

СИНТЕЗ ПАРАМЕТРОВ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Н.С. Давыдова (Ковровская государственная технологическая академия)

Приведен алгоритм выбора и расчета геометрических параметров траектории автопоиска, элементов конструкции и материалов средства автоматизированной сборки осесимметричных деталей. Обоснованы условия ограничения оцениваемых параметров средства автоматизированной сборки.

Ключевые слова: средство автоматизированной сборки, геометрические параметры, траектория автопоиска, кинематические цепи, характеристики материалов, сборочная головка, ограничения.

Разработка средств автоматизированной сборки сопрягаемых деталей, обеспечивающих надежную сборку, при достаточной производительности актуальна. Объем сборочных операций в изделиях предприятий машиностроения, приборостроения достигает 42 %, из которых только 8,4 % автоматизировано [1]. Внедрение автоматизированной сборки на предприятиях позволяет повысить интенсивность, снизить трудоемкость и себестоимость изготовления продукции. Основными проблемами внедрения средств автоматизированной сборки являются:

- недостаточный уровень производительности автоматизированного сборочного оборудования;
- высокая погрешность осевого позиционирования соединяемых деталей;
- высокая вероятность заклинивания сопрягаемых деталей на этапе угловой ориентации.

Разработано средство автоматизированной сборки на базе устройства с тремя параллельными кинематическими цепями [2, 3]. Оно выполняет предварительную поисковую ориентацию соединяемых деталей путем направленного поиска и угловую ориентацию на этапе совмещения. Лабораторные исследования подтвердили, что устройство обеспечивает соединение до 80% осесимметричных деталей, средних размеров, узлов, выполненных по посадке с гарантированным зазором.

Проектирование такого средства автоматизированной сборки сопряжено с:

- выбором геометрических параметров траектории автопоиска и реализующего ее устройства с тремя параллельными кинематическими цепями;
- выбором геометрических параметров и материалов элементов конструкции сборочной головки;
- оценкой параметров математической модели и результатов математического моделирования движения присоединяемой детали при совмещении.

Значительно снизить трудоемкость и длительность процесса проектирования позволяет высокая профессиональная подготовка конструктора и применение рациональной автоматизированной методики проектирования.

Первый шаг методики состоит в выборе параметров схемы перемещения присоединяемой детали по

поверхности базовой. В соответствии с [4] спираль Архимеда является предпочтительной для применения в качестве траектории автопоиска. Ее использование обеспечивает надежную предварительную ориентацию соединяемых деталей, независимо от их начального относительного расположения. Механические воздействия на детали, перемещаемые по такой траектории, со стороны сборочного устройства минимальны. При использовании спирали Архимеда обеспечивается производительность процесса ориентации соизмеримая по сравнению с другими применяемыми траекториями автопоиска. Основными геометрическими параметрами предпочтительной траектории автопоиска являются шаг h , угол закручивания φ . Их выбор выполняют исходя из:

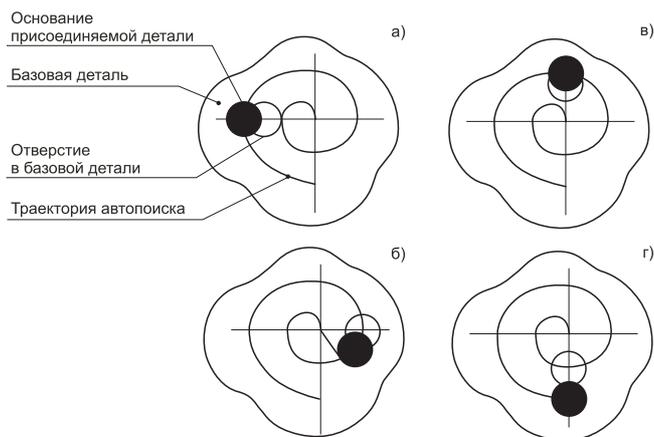
- известных габаритов соединяемых деталей (диаметр присоединяемой детали d , диаметр отверстия в базовой детали d_1 , длина короткой стороны сканируемой поверхности базовой детали a);
- условий обеспечения достаточного значения сканируемой площади базовой поверхности, с которой контактирует основание присоединяемой детали, для надежной предварительной ориентации;
- допустимой длительности процесса сборки.

Угловая ориентация и непосредственная сборка выполняются практически мгновенно. Таким образом, продолжительность сборки определяется в основном длительностью процесса предварительной ориентации (скоростью перемещения сборочной головки v , максимальным t_{max} и минимальным t_{min} временем поисковой ориентации). По выбранным параметрам САПР выполняет расчет:

- площади основания присоединяемой детали $S_{плд}$;
- максимальной сканируемой площади базовой детали $S_{са}$, которая обеспечивается при реализации траектории автопоиска с заданными параметрами;
- длительности процесса предварительной ориентации соединяемых деталей $t_{са}$ [4].

Результаты расчета проверяются на соответствие условиям достаточности значения площади сканирования базовой детали

$$13 \cdot S_{плд} \leq S_{са} < 0,25 \cdot \pi \cdot a^2 \quad (1)$$



Анализ процесса поисковой ориентации при четырех различных начальных положениях соединяемых деталей:
 а) отверстие в базовой детали находится справа от полюса траектории автопоиска; б) отверстие в базовой детали находится слева от полюса траектории автопоиска; в) отверстие в базовой детали находится за полюсом траектории автопоиска; г) отверстие в базовой детали находится перед полюсом траектории автопоиска

и ограничения длительности процесса предварительной ориентации

$$t_{min} \leq t_{CA} \leq t_{max} \quad (2)$$

В процессе предварительной поисковой ориентации соединяемых деталей значение максимальной сканируемой площади базовой детали не должно превышать площади максимального круга, который может быть вписан в поверхность, по которой перемещается основание присоединяемой детали при поисковой ориентации. Так как большинство базовых деталей сопрягаемых узлов имеют прямоугольную форму, то диаметр такой окружности равен длине короткой стороны сканируемой поверхности базовой детали, отсюда определяется правая граница неравенства (1). Смещение центра основания присоединяемой детали относительно центра базового отверстия, при котором невозможна сборка узла без выполнения предварительной поисковой ориентации, равно диаметру присоединяемой детали. Для обеспечения максимальной производительности процесса предварительной поисковой ориентации соединяемых деталей траектория автопоиска в форме спирали Архимеда должна иметь шаг равный d [4]. Для надежной ориентации деталей узла путем ненаправленного поиска необходимо, чтобы угол закручивания спирали Архимеда составил минимум 630° (рисунок). В этом случае, присоединяемая деталь имеет возможность переместиться относительно базового отверстия дважды. И, если при обходе первого кольца спирали Архимеда смещение основания присоединяемой детали относительно кромки базового отверстия будет недостаточным для совмещения, то при обходе второго кольца траектории автопоиска предварительная относительная ориентация деталей узла неизбежна. Площадь поверхности базовой детали, пройденная присоединяемой по траектории с принятыми геомет-

рическими параметрами не превышает тринадцати площадей основания присоединяемой детали – левая граница неравенства (1). Границы неравенства (2) вводятся оператором, исходя из соображения возможности выполнения надежной ориентации соединяемых деталей узла с заданной скоростью – правая граница – и требований к минимально допустимой производительности средства автоматизированной сборки – левая граница. Если хотя бы одно из условий не выполняется, то оператору необходимо изменить геометрические параметры траектории автопоиска и/или скорость перемещения присоединяемой детали по поверхности базовой. Повторить расчет.

Когда оба условия будут выполнены, оператор, учитывая требования к габаритам средства автоматизированной сборки, вводит геометрические параметры устройства с тремя параллельными кинематическими цепями. Его основными параметрами являются длины управляющих звеньев L_2 , связывающих звеньев L_1 , базового основания от центра до оси вращения управляющего звена r_A , исполнительного органа от центра до оси вращения связывающего звена r_B , ход поджимающей пружины сборочной головки средства автоматизированной сборки b . Автоматически проверяется выполнение условий ограничения длин звеньев устройства с тремя параллельными кинематическими цепями [2]. Если хотя бы одно из условий не выполняется, оператору предлагается изменить геометрические параметры устройства с тремя параллельными кинематическими цепями.

Когда все условия выполнены, САПР рассчитывает аппликату центра исполнительного органа устройства с тремя параллельными кинематическими цепями Z_{Pmax} [2], используя в качестве значения модуля радиус-вектора текущей точки спирали Архимеда, его значение в крайней точке поисковой траектории, на периферии зоны поиска ρ_{max} :

$$\rho_{max} = (h \cdot \varphi) / (2 \cdot \pi).$$

Доказано [2], что центр исполнительного органа устройства с тремя параллельными кинематическими цепями перемещается в пространстве по поверхности сегмента сферы, радиусом L_1 . Таким образом, на этапе относительной ориентации на периферии зоны поиска сборочная головка, при перемещении по поисковой траектории, будет удаляться от поверхности базовой детали. Обязательным требованием к средствам автоматизированной сборки, использующим метод ненаправленного поиска предварительной относительной ориентации соединяемых деталей, является обеспечение постоянного контакта их поверхностей в течение всего процесса ориентации. Для его выполнения проверяется условие ограничения аппликаты центра исполнительного органа

$$Z_{Pmax} < 0,25 \cdot b. \quad (3)$$

В зависимости от результатов расчета оператору предлагается изменить геометрические параметры ус-

тройства с тремя параллельными кинематическими цепями и/или поисковой траектории. В случае выполнения условия (3) САПР рассчитывает закон изменения угла отклонения для каждого из трех управляющих звеньев манипулятора при поисковом совмещении соединяемых деталей по выбранной траектории от времени [2], преобразует их в электрические сигналы управления электродвигателями манипулятора.

Далее оператор вводит массо-габаритные характеристики элементов конструкции сборочной головки и характеристики материалов. САПР рассчитывает коэффициенты дифференциального уравнения, описывающего движение присоединяемой детали при угловой ориентации на этапе совмещения [3], выполняет математическое моделирование процесса динамической угловой ориентации соединяемых деталей, строит график переходного процесса и выводит его на монитор для анализа оператором. При удовлетворительных результатах математического моделирования выводится протокол расчета, где указаны все выбранные и рассчитанные параметры средства автоматизированной сборки. В противном случае оператору предлагается изменить параметры сборочной головки и повторить математическое моделирование.

Предложенная методика проектирования позволяет исключить ручные расчет и основной объем анали-

за результатов выбора и расчета параметров средства автоматизированной сборки, оценить производительность проектируемого средства автоматизированной сборки. Алгоритм предусматривает наиболее рациональный ход действий, который необходимо выполнить для коррекции результатов проектирования. При применении САПР, реализующей предложенную методику выбора и расчета параметров элементов конструкции средства автоматизированной сборки осесимметричных деталей [2, 3], значительно сокращается общее время и трудоемкость проектирования.

Список литературы

1. *Безъязычный В.Ф., Корнеев В.Д., Непомилуев В.В., Семанов А.Н.* Проблемы автоматизации сборочных процессов // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2000. №2.
2. *Давыдова Н.С., Коновалов Д.А., Симаков А.Л.* Анализ законов изменения углов отклонения входных звеньев дельта-робота при поисковом совмещении соединяемых деталей по спирали Архимеда // Там же. 2009. № 10.
3. *Давыдова Н.С., Симаков А.Л.* Угловая адаптация положения детали при использовании устройств с параллельными кинематическими цепями для автоматизированной сборки // Там же. 2009. № 9.
4. *Давыдова Н.С., Симаков А.Л.* Анализ поисковых траекторий перемещения в средствах адаптации деталей для автоматизированной сборки // Там же. 2008. №12.

Давыдова Наталья Сергеевна – старший преподаватель Ковровской государственной технологической академии. Контактный телефон: (49232) 3-20-99, 8(961) 256-75-43. E-mail: nsdavidova@mail.ru

Cisco помогает создать "аэропорт будущего" в г. Мельбурне

Аэропорт г. Мельбура (Австралия) сделал серьезный шаг вперед в области модернизации и цифровизации своей работы с помощью решений Cisco для деловой видеосвязи и обеспечения мобильности. Учитывая постоянный рост числа пассажиров, руководство аэропорта стремится создать "аэропорт будущего", чтобы тем самым обеспечить развитие авиационных перевозок в г. Мельбурне в долгосрочной перспективе.

Внедренные новшества направлены на достижение четырех основных целей.

1. *Соблюдение графика вылетов и сокращение энергопотребления.* Цифровые информационные панели Cisco Digital Media Signage, выполняющие функции более 400 информационных табло, позволяют распространять актуальную информацию о времени вылета и выходе на посадку, транслировать инструкции и сообщения при возникновении экстренной ситуации в зонах прилета и вылета. В будущем системы цифровых информационных панелей планируется распространить на всю территорию аэропорта. Решение на базе цифровых информационных панелей Cisco позволило аэропорту снизить энергопотребление на 80% по сравнению с системами, основанными на использовании ПК. Система управления Cisco Digital Media Manager позволяет специалистам ИТ-подразделения создавать настраиваемые политики для отключения информационных табло после вылета самолета, когда в зоне вылета не остается пассажиров.

2. *Ускорение обслуживания рейсов.* Высокопроизводительная унифицированная беспроводная сеть Cisco на базе технологии 802.11n дала возможность развернуть высокоскоростные точки доступа к беспроводной сети на каждом из выходов на посадку нового международного терминала. Такое решение позволяет пилотам рейса передавать критически важные сведения в диспетчерскую службу в процессе

рулежки к месту посадки пассажиров (при этом канал связи защищен лучшими в отрасли средствами обеспечения безопасности), что позволяет ускорить обслуживание рейсов.

3. *Упрощение доступа персонала авиакомпаний к информационным системам.* Решение на базе системы унифицированных коммуникаций Cisco Unified Communications позволяет сотрудникам авиакомпаний входить в информационную систему с любого >800 IP-телефонов Cisco Unified, установленных на каждом выходе на посадку и по всей территории аэропорта. При этом на телефон автоматически загружается персональный профиль сотрудника авиакомпании, включая номера для вызова одним нажатием кнопки, справочник сотрудников, сведения о погоде, новости и информации аэропорта. Функция Cisco Digital Media Manager позволяет сотрудникам, дежурящим на выходах на посадку, публиковать информацию о времени вылета и процессе регистрации на информационных панелях в зоне выхода на посадку. Это существенно расширяет возможности по управлению потоком пассажиров, упрощает процесс организации посадки и способствует своевременности вылета.

4. *Создание новых потоков получения прибыли.* Защищенная, надежная и масштабируемая сеть на базе оборудования Cisco позволяет аэропорту предложить коммерческим организациям и авиакомпаниям, работающим в аэропорту, широкий спектр сервисов передачи данных, голоса и видео.

В сети IP MPLS, развернутой в аэропорту г. Мельбура, используются: решение Cisco Virtual Switching System 1400 для коммутаторов Cisco Catalyst серии 6500, обеспечивающее новаторскую виртуализацию сетевых систем; коммутаторы Cisco Catalyst серий 4500 и 3560 для подключения оборудования, установленного в зонах вылета, таможенных зонах, зонах обработки багажа, площадках парковки самолетов и терминалах аэропорта.

[Http://www.cisco.ru](http://www.cisco.ru) / www.cisco.com