

2. Определяется сумма всех уменьшающих звеньев данного варианта размерной цепи;
3. Полученные массивы значений сортируются: для увеличивающих звеньев – по убыванию, для уменьшающих – по возрастанию;
4. Полученные массивы построчно суммируются.

Данный алгоритм является простым, легко реализуется в среде Microsoft Excel и позволяет получать стабильно хорошие результаты.

Таким образом, используя метод подбора деталей по достаточно простым алгоритмам, можно существенно, в несколько раз, повысить достигаемое при сборке качество.

Литература

1. Непомилуев В.В., Майорова Е.А. Исследование возможностей повышения качества сборки путем использования индивидуального подбора деталей // «Сборка в машиностроении, приборостроении». - № 10. – 2007. – М: Машиностроение

Пассивно–активное относительное ориентирование в условиях автоматической сборки

к.т.н. Пеева И. В., проф. д.т.н. Витлиевов В.Д.
РУ «А. Кынчев» - г. Руссе, Республика Болгария

Относительное ориентирование деталей в условиях автоматической сборки является одной из основных задач теории этого процесса. Оно является объектом многих теоретических анализов и экспериментальных исследований [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Данная работа посвящена созданию установки для исследования возможностей применения гибридного относительного ориентирования при сборке цилиндрических соединений деталей с зазором с целью обеспечения минимальных контактных сил между деталями в процессе сборки и обнаружения и устранения такого потенциально опасного состояния, как заклинивание.

В лаборатории «Автоматизации и роботизации производства» кафедры «Технологии машиностроения» РУ имени А. Кынцева в г. Руссе создана экспериментальная установка гибридной сборочной системы (рис. 1). Проектирование является результатом решения некоторых задач из широкого теоретического и экспериментального исследования, сделанных в связи с проектом, финансируемым Европейской программой COPERNICUS: CR 940510 Advanced Robot Assembly – ROBAS.

Гибридное ориентирующее устройство совмещает два метода относительного ориентирования – пассивный и активный. В этом смысле оно может рассматриваться как “чувствительное” пассивное адаптивное устройство (RCC), чувствительные элементы которого регистрируют деформации упругих элементов его структуры, полученные из-за действия контактных сил и моментов. Сигналы от них используются для управления перемещением базовой детали. Так реализуется её активное ориентирование относительно комплектующей детали, установленной в пассивном адаптивном механизме. Именно наличие силовой обратной связи в гибридном ориентирующем устройстве дает возможность пассивному и активному ориентированию базовой и присоединяемой деталей работать независимо.

Установка построена по модульному принципу и состоит из следующих основных элементов (рис. 2):

- блок осуществления пассивного относительного ориентирования;
- силомоментный преобразователь;
- блок осуществления активного относительного ориентирования;
- система управления.

Она работает в декартовой координатной системе, а движение сборки реализуется по направлению вертикальной оси Z. Базовая деталь (цилиндрическая втулка) установлена в приспособлении, которое прикреплено к блоку активного относительного ориентирования. Он состоит из двух перпендикулярных трансляционных модулей и одного ротационного мо-

дуля – T_x , T_y , R_z . Вал установлен неподвижно в захватывающем устройстве, которое прикреплено к пассивному упругому компенсатору типа RCC. Сило-моментный (F/T) преобразователь расположен между адаптивным элементом и трансляционным модулем по оси Z . Эти элементы формируют блок пассивного относительного ориентирования.



Рис. 1. Экспериментальная установка для пассивно-активного относительного ориентирования.

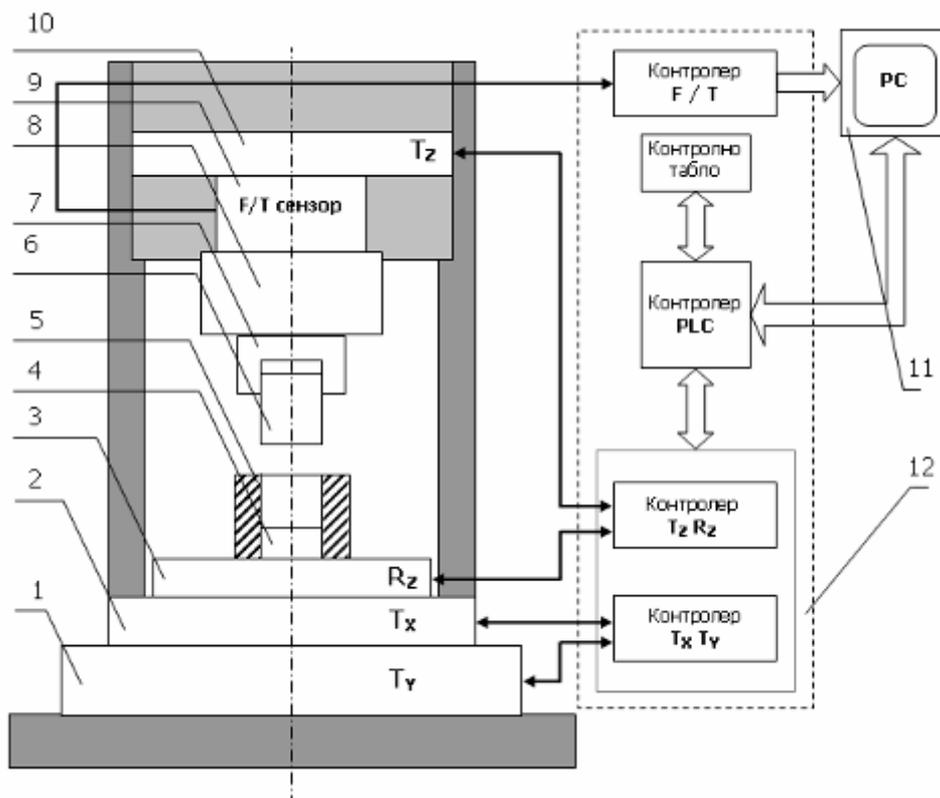


Рис. 2. Схема экспериментальной установки.

Цикл работы начинается быстрым перемещением вала вниз до указанной позиции над втулкой. При достижении этого положения перемещение продолжает равномерным ходом сборки с предварительно указанным шагом. После получения первоначального контакта между деталями F/T преобразователь начинает регистрировать возникающие силы и моменты. Полученные сигналы попадают в F/T – контроллер, где происходит сравнение с предварительно указанными максимально допустимыми значениями составляющих контактной силы. Одновременно фоторастерные преобразователи (ФРП) для обратной связи модулей блока активного корректирования подают сигналы о текущем положении по каждой оси к соответствующим управляющим устройствам. Если силы, регистрируемые F/T – преобразователем, превышают указанные в начале сборки пороговые силы, блок активного относительного ориентирования включается в действие. При необходимости коррекции положения базовой детали генерируются управляющие команды для активных перемещений по направлению осей X и Y . Действия блока активного ориентирования продолжается до получения допустимых контактных сил. Кроме величин возникающих сил и моментов учитывается и направление их действия. Этот алгоритм гибридного относительного ориентирования выполняется до окончательной сборки деталей. Активные корректирующие движения выполняются шагами вдоль каждой оси. Величина шага зависит от принятой концепции сборки – с постоянным шагом (позиционное управление) или с непостоянным (плавающим) шагом, который зависит от величины контактной силы (силовое управление корректирующим перемещением).

На представленном оборудовании можно сделать ряд экспериментов, в результате которых можно проследить контактное взаимодействие между деталями во время сборки и сделать анализ факторов, определяющих величину сборочной силы.

Сборка цилиндрических соединений деталей с зазором проходит через несколько характерных этапов. После первоначального контакта и перехода фаски комплектующая деталь проходит в отверстие базовой детали до полного совмещения. Важной проблемой является вероятность заклинивания. Этот момент можно описать с помощью угла и глубины заклинивания, определенных из геометрии присоединяемых деталей.

Для определения угла заклинивания γ_1 (рис. 3 [7]) используется зависимость:

$$\frac{D}{\cos \rho} = \frac{d}{\cos(\rho + \gamma_1)}, \quad (1)$$

где: D, d - диаметры отверстия втулки и вала соответственно; ρ - угол трения.

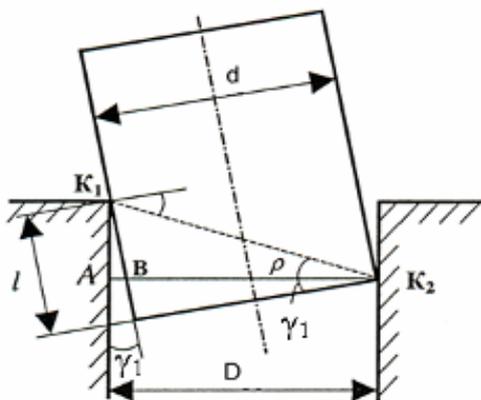


Рис. 3. Геометрия состояния заклинивания.

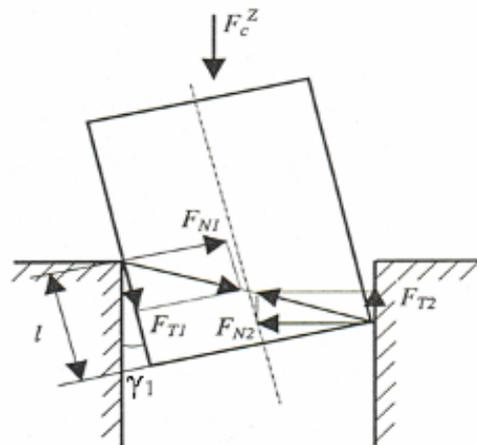


Рис. 4. Силы при заклинивании.

Из (1) после преобразований с целью определения γ_1 получаем:

$$\gamma_1 = \arcsin \frac{-\mu(1-c) + \sqrt{1 + \mu^2 - (1-c)^2}}{(1 + \mu^2)} \quad (2)$$

$$c = \frac{D-d}{D}$$

где: c - относительный зазор в соединении ($\frac{D-d}{D}$); μ - коэффициент трения.

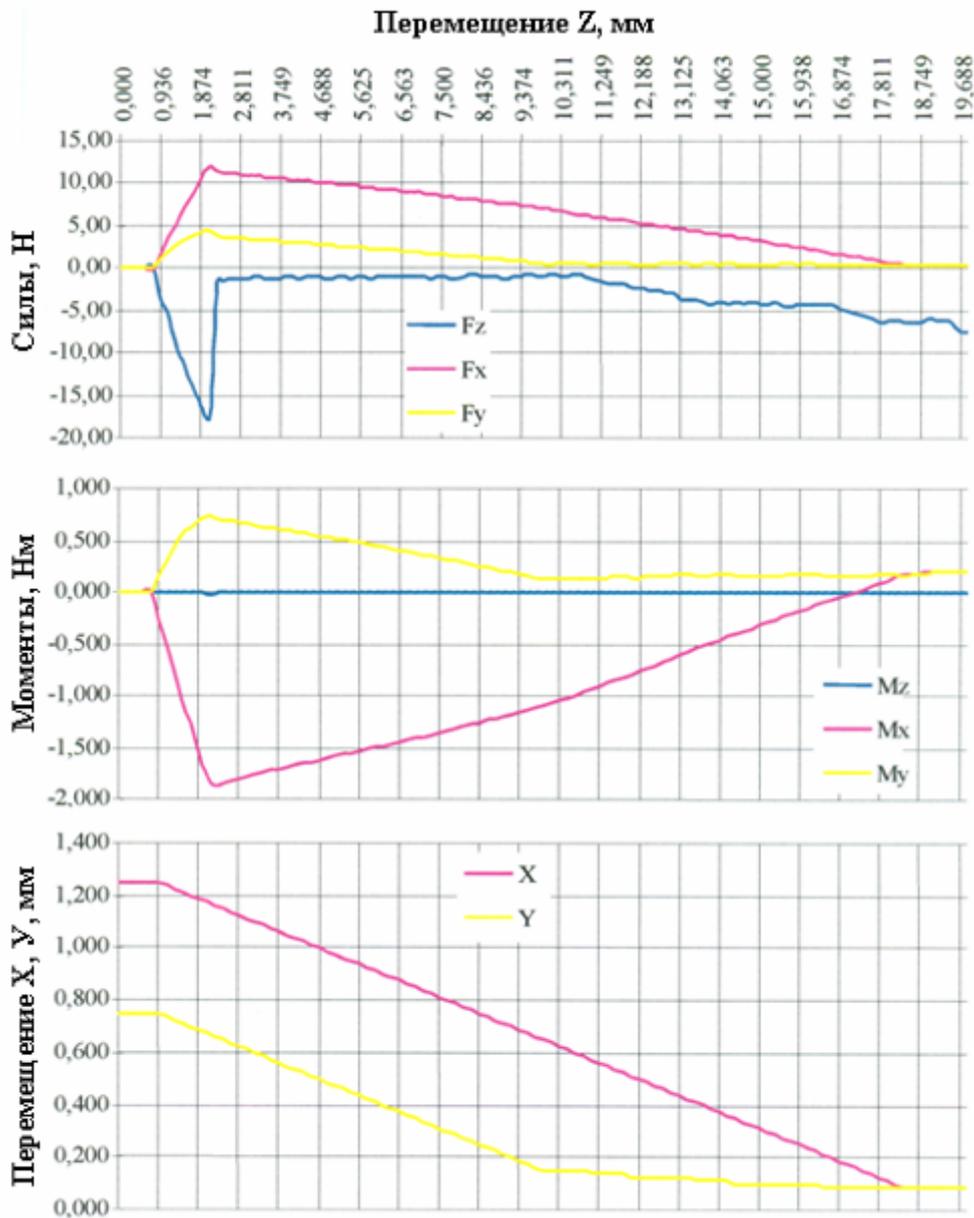


Рис. 5. Зависимость сил, моментов, корректирующих перемещений от глубины сборки (начальное рассогласование $\delta_x = 1,25$ мм, $\delta_y = 0,75$ мм).

В момент заклинивания (рис. 4) равновесие действующих сил представляется выражением:

$$F_C^z = F_T + F_{N1} \sin \gamma_1 - \mu F_{N1} \cos \gamma_1 \quad (3)$$

где: F_C^z - сила сборки, действующая по направлению оси Z;

F_N, F_T - силы в местах контакта.

Принимая $F_{N1} = F_{N2} = F_N$, после преобразования можно записать:

$$F_C^z = \mu F_N \left(1 - \cos \gamma_1 + \frac{\sin \gamma_1}{\mu} \right) \quad (4)$$

Зависимости (2) и (4) показывают влияние коэффициента трения и относительного зазора на величину угла заклинивания и силы сборки. Используя (4), можно определить максимально допустимое значение контактной силы F_Z , задаваемой в системе управления корректирующих перемещений. Для анализа процесса автоматической сборки сделаны ряд экспериментов сборки валов и втулок из стали, алюминия и бронзы при разных зазорах.

На рис. 5 [8] показано изменение контактных сил и моментов при сборке цилиндрического соединения деталей длиной 20 мм и наличии корректирующих перемещений по направлению осей X и Y . При наличии контакта в зоне фаски и после регистрации сил модули коррекции перемещают базовую втулку до тех пор, пока рассогласование не будет отработано. Характерным моментом является переход между фаской и образующей отверстия втулки, где получается резкое изменение контактных сил. После этого процесс продолжается до полной сборки соединения деталей с уменьшением сил. На рис. 6 представлена зависимость силы F_Z от коэффициента трения при одинаковых остальных параметрах собираемых деталей. Увеличение величины сил в условиях двухточечного контакта ($z = 7,5$ мм) является самым чувствительным при сборке деталей из стали и самым маленьким для пары детали сталь – бронза.



Рис.6. Зависимости $F_Z = f(z)$ при сборке деталей из разных материалов ($J = 0,03$ мм).

Величина контактных сил зависит от зазора. На рис. 7 представлены графически зависимости $F_Z = f(z)$ (z – глубина сборки) для соединений деталей с зазорами 0.03, 0.06 и 0.1 мм. Сборка реализована одинаковым шагом коррекции (0.1 мм). В соединениях с меньшими зазорами из-за изменения контактного взаимодействия наблюдается увеличение силы F_Z . Эту зависимость можно использовать в качестве критерия для выбора величины шага коррекции.

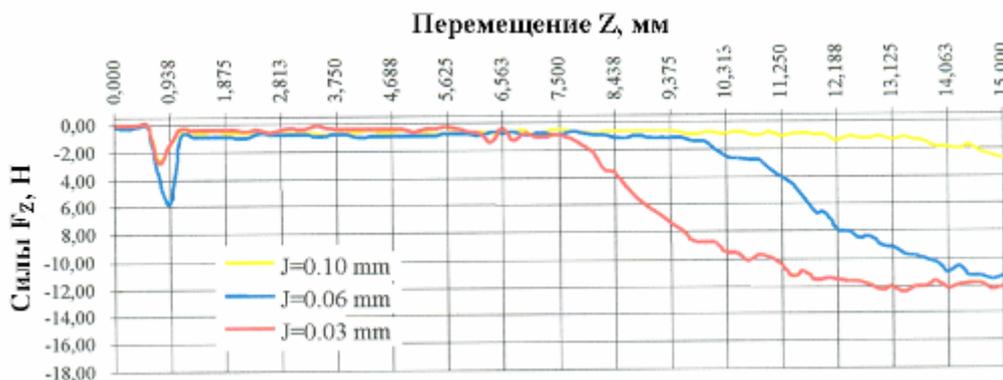


Рис. 7. Зависимости $F_Z = f(z)$ при разных зазорах (J) в соединениях деталей ($\delta_x = \delta_y = 0,25$ мм).

Наличие информации о контактных взаимодействиях соединяемых деталей позволяет создать условия для надежной сборки и не допускать деформации деталей, которая могла бы изменить качества узла. Это имеет большое значение для соединения деталей с применением тонкостенных и легкодеформируемых деталей. Их нерегламентированное напряженно-деформированное состояние при сборке могло бы привести к изменению эксплуатационных параметров изделия. Такими является, например, соединения деталей для передачи крутящего момента с применением гофрированных упругих втулок. Несущая способность этих соединений зависит от величины контактных сил [9]. Если в результате углового рассогласования осей сопрягаемых деталей во время сборки получатся силы, больше допустимой величины, то возможно изменение контактных зон упругого элемента, что отразится на эксплуатационных параметрах изделия.

Наличие пассивно-активной коррекции относительного положения собираемых деталей облегчает условия работы автоматического оборудования и уменьшает требования к точности базирования деталей.

Анализ контактного взаимодействия деталей при сборке показывает влияние относительного зазора и вида материалов деталей на величину контактных сил. Выведенную зависимость для определения максимально допустимого значения сборочной силы можно использовать при расчете сил, участвующих в управлении процессом относительного ориентирования. Величина шага коррекции оказывает существенное влияние на силовое взаимодействие деталей при сборке. Для исследованных соединений доказывается, что целесообразно выбрать шаг меньше соответствующего зазора.

Сделанные выводы можно использовать в инженерной практике для разработки устройств пассивно-активного относительного ориентирования.

Литература

1. Храбров А. С. Совершенствование процессов автоматизации сборочных работ. Л., Машиностроение, 1979.
2. Яхимович В. А. Ориентирующие механизмы сборочных автоматов. М., Машиностроение, 1975.
3. Гусев А. А. Адаптивные устройства сборочных машин. М., Машиностроение, 1979.
4. Whitney D. E. Handbook of Industrial Robotics. Shimon Nof (ed.), New York, 1985.
5. Whitney D. E. Damped Remote Center Compliance Device. US Patent 4,379,363, Apr.12.1983.
6. Whitney D. E. Transferable Center Compliance System. US Patent 4, 439,926, Apr. 3.1984
7. Витлиев В. Д. Автоматизация и роботизация на дискретного производство. РУ "А. Кънчев", Русе, 1998.
8. Христова Т.Р. Изследване процеса на автоматично сглобяване при пасивно-активно относително ориентиране. Дисертация, 2000.
9. Пеева И. В. Выбор средств автоматизации сборки соединений детакей для передачи крутящего момента с применением гофрированных втулок. Диссертация, Москва, 1997.

Влияние условий эксплуатации и условий сборочного взаимодействия элементов трубопроводных клапанов на показатели их качества

д.т.н., проф. Семенов А.Н., Наумова С.А.

*Рыбинская государственная авиационная технологическая академия
им. П.А. Соловьева*

В энергетической, нефтеперерабатывающей и химической промышленности применяют разнообразную трубопроводную арматуру, монтируемую на трубопроводах, котлах, агрегатах и других установках и предназначенную для управления потоками сред путем отключения, распределения, регулирования, смещения или сброса потоков сред. Трубопроводная арматура характеризуется многообразием конструкций, функциональных, структурных и схемных признаков, но при этом можно выделить следующие общие свойства [1, 2]: