УДК 621.9.06

А.А. Мельниченко, О.Л. Кондратюк, А.О. Скоркин
Украинская инженерно-педагогическая академия, Украина
Тел. (057) 733-78-26; *E-mail: Kondr20071@I.ua*

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦЫПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ МЕЛКОСЕРИЙНОЙ СБОРКИ СЛОЖНЫХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

На сегодняшний день разработки в области САПР ТП сборки сильно разрознены, отсутствует наиболее приближенная к реальным требованиям концепция системы в целом. Для выполнения предъявленных требований необходимо выявить конкретные задачи и подзадачи. Для полноценной работы системы необходима ГТМИ (геометро-технологическая модель изделия). Однако проблемой остается то, что современные конструкторские САПР не создают полноценных ГТМИ.
Ключевые слова: *вал, втулка, деталь, технологическая сборочная система.*

Вступление

Основными выходными показателями процесса сборки являются: точность относительного положения или движения собранных деталей; точность значений натяга в неподвижных соединениях и зазора в подвижных соединениях.

Рассмотрим математическое описания точности положения смонтированной детали.

Среди факторов, вызывающих геометрические погрешности сборки изделия, наибольшее влияние оказывают геометрические неточности деталей, поступающих на сборку, а также упругие и тепловые перемещения собираемых деталей, сборочных единиц и элементов самой технологической сборочной системы.

К наиболее распространенным показателям, характеризующим точность сборочных единиц, содержащих вращающиеся детали, относятся радиальное биение и биение в осевом направлении, а для деталей, перемещающихся поступательно, - прямолинейность движения.

Упругие деформации деталей и сборочных единиц в процессе их соединения возникают под действием сил зажима, силы тяжести самих деталей и в результате перераспределения остаточных напряжений.

На точность положения детали оказывает существенное влияние последовательность приложения силового замыкания. Механизм его влияния заключается в том, что при последовательном применении очередной силы, приложенные ранее силы и вызванные ими силы трения и их моменты в определенной степени препятствуют ее действию. Этот фактор приобретает существенное значение, когда к точности положения монтируемой детали предъявляются высокие требования.

В результате наличия погрешностей формы сопрягаемых поверхностей неправильная последовательность приложения силового замыкания вызывает дополнительные упругие перемещения деталей.

Пусть сборка изделия осуществляется на технологической сборочной системе. При сборке наличие геометрических погрешностей собираемых деталей, силы, действующие в процессе сборки, выделение теплоты, наличие вибраций в технологической системе — все это нарушает заданное относительное движение собираемых деталей.

С помощью эквивалентной схемы технологической сборочной системы механизм формирования геометрических погрешностей сборки можно рассматривать как результат пространственных перемещений и поворотов координатных систем, построенных на деталях технологической системы, вошедших своими размерами в размерную цепь сборочной технологической системы.

Этапы построения модели те же, что и при построении модели процесса образования погрешностей обработки заготовки на станке. Однако в содержании этих этапов есть некоторые отличия.

Основной материал и результаты роботы

Постановка задачи. Точность сборки соединения характеризуется точностью конечного относительного положения собранных деталей. При этом в ряде случаев небезразлично, какой будет траектория их относительного движения при сборке.

Требования, которые необходимо обеспечить при сборке соединения, могут быть различными. Если требуется обеспечить герметичность соединения, то необходимо, чтобы по периметру контакта сопрягаемых поверхностей отсутствовал зазор. Если собирают две детали, входящие своими размерами в конструкторскую размерную цепь изделия, то в результате их сборки должна быть достигнута точность положения комплекта вспомогательных баз присоединяемой детали или ее рабочих поверхностей относительно основных баз детали, к которой ее присоединяют.

Как известно, в общем случае точность относительного положения двух собранных деталей характеризуется матрицей *M* трех поворотов и радиус-вектором $\overline{R}$, определяющим положение начала координатной системы, принадлежащей присоединяемой детали, в системе координат, построенной на поверхностях детали, к которой ее присоединяют. Иногда, в зависимости от требований, предъявляемых к точности присоединяемой детали, точность положения можно оценивать точностью положения плоскости, линии, точки.

Построение эквивалентной схемы рассмотрим на примере технологической сборочной системы для сборки соединения вал втулка (рис.1).

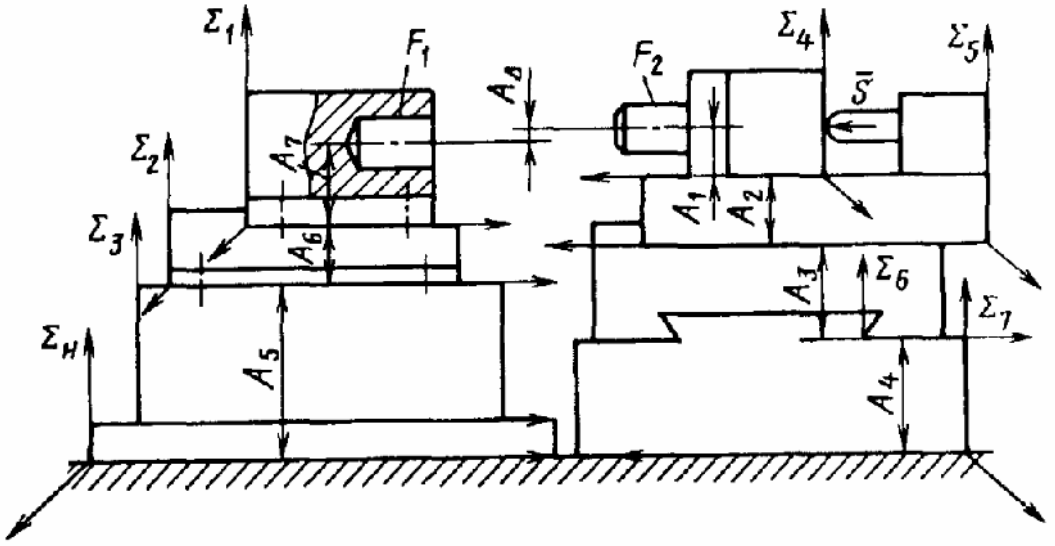

Рис. 1. Координатные системы сборочной машины для соединения вала с втулкой

Процесс сборки рассматривается как совмещение основных баз присоединяемой детали с вспомогательными базами детали, к которой присоединяют. Здесь имеет место противоречие между требованиями, предъявляемыми к точности собранной сборочной единицы (вал втулка) и к точности процесса соединения деталей.

Оно заключается в том, что для обеспечения точности собранной сборочной единицы необходимо, чтобы вспомогательные базы вала (система Σ_4) (рис. 2) заняли требуемое положение относительно основных баз втулки (система Σ_1), а для обеспечения точности процесса соединения - совмещение основных баз (система Σ_3) присоединяемого вала со вспомогательными базами (система Σ_2) втулки, к которой присоединяют. Детали всегда погрешности положения Σ_2 относительно Σ_1 и Σ_4 относительно Σ_3, поэтому при сборке совмещением Σ_4 с Σ_2 указанная погрешность будет суммироваться.

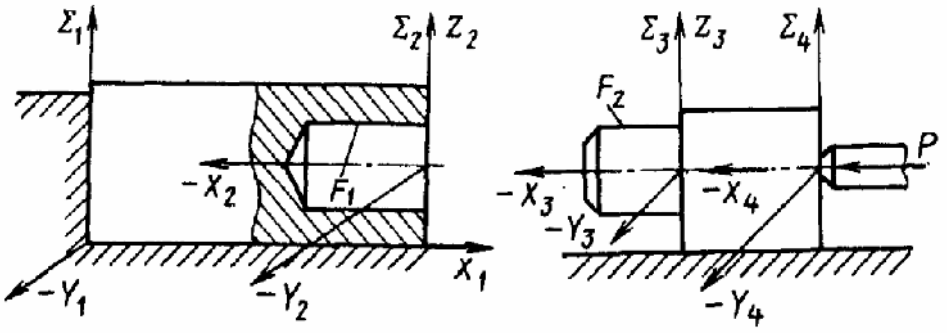

Рис. 2. Схема соединения вала с втулкой

Чтобы построить эквивалентную схему, установим размерную цепь, замыкающим звеном которой является размер A_Δ (см. рис.1.), определяющий несовпадение оси отверстия с осью вала. На основных базах деталей, размеры которых вошли в размерную цепь А технологической сборочной системы, построим координатные системы $\Sigma_1, \dots, \Sigma_7$ в неподвижной системе Σ_H. Выявив схемы базирования каждой из ее деталей. наложим на них известным способом связи. В итоге получим эквивалентную схему из координатных систем, векторные связи которой показаны на рис. 3.

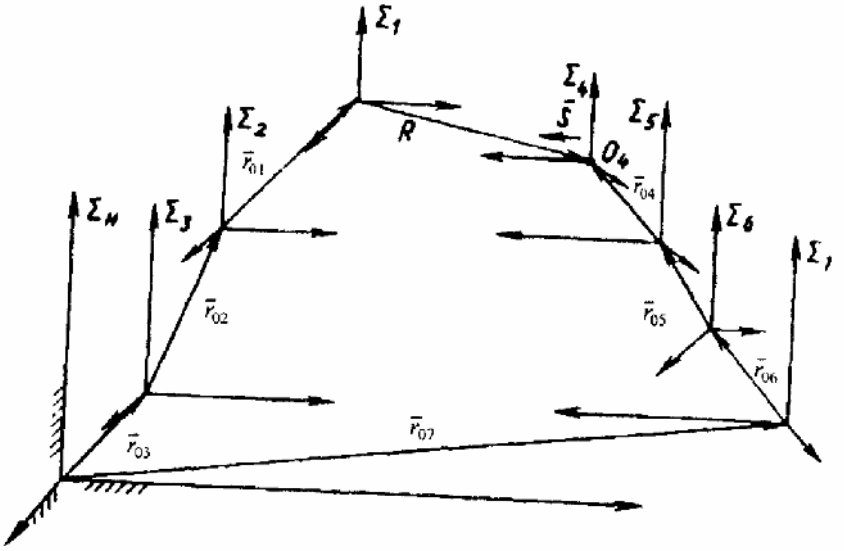

Рис. 3. Векторные связи эквивалентной схемы сборочной машины

Вывод уравнения относительного движения вала и втулки. Процесс сборки осуществляется при поступательном движении вала. Сборку подвижного соединения проводят при условии, что

$$D_0 > d_B \text{ и } d_0 - d_B \le \Delta,$$

где d_0 - диаметр отверстия во втулке; d_B - наружный диаметр вала; Δ - зазор в соответствии с заданной посадкой.

Статическая настройка технологической сборочной системы включает установку собираемых деталей и настройку размерных и кинематических цепей на заданный закон относительного движения собираемых деталей без рабочих нагрузок. В данном случае точность поступательного движения обеспечивается в результате точности изготовления направляющих.

Динамическая настройка включает рабочий процесс с учетом всех факторов, действующих в это время.

При построении модели *статической* настройки собираемые детали отсутствуют и тогда уравнение движения записывается как относительное движение координатных систем, построенных на вспомогательных базах, по которым базируются собираемые детали. При построении модели *динамической* настройки записывается уравнение относительною движения сопрягаемых поверхностей.

В этом случае каждая из двух поверхностей F_1 и F_2 соединяемых деталей ориентирована относительно координатной системы, построенной на основных базах ее детали (см. рис.1). Принимая одну из этих координатных систем неподвижной, например Σ_1, записываем в ней движение координатной системы Σ_4 другой детали. Записав положения поверхностей F_1 и F_2 в координатной системе Σ_1 можно определить относительное положение этих поверхностей в результате осуществления сборочного перехода.

Согласно эквивалентной схеме (см. рис.2) положение координатной системы Σ_4 относительно Σ_1 определяется радиусом-вектором $\overline{R}$ и матрицей M трех поворотов, тогда движение системы Σ_4 относительно системы Σ_1 можно записать системой уравнений (1)

$$\begin{cases} \overline{R} = \prod_{i=1}^{3} M_i^{-1} \left[\left(\prod_{i=5}^{7} M_i \bar{r}_{04} + \prod_{i=6}^{7} M_i \bar{r}_{05} + M_7 \bar{r}_{07} + \overline{S} \right) - \left(\prod_{i=2}^{3} M_i \bar{r}_{01} + M_2 \bar{r}_{02} + \bar{r}_{03} \right) \right]; \\ M = \prod_{i=1}^{3} M_i^{-1} \prod_{i=4}^{7} M_i, \end{cases} \quad (2.1)$$

где $M_i = M_1, M_2, \ldots, M_7$ - матрицы поворотов соответственно системы $\Sigma_1, \Sigma_2, \ldots, \Sigma_7$; M_i^{-1} -обратная матрица; $\bar{r}_{01}, \bar{r}_{02}, \ldots, \bar{r}_{07}$ - радиус-векторы систем $\Sigma_1, \Sigma_2, \ldots, \Sigma_7$ соответственно; $\overline{S}$ - вектор поступательного движения системы Σ_4.

Решение технологической задачи требует определённой технической организации рабочего места. Так, в зависимости от формы детали, базирующих, ориентирующих элементов и крепёжных элементов, можно прийти к способу установки и закрепления детали в приспособлении; в зависимости от технологических параметров режима обработки и технической реализации основного оборудования можно перейти к способу его настройки; в зависимости от характеристик измеряемых поверхностей и их расположения в системе детали и конструкции мерителя можно перейти к способу измерения и т.д.

Целевую функцию идентификации технического средства рассматривают в двух аспектах: функциональном (на основе анализа специфики его применения), с точки зрения интеграции объекта в технический комплекс (активизации основных функций).

Технологический комплекс имеет ряд значимых состояний, переходы между которыми происходят благодаря группе преобразований, происходящих при изменении определенных свойств технических средств комплекса. Моменты, когда состояние тех-средства соответствует значимому состоянию технологического комплекса или тех-системы, можно назвать функционально активной фазой соответствующего тех-средства.

Выводы

В итоге, технологический цикл состоит из последовательности активных фаз тех-систем. Например, на максимальном уровне укрупнения можно выделить такие состояния как «загрузка», «выгрузка», «обработка», которым соответствуют функционально активные фазы таких тех-систем как «рабочий-деталь-вспомогательный инструмент-приспособление», «приспособление-стапель».

Достижение функционально активной фазы тех-системы является локальной целевой функцией системы проектирования работы технологического комплекса.

Список литературы:

1. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя / А.Н. Балабанов. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 464 с.

2. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения / Б.М. Базров. – М.: Машиностроение, 2005. – 736 с.

3. Кондаков А.И. САПР технологических процессов / А.И. Кондаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 272 с.

Надійшла до редколегії 20.02.2012.

О. А. Мельниченко, О. Л. Кондратюк, А. О. Скоркін

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ДРІБНОСЕРІЙНОЇ ЗБІРКИ СКЛАДНИХ МАШИНОБУДІВНИХ ВИРОБІВ

На сьогоднішній день розробки в області САПР ТП збірки сильно розрізнені, відсутня найбільш наближена до реальних вимог концепція системи в цілому. Для виконання пред'явлених вимог необхідно виявити конкретні задачі та підзадачі. Для повноцінної роботи системи необхідна ГТМВ (геометро-технологічна модель виробу). Однак проблемою залишається те, що сучасні конструкторські САПР не створюють повноцінних ГТМІ.

Ключові слова: *вал, втулка, деталь, технологічна складальна система.*

A. A. Melnichenko, O. L. Kondratuk, A. O. Skorkin

BASIC OPERATION OF PRINTSYPY SMALL-SCALE ASSEMBLY OF COMPLEXENGINEERING PRODUCTS

To date, the development of CAD assembly TA is strongly fragmented, there is nomore close to the actual requirements of the system concept as a whole. To fulfill the requirements presented to identify specific tasks and subtasks. For a complete system needed GTMI (geometrical model of technologicalproducts). However, the problem is the fact that modern CAD design does notprovide full GTMI.

Keywords: *shaftsleeve, detail, assembly technology system.*