

УДК 621.71

DOI: 10.12737/article_5a337fbbafffe3.34523889

А.С. Ямников, О.А. Ямникова, И.А. Матвеев, Е.Н. Родионова

ВЛИЯНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПОЛОЖЕНИЯ СТЫКОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СБОРНОГО ОСЕСИММЕТРИЧНОГО КОРПУСА НА ПОГРЕШНОСТЬ ПОЛОЖЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Показано влияние погрешностей положения стыковых поверхностей собираемых деталей протяженного осесимметричного корпуса на погрешность положения исполнительных поверхностей. Определены параметры законов распределения погрешностей положения стыковых поверхностей базовой детали. Отмечена взаимосвязь параметров базовой детали и сборки, причем установлено, что

превалирующее влияние имеет торцовое биение. Обоснована необходимость коррекции технологии окончательной обработки торцов базовой детали.

Ключевые слова: погрешность положения, стыковые поверхности, базовая деталь, исполнительные поверхности, закон распределения погрешности, сборка.

A.S. Yamnikov, O.A. Yamnikova, I.A. Matveev, E.N. Rodionova

IMPACT OF POSITION ERROR OF COMPOSITE AXISYMMETRIC BODY JOINT SURFACES UPON POSITION ERROR OF EXECUTING SURFACES

In the paper a method for face runout verification in a base member with the use of a control stand is under consideration. A peculiarity of this method consists in that as a prism one uses rollers forming a prism imitation with the profile right angle in the contact with the part under testing. A preliminary measurement of face bearing runout has shown that it affects considerably measurement accuracy. To control a face runout a part tested is installed upon roller prisms and pressed to the contact of a special plug in its face with a fixed bearing at the level of the rotation axis that excludes the face runout impact of the passive end. A dial indicator is brought to the end controlled and at the base member rotation one defines through the indicator reading difference a runout value of the sample under

testing. According to the data obtained with the aid of Pearson's criterion a convergence of the theoretical and practical runout distributions is confirmed. Besides, there is considered a verification of the unit assembled in the structure of which is included a nozzle unit where a runout of the central hole requires measuring. The measurements carried out have shown the dependence between parameters of the distribution of runout frequency of the second end and a nozzle unit. In summary a conclusion is drawn on the necessity to update techniques of turning joint surface of the base member.

Key words: position error, joint surfaces, base member, executive surfaces, law of error distribution, assembly

Натурные испытания реактивных снарядов систем залпового огня показали, что технология изготовления и сборки оказывает существенное влияние на функционирование изделий [1]. Эти снаряды имеют сборные протяженные осесимметричные корпуса, составленные из нескольких секций, объединяемых с помощью резьбо-

вых замковых соединений, поэтому нами уделено внимание исследованию современного их производства [2-10]. Для проверки торцовых биений базовой детали применяется контрольный стенд (рис. 1).

Призмы выполнены в виде роликов, измеренные значения биений которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

Фактические значения биений шариковых радиальных однорядных подшипников марки 6-204 А

Номер ролика	Радиальное биение, мм	Торцовое биение, мм
1	0,01	0,015
2	0,01	0,015
3	0,01	0,02
4	0,01	0,015

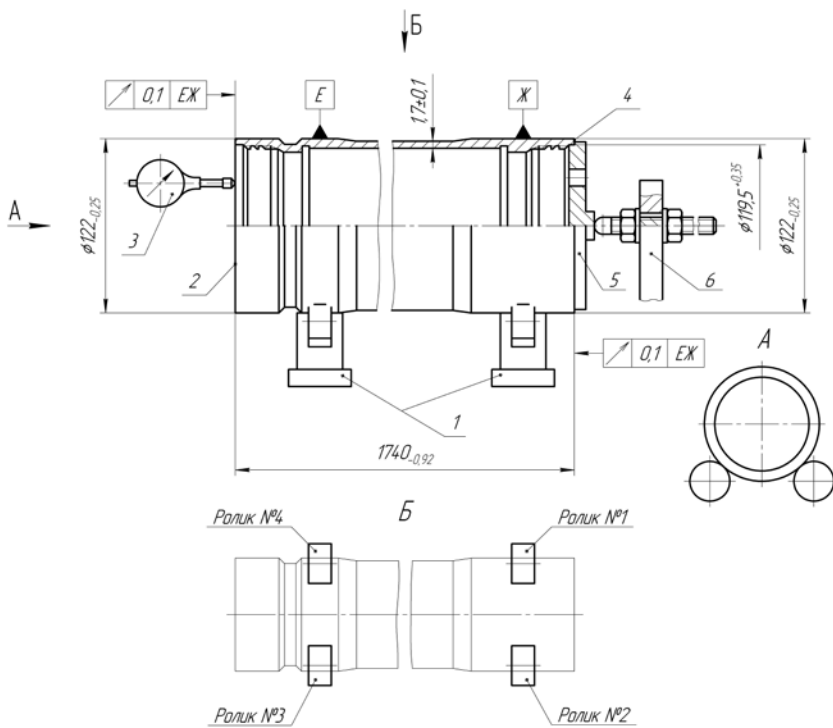


Рис. 1. Схема контроля биения торцов базовой детали: 1 – роликовые призмы; 2 – торец № 1; 3 – индикатор часового типа; 4 – торец № 2; 5 – заглушка; 6 – упор

Для контроля торцового биения базовая деталь устанавливается на роликовые призмы 1 и поджимается до контакта заглушки 5 с неподвижной опорой 6 (рис. 1). К контролируемому торцу 2 подводится индикатор часового типа 3, и при вращении базовой детали по разнице показаний индикатора судят о величине биения первого торца.

Для проверки биения второго торца 4 базовую деталь поворачивают на 180° и все действия повторяют по той же схеме. Итоги проверки параметров

биений базовой детали сведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры биений базовой детали

Параметр	Допуск	Фактическое значение	
		Минимальное	Максимальное
Биение торца 1	0,1	0,01	0,08
Биение торца 2	0,1	0,01	0,04

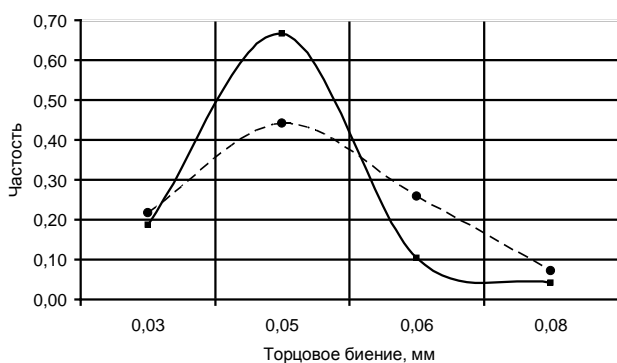


Рис. 2. Кривые распределения биения первого торца базовой детали

По данным табл. 2 построены экспериментальные графики (рис. 2, 3) распределения попадания биения в интервал (штриховая линия). На рисунках также показано теоретическое распределение (сплошная линия), параметры которого и

уровень согласования были рассчитаны по выборкам.

Сходимость теоретического и практического распределений биений подтверждена с помощью критерия Пирсона.

По заданному уровню значимости для биения первого торца $q = 0,013874644$ вычислено значение параметра $u = 2,0491 < U_{кр} = 9,21$, следовательно, гипотеза о законе распределения Рэля принимается как не противоречащая опытным данным.

По заданному уровню значимости для биения второго торца $q = 0,013874644$ вычислено значение параметра $u = 2,04091 < U_{кр} = 9,21$, следовательно, гипотеза о законе распределения Рэля

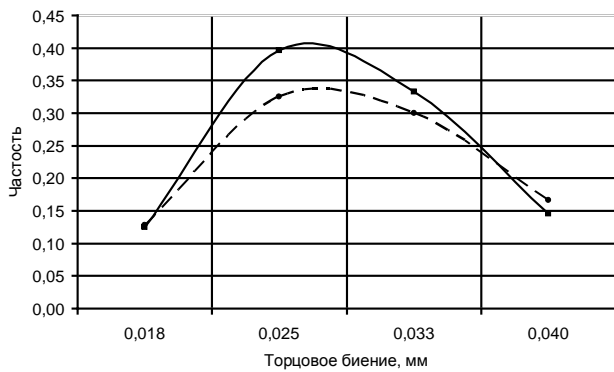


Рис. 3. Кривые распределения биения второго торца базовой детали

также принимается как не противоречащая опытным данным.

На рис. 4 показана схема контроля биения собранного узла с сопловым блоком, в котором задано биение центрального отверстия. В узел включены следующие элементы: 4 – переходное дно, 5 – базовая секция, 6 – переходная секция, 7 – сопловой блок. Узел центрирующими утолщениями А и Б устанавливается на роликовые

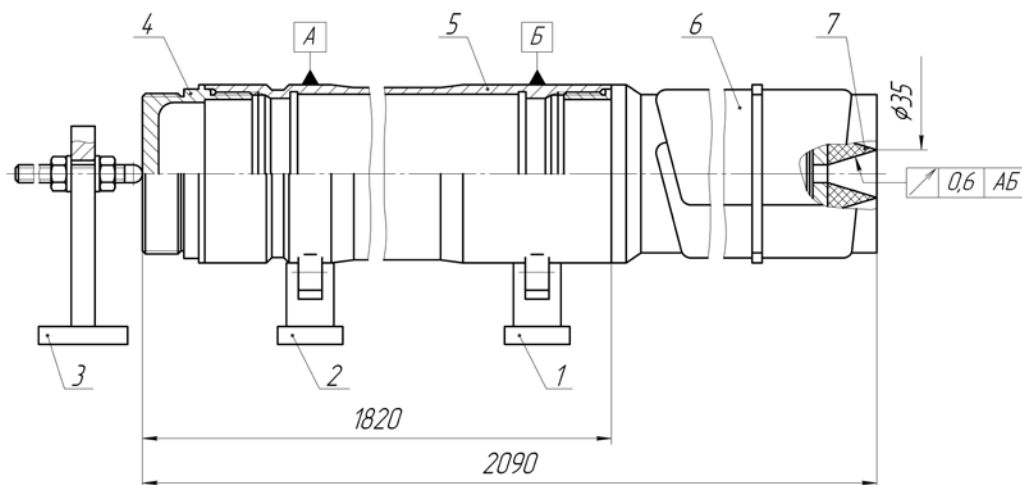


Рис. 4. Схема контроля биения центрального отверстия соплового блока в собранном узле: 1, 2 – роликовые призмы; 3 – упор в сборе; 4 – переходное дно; 5 – базовая секция; 6 – переходная секция; 7 – сопловой блок

К параметрам относятся границы интервалов и частоты появления значений исследуемой величины в заданном интервале.

По экспериментальным данным получены параметры закона распределения биения центрального отверстия соплового блока (закон Рэлея) и рассчитаны теоретические значения. Закон был проверен с

вые призмы 1 и 2, доводится до осевого упора 3.

В центральное отверстие соплового блока 7 вводят индикатор и по колебанию его стрелки судят о величине биения.

Были произведены замеры биения центрального отверстия соплового блока в партии из 122 сборок. Исследования показали, что торцовые биения в резьбовых замковых соединениях с упорной резьбой оказывают существенное влияние на радиальное биение удаленных от базовых поясков (центрирующих утолщений) деталей узла [4; 5; 8; 9].

Для выявления вида закона распределения исследуемых величин выборка была разбита на 10 интервалов, для каждого из которых была рассчитана частота попадания экспериментальных данных. В табл. 3 приведены параметры распределения экспериментальных значений биений соплового блока.

помощью критерия Пирсона. По заданному уровню значимости для биения центрального отверстия соплового блока $q = 0,0121076$ вычислено значение параметра $u = 7,4712518 < U_{кр} = 24,3$, следовательно, гипотеза о законе распределения Рэлея принимается как не противоречащая опытным данным.

Таблица 3

Результаты замеров биения соплового блока

№ интервала	Граница интервала для биения	Частота биения
1	0,14	0,180328
2	0,20	0,434426
3	0,25	0,196721
4	0,30	0,147541
5	0,36	0,02459
6	0,41	0
7	0,46	0
8	0,52	0
9	0,53	0,008197
10	0,54	0,008197

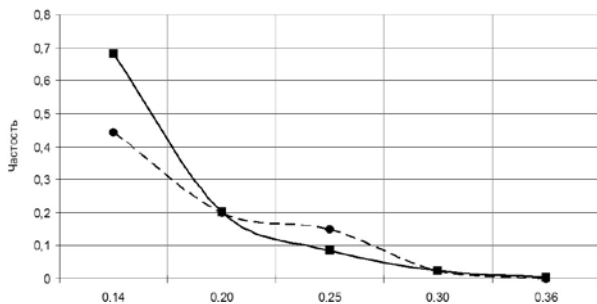


Рис. 5. Кривые распределения биения соплового блока в собранном узле

На рис. 5 приведены результаты аппроксимации эмпирических данных теоретическими зависимостями.

Сопоставление параметров распределения частоты величины биения второго торца (рис. 3) и соплового блока (рис. 5) показывает, что они коррелируют. Причем величина биения соплового блока больше,

чем величина биения второго торца, примерно во столько же раз, во сколько длина соплового блока больше диаметра второго торца (с учетом дополнительных погрешностей из-за введения дополнительных звеньев размерных цепей) [4; 5]. Это вызывает необходимость совершенствования технологии токарной обработки базовых поверхностей тонкостенной корпусной детали [10].

Выводы:

1. Подтверждено преобладающее влияние торцового биения стыковых поверхностей базовой детали на биение центрального отверстия соплового блока.

2. Выявлено, что биение центрального отверстия соплового блока подчиняется закону Рэлея, и вычислены параметры закона распределения биения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние технологических отклонений при изготовлении РС РСЗО на их рассеивание при стрельбе / А.А. Редько, С.А. Полторыхин, С.А. Кудрявцев, И.Л. Косарев // Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы. - 2008. - № 1. - С. 32-35.
2. Матвеев, И.А. Технологическая наследственность в прогрессивной технологии изготовления протяженных осесимметричных корпусов / И.А. Матвеев, А.С. Ямников // Механика - XXI век: материалы XV ВНТК. - Братск: БрГУ, 2016. - С. 119-124.
3. Ямников, А.С. Погрешность закрепления при консольном закреплении тонкостенной трубной заготовки, имеющей исходную овальность / А.С. Ямников, О.А. Ямникова, А.В. Киселев // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. - 2016. - № 1 (315). - С. 90-96.
4. Илюхин, А.Ю. Специфика сборки соединений с избыточными связями / А.Ю. Илюхин, А.С. Ямников // Сборка в машиностроении, приборостроении. - 2008. - № 4. - С. 27-29.
5. Матвеев, И.А. Влияние избыточных связей замковых соединений на точность автоматизированной сборки / И.А. Матвеев, А.В. Киселев, А.С. Ямников // Вестник ТулГУ. Автоматизация: проблемы, идеи, решения: сб. науч. тр. МНТК «АПИР-19» (13-14 сент. 2014 г.) - Тула: Изд-во ТулГУ, 2014. - С. 90-93.
6. Ямников, А.С. Обеспечение точности изготовления тонкостенных осесимметричных корпусов сложного профиля: монография / А.С. Ямников, А.О. Чуприков, И.А. Матвеев. - Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. - 208 с.
7. Матвеев, И.А. Повышение точности изготовления корпусов реактивных двигателей / И.А. Матвеев, А.С. Ямников, О.А. Ямникова // Аэро-

- космическая техника, высокие технологии и инновации. - Пермь: ПНИУ, 2016. - Т. 1. - С. 94-98.
8. Васильев, А.С. Функционально связанные сборочные размерные цепи, обеспечивающие нормированный контакт поверхностей / А.С. Васильев, В.М. Грязев, А.С. Ямников // Сборка в машиностроении, приборостроении. - 2012. - № 5 (142). - С. 36-40.
 9. Ямников, А.С. Влияние деформаций тонкостенных резьбовых деталей на точность сборки /
1. Technological deviation impact at manufacturing missiles RSZO upon their scatter at firing / A.A. Redko, S.A. Poltorykhin, S.A. Kudryavtsev, I.L. Kosarev // *Ammunition and High-Energy Condensed Systems*. – 2008. – No.1. – pp. 32-35.
 2. Matveev, I.A. Technological inheritance in efficient technology of manufacturing long axisymmetric bodies / I.A. Matveev, A.S. Yamnikov // *Mechanics for the XXI-st century: Proceedings of the XV-th of Scientific-Tech. Conf. – Bratsk*: BrSU, 2016. – pp. 119-124.
 3. Yamnikov, A.S. Error in fastening at console fastening light-wall pipe blank having initial ovality / A.S. Yamnikov, O.A. Yamnikova, A.V. Kiselyov // *Fundamental and Applied Problems of Engineering and Techniques*. – 2016. – No.1 (315). – pp. 90-96.
 4. Ilyukhin, A.Yu. Assemblage specificity in joints with excess ties / A.Yu. Ilyukhin, A.S. Yamnikov // *Assemblage in Mechanical Engineering and Instrument Engineering*. – 2008. – No.4. – pp. 27-29.
 5. Matveev, I.A. Impact of excess ties of locking joints upon accuracy of automated assemblage / I.A. Matveev, A.V. Kiselyov, A.S. Yamnikov // *Bulleting of TulaSU. Automation: Problems, Ideas, Solutions: Proceedings of the MNTC “APIR-19” (September 13-14, 2014)* – Tula: Publishing House of TulaSU, 2014. – pp. 90-93.

- А.С. Ямников, В.В. Семин, В.М. Логунов // Проблемы машиностроения и надежности машин. - 1991. - № 2. - С. 74-82.
10. Матвеев, И.А. Точность токарной обработки базовых поверхностей тонкостенной корпусной детали типа трубы / И.А. Матвеев, А.С. Ямников, О.А. Ямникова // Вестник современных технологий. - Донецк: ДНУ, 2016. - № 2 (2). - С. 56-62.
6. Yamnikov, A.S. *Accuracy Assurance at Manufacturing Light-Wall Axis-Symmetrical Bodies with Complex Profile*: monograph / A.S. Yamnikov, A.O. Chuprikov, I.A. Matveev. – Tula: Publishing House of TulaSU, 2017. – pp. 208.
 7. Matveev, I.A. Accuracy increase at manufacturing jet engine bodies / I.A. Matveev, A.S. Yamnikov, O.A. Yamnikova // *Aerospace Engineering, Science Intensive Techniques and Innovations*. – Perm: PRU, 2016. – Vol.1. – pp. 94-98.
 8. Vasiliev, A.S. Functionally connected assembly dimensional units ensuring rated contact of surfaces / A.S. Vasiliev, V.M. Gryazev, A.S. Yamnikov // *Assemblage in Mechanical Engineering and Instrument Engineering*. – 2012. – No.5. (142). – pp. 36-40.
 9. Yamnikov, A.S. deformation impact of light-wall threaded parts upon assemblage accuracy / A.S. Yamnikov, V.V. Semin, V.M. Logunov // *Problems of Mechanical Engineering and Machine Reliability*. – 1991. – No.2. – pp. 74-82.
 10. Matveev, I.A. Accuracy in turning basic surfaces of light-wall body part of pipe type / I.A. Matveev, A.S. Yamnikov, O.A. Yamnikova // *Bulletin of Current Techniques*. – Donetsk: DNU, 2016. – No.2 (2). – pp. 56-62.

Статья поступила в редколлегию 16.10.17.

Рецензент: д.т.н., профессор Тульского государственного технического университета
Протасьев В.Б.

Сведения об авторах:

Ямников Александр Сергеевич, д.т.н., профессор кафедры «Технология машиностроения» Тульского государственного университета, г. Тула, тел. раб.: (4872) 25-46-48, дом: (4872) 48-67-38, e-mail: Yamnikovas@mail.ru.

Ямникова Ольга Александровна, д.т.н., профессор кафедры «Технология машиностроения» Тульского государственного университета, тел. раб.: (4872) 25-46-48, дом: (4872) 48-67-38, e-mail: yamnikovaoa@mail.ru.

Yamnikov Alexander Sergeevich, D. Eng., Prof. of the Dep. “Engineering Techniques”, Tula State University, e-mail: Yamnikovas@mail.ru.

Yamnikova Olga Alexandrovna, D. Eng., Prof. of the Dep. “Engineering Techniques”, Tula State University, e-mail: yamnikovaoa@mail.ru.

Матвеев Иван Александрович, аспирант ТулГУ, нач. производств. участка АО «НПО «СПЛАВ» (г. Тула), тел. раб.: (4872) 25-46-48, дом: (4872) 50-53-72, e-mail: ivan_matveev@list.ru.

Родионова Елена Николаевна, аспирант ТулГУ, нач. измерит. лаборатории АО «НПО «СПЛАВ» (г. Тула), тел. раб.: (4872) 25-46-48, дом: (4872) 35-81-00, e-mail: en.rodionova.splav@yandex.ru.

Matveev Ivan Alexandrovich, Post graduate student, TulaSU Manufacture Chief of J-S Co. “SPC “ALLOY” (Tula), e-mail: ivan_matveev@list.ru.

Rodionova Elena Nikolayevna, Post graduate student, TulaSU, Head of Measurement Lab. of J-S Co. “SPC “ALLOY”, e-mail: en.rodionova.splav@yandex.ru.