электронный научно-технический журнал
ИНЖЕНЕРНЫЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51036. ISSN 2307-0595

Исследование износа элементов фиксации приспособлений-спутников автоматических линий

 # 07, июль 2016

Колесников Л. А.[1,*], Холевин В. В.

УДК: 623.06.02

[1]Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана
*kolesnikova1950@list.ru

Введение

Исследование точности элементов фиксации спутников в рабочих позициях автоматических линий проводились по параметрам, влияющим на величину погрешности установки спутников. Экспериментальные исследования износа элементов фиксации спутников проводились в производственных условиях. Объектом исследования являлись базовые части фиксаторов и отверстия базовых втулок спутника автоматической линии. Спутники с деталями транспортируются по опорно-направляющим планкам. Привод транспортёра – одношаговый гидравлический, перемещение спутников ведется подпружиненными собачками. Фиксация спутников в рабочих позициях осуществляется двумя фиксаторами: цилиндрическим и ромбическим. Установка спутников в позициях производится по нижним направляющим (прижим сверху). На каждой рабочей позиции устанавливается два спутника, в каждом из которых установлена одна деталь. Масса заготовки 7 кг. Материал СЧ15. Масса спутника около 100 кг.

Для исследования влияния числа фиксаций на изменение диаметральных размеров фиксирующих элементов были изготовлены цилиндрический и ромбический фиксаторы и две базовые втулки.

Перед проведением исследований, каждая базовая втулка и фиксатор аттестовались по исходным размерам. Наблюдение за износом фиксирующих элементов продолжалось более года. Периодичность измерений примерно раз в месяц. На входных торцах базовых втулок наносились риски, определяющие плоскость измерения 1-1 и П-П в продольном сечении (рис.1). Измерение диаметра отверстий во втулках проводилось в сечении 1-1 и П-П по длине. Аналогичным образом были выбраны сечения и положения при измерении фиксаторов. Ромбический фиксатор измерялся в зоне расположения ленточек (плоскость 1-1). Измерение базового диаметра втулки, сопрягаемой с ромбическим фиксатором, проводилось в плоскости сопряжения ее с базовыми ленточками ромбического фиксатора.

По данным измерений, полученном в плоскости 1-1 и П-П базового диаметра втулки, сопрягаемой с цилиндрическим фиксатором, определялось среднее арифметическое значение, которое и принималось в качестве размера отверстия втулки. Таким же образом определялся и размер цилиндрического фиксатора.

Базовые втулки и фиксаторы измерялись периодически, для этого они снимались с действующей линии. Измерения проводились в лабораторных условиях на горизонтальном оптиметре модели ИКГ с ценой деления 0,001 мм. Схемы измерения представлены на рис. 2 а, б. Базовая втулка 1 спутника располагалась на подставке 2 столика оптиметра (рис. 2 а). В нее последовательно вводились валики 3 и 4 со шлифованными торцами. Эти валики позволяли устанавливать ножки 5 оптиметра со щупами по высоте контролируемых сечений 1-1 и П-П. Фиксатор 1 (рис. 2 б) устанавливался центрирующим пояском в специальную оправку 2, которая располагалась на столике оптиметра. Специальная ступенчатая шайба 3 позволяла устанавливать ножки 4 оптиметра на высоте контролируемых сечений.

По результатам проведенного эксперимента построены графики изменений размеров фиксирующих элементов линии в зависимости от числа фиксаций спутников (рис.3 и 4).

Период приработки исследуемых поверхностей четко обозначен у ромбического фиксатора и менее четко - у цилиндрического. Износ в сечении 1-1, как для втулок, так и для фиксаторов, больше, чем в сечении П-П. Подобная закономерность изменения диаметров фиксирующих элементов наблюдалась и на других автоматических линиях.

Экспериментальными и производственными исследованиями, кроме того, установлено, что износ сопряжений ромбического фиксатора и втулки значительно больше, чем сопряжения цилиндрический фиксатор - втулка. Это можно объяснить большой разницей в величине контактируемых поверхностей в цилиндрическом сопряжении в сравнении с ромбическим. Результаты изменения размеров исследованных сопряжений сведены в таблицы 2 и 3.

Исследованиями установлено, что период приработки (интенсивного износа) для сопряжения цилиндрического фиксатора составляет примерно $2x10^4$ циклов. (Величина $1x10^4$ циклов соответствует одному месяцу двухсменной работы исследуемой линии). Для сопряжения ромбического фиксатора период приработки - $3x10^4$циклов.

Для оценки увеличения зазоров сопряжений от количества циклов фиксаций, введем коэффициент λ. Для цилиндрического и ромбического фиксаторов примем соответственно:

$$\lambda_ц = \frac{\Delta S_{(ц)}}{10^4}; \quad \lambda_р = \frac{\Delta S_{(Р)}}{10^4}$$

где: $\Delta S_{(ц)}$ и $\Delta S_{(р)}$увеличение зазора сопряжений цилиндрического и ромбического фиксаторов соответственно. Пользуясь графиками (рис.3 и рис. 4), определяем коэффициенты λ для исследованных сопряжений (табл.1).

Таблица 1. Значения коэффициентов $\lambda \frac{мм}{10^4}$

Период работы узлов фиксации	Сопряжение цилиндрического фиксатора	Сопряжение ромбического фиксатора
Приработка Эксплуатационный (установившийся) износ	0,003 в среднем 0,0023	0,006 в среднем 0,0024

Зная число n_1 циклов фиксации за период приработки для каждого сопряжения фиксаторов и задаваясь числом n_i циклов фиксации для выбранного момента эксплуатации линии, определяем величины зазоров сопряжений цилиндрического $S_{изн(ц)}$ и $S_{изн(р)}$ по формуле:

$$S_{изм} = S_{нач} + \lambda_{пр} \times n_1 + \lambda_y \times n_i$$

где: $S_{нач}$ - начальный зазор сопряжения;

$\lambda_{пр}$ и коэффициент увеличения зазора в период интенсивного (приработка) износа;

λ_y - коэффициент увеличения зазора в период установившегося (эксплуатационного) износа.

Таким образом, в процессе износа элементов фиксации увеличиваются зазоры между фиксаторами и базовыми втулками спутника, что увеличивает погрешность установки спутников в позициях.

Таблица 2. Изменения размеров элементов фиксации спутника в результате износа (сопряжение цилиндрического фиксатора)

Элемент сопряжен.	Сечение	Размеры в мм		Износ в мм	
		начальный	конечный	по сечениям	средний
Втулка	I – I II - II	25,007 25,007	25,026 25,015	0,019 0,018	0,0135
Фиксатор	I – I II – II	24,963 24,963	24,941 24,954	0,022 0,009	0,155
Зазор Сопряжения	втулка II–II фикс. I–I	0,044	0,074	0,030	0,029
	втулка I–I фикс. II–II	0,044	0,072	0,028	

Таблица 3. Изменения размеров элементов фиксации спутника в результате износа (сопряжение ромбического фиксатора)

Элемент сопряжен.	Сечение	Размеры в мм		Износ в мм	
		начальный	конечный	по сечениям	средний
Втулка	I – I II - II	25,012 25,012	25,037 25,022	0,025 0,010	0,0175
Фиксатор	I – I II – II	24,968 24,968	24,936 24,954	0,032 0,014	0,023
Зазор Сопряжения	втулка II–II фикс. I–I	0,044	0,101	0,057	0,0405
	втулка I–I фикс. II–II	0,044	0,068	0,024	

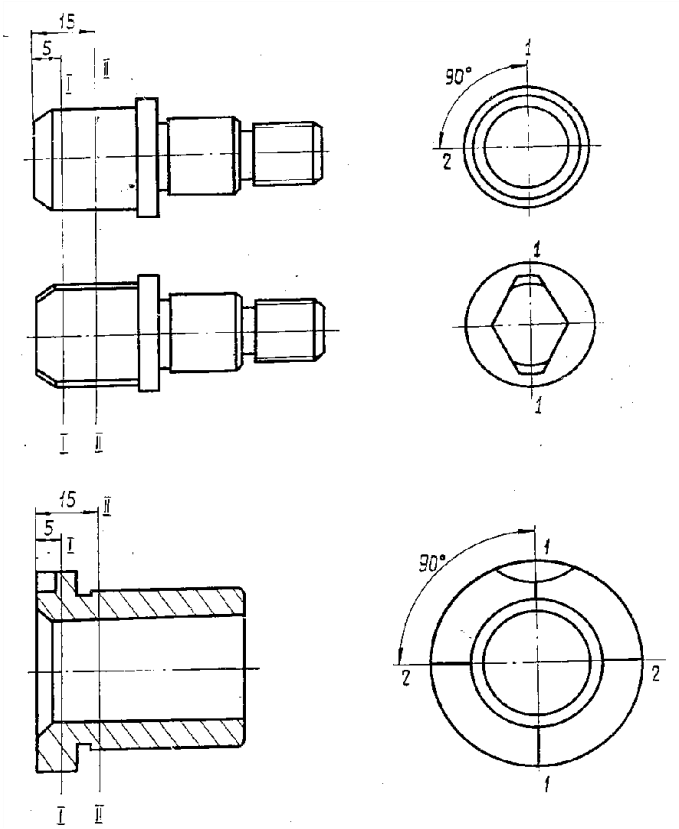


Рис. 1. Схемы сечений при измерении фиксирующих элементов

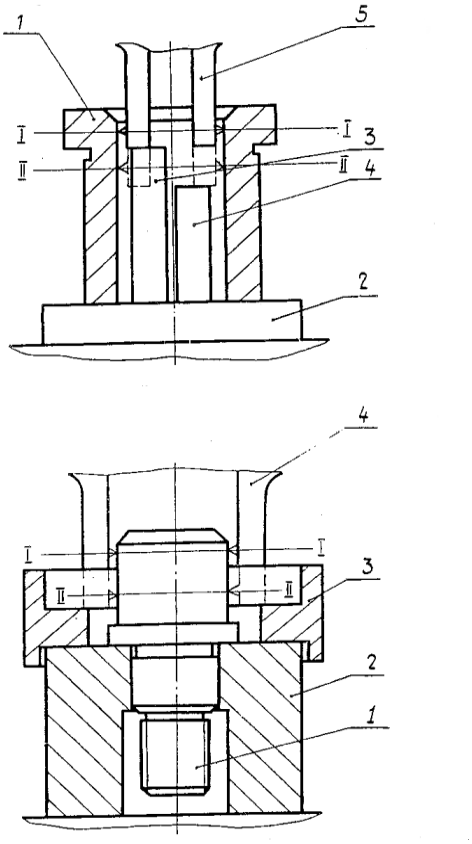


Рис. 2 (а, б). Схемы измерения фиксирующих элементов

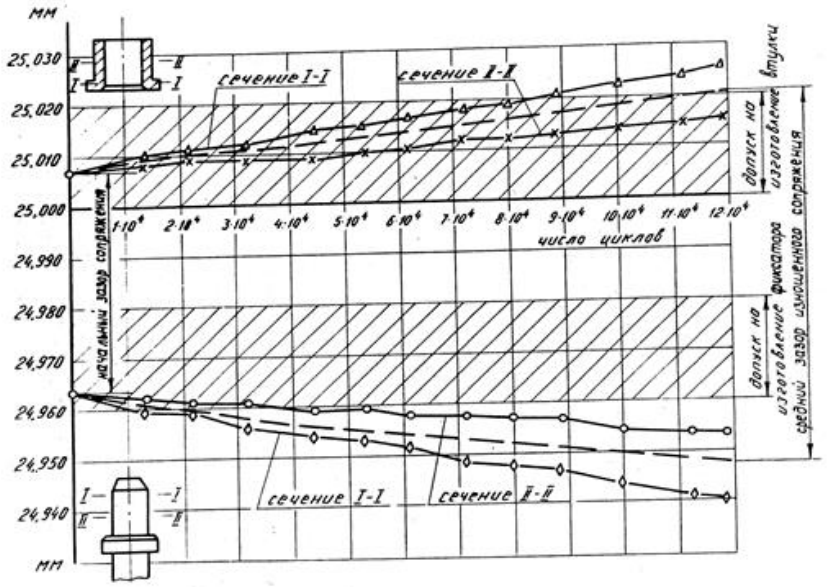


Рис. 3. Износ сопряжения цилиндрический фиксатор – базовая втулка

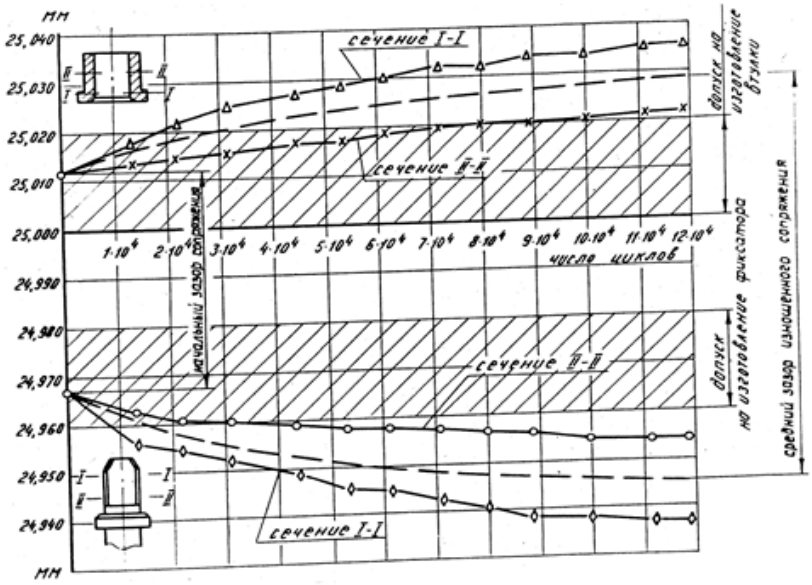


Рис. 4. Износ сопряжения ромбический фиксатор – базовая втулка

Таким образом, в процессе износа элементов фиксации увеличиваются зазоры между фиксаторами и базовыми втулками спутника, что увеличивает погрешность установки спутников в позициях. На каждой автоматической линии, находящейся в эксплуатации, могут быть проведены замеры для определения коэффициентов $\lambda_{\text{пр}}$, λ_yи числа n, циклов фиксации за период приработки каждого сопряжения. На этой основе следует рассчитать зазоры узлов фиксации для выбранного момента эксплуатации линии. Задаваясь допустимыми зазорами узлов фиксации $S_{\text{изн(доп)}}$ из условия предельно допустимой погрешности установки спутников, можно рассчитать срок службы фиксирующих элементов, выраженный через число фиксаций $n_{j(\text{доп})}$ по формуле

$$n_{i(доп)} = \frac{S_{изн(доп)} - S_{нач} - \lambda_{пр} * n_1}{\lambda_y}$$

Наряду с исследованием износа элементов фиксации измерялось расстояние от вершин, выдвинутых в крайние верхнее положение фиксаторов до базовой поверхности установочных планок рабочих позиций. Измерения проводились посредством часового индикатора с ценой деления 0,01 мм, закрепленного в штангенрейсмусе, устанавливаемого в каждой позиции на базовые планки. Положение фиксаторов при измерении соответствовало действительным условиям, которые имеют место при зафиксированном спутнике.

Заключение

По результатам измерений выявлена нестабильность положений фиксаторов по высоте в разных позициях линии, достигающая 8 мм.

Нестабильное положение фиксаторов по высоте в сочетании с конусной формой их в продольном сечении, приводит к увеличению фактического поля рассеивания зазоров в сопряжениях фиксаторов с базовыми втулками спутников. Это, в конечном счете, увеличивает погрешность установки спутника в рабочих позициях. Предусмотрев в конструкции выдвижение фиксатора по направляющей втулке до упора, нестабильность вылета их по высоте можно исключить, что повысит точность установки спутников в рабочих позициях.

Список литературы

[1]. Колесников Л.А. Точность установки деталей на автоматических линиях с приспособлениями-спутниками. // Машины и установки: проектирование, разработка и эксплуатация. 2015. №5. С.45-57. Режим доступа: http://maplantsjournal.ru/doc/817357.html (дата обращения: 8.05.2016)

[2]. Дальский А.М., Косилова А. Г, Мещеряков Р.К., Суслов А.Г. и др. Справочник технолога-машиностроителя. Том 1. Глава 7. Раздел: Установка заготовок для обработки на агрегатных станках и автоматических линиях (Колесников Л.А.). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение-1. 2003. 912 с. С. 707-712.

[3]. Косилова А.Г. (ред.). Справочник технолога по автоматическим линиям / А.Г. Лыков, О.М. Деев; Ред. А.Г. Косилова. М.: Машиностроение. 1982. 320 с.

[4]. Древаль А.Е., Скороходов Е.А., Агеев А.В., Шатилов А.А., Колесников Л.А. и др. Краткий справочник металлиста. Раздел: Установка заготовок на станках. 4-е изд. перераб. и доп. / под ред. А.Е. Древаля, Е.А. Скороходова. М.: Машиностроение. 2005. 960 с. С.141-180.