian.

Source: Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), no. 1 (20), pp. 154-159, 2019. ISSN 2225-9309 (Print).

Abstract: An algorithm for the study of the machine-robot for geometric accuracy and its settings is presented. This technique consists of four types of settings: setting the parallelism of the guides relative to each other in two planes; setting the parallelism of the ball screw running screw relative to the guide along the ZY plane; setting the perpendicularity of the rack (column) relative to the table in two planes; setting the perpendicularity of the spindle position relative to the table.

Key words: robot machine; method; geometric error; parallel kinematics.

About authors:

SAYDUGANOV, Andrey Radionovich, Postgrad., Dept. of Automation technological processes. Master of Technics & Technology (UGATU, 2017).

KUDOYAROV, Rinat Gabdulhakovich, Prof., Dept. of Automation technological processes. Dipl. Mechanical engineer (UAI, 1963). Dr. of Tech. Sci. (UGATU, 2003).

AKMAEV, Oleg Kashafovich, Associate Professor, Dept. of Automation technological processes. Dipl. Mechanical engineer (UAI, 1971). Candidate of Tech. Sci. (UGATU, 1983).