

Анализ существующих способов базирования деталей по отверстиям при автоматизированной сборке авиационных конструкций

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

На основе проведенного анализа описаны существующие способы базирования деталей по отверстиям при автоматизированной сборке узлов и сборочных единиц авиационных конструкций. Приведены схемы приспособлений и их принципы действия для описанных способов базирования деталей. Выполнен анализ эффективности каждого из представленных способов базирования деталей. Выявлены недостатки способов базирования и необходимость исследования вопросов базирования и фиксации деталей, а также непрерывного контроля при автоматизированной сборке узлов и агрегатов с целью повышения качества собираемых изделий и эффективности процесса сборки.

Ключевые слова: автоматизированное сборочное производство, базирование деталей, сборочные отверстия.

Введение

Значительный удельный вес при выполнении сборочных работ занимают затраты на операции взаимной координации деталей и подборок при их установке (базировании и фиксации) в сборочном положении, а также затраты на соединение составных частей авиационной конструкции и т.п. Эти затраты во многом определяются значительным объемом ручных работ, и зависят от особенностей конструкции, уровня технологичности, принятой схемы членения, схемы и методов сборки, методов обеспечения взаимозаменяемости. Рост объемов выпуска изделий достигается в основном путем расширения фронта работ и увеличения численности рабочих, занятых в сборочном производстве.

Причиной большой трудоемкости и себестоимости сборочных работ в авиационной промышленности, а также значительной длительности производственного цикла является невысокая степень механизации и автоматизации сборочных операций, а также использование традиционных методов сборки и схем увязки.

Положение деталей в конструкции, в результате которого в процессе сборки положение детали остается фиксированным, а присоединяемые к ней детали подаются в одном направлении, является более рациональным для сборки на автоматическом оборудовании. Поэтому, самой распространенной является автоматическая сборка узлов, имеющих осесимметричную конструкцию [1].

Основные способы базирования при автоматизированной сборке

Основным условием разработки оптимального технологического процесса автоматизированной сборки является унификация и нормализация соединений, которые позволяют ускорить технологическую подготовку производства [2].

Сборка на автоматическом сборочном оборудовании может осуществляться при определенной точности работы входящих в его состав механизмов и устройств. Для нормального протекания сборочного процесса необходимо выбрать допуски на размеры конструктивных элементов автомата так, чтобы суммарная погрешность установки на сборочной позиции при сборке собираемых изделий не

превышала допустимого значения.

Таким образом, анализ точности процесса сборки должен включать в себя определение суммарной погрешности установки деталей перед соединением при фиксированном значении допускаемого отклонения. Точность установки собираемых деталей может быть определена расчетным или экспериментальным методом [2].

Контроль качества сборки предусматривает правильность установки, сопряжения, закрепления. Введение здесь автоматизации процесса позволяет повысить производительность и качество выпускаемой продукции.

Базирование собираемых деталей, в зависимости от их конфигурации и степени сложности, может производиться различными методами. А степень сложности базирующих устройств зависит от необходимой точности совмещения координат собираемых деталей [3].

Крупногабаритные базовые детали можно базировать на опорную плоскость и два отверстия, особенно если эти отверстия уже использовались для базирования при обработке. Цилиндрические детали типа втулок, шайб, а также детали другой формы с отверстиями, нередко также базируют по отверстию, используя специальный стержень – ловитель.

Во время сопряжения собираемых деталей ловитель убирается (рис. 1).

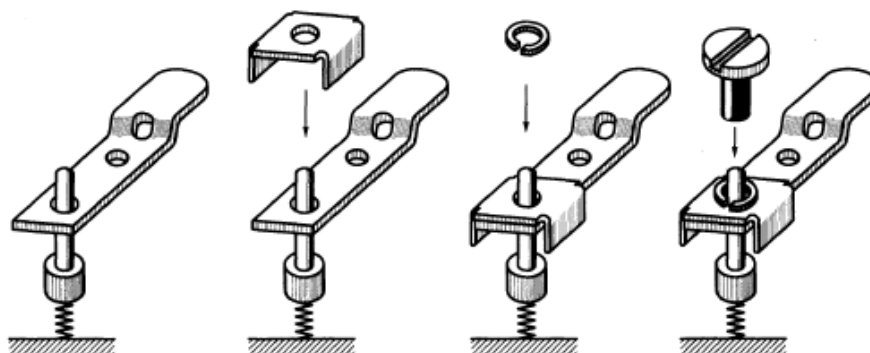


Рис. 1. Схема применения ловителя для базирования деталей по отверстию [4]

Точность совмещения деталей в процессе автоматической сборки является одним из главных критериев, которые определяют работоспособность оборудования. При этом учитываются показатели точности, как оборудования, так и участвующих в процессе сборки деталей, которые поступают на сборку со своими погрешностями.

Задача расчета на точность сводится к тому, чтобы определить и сопоставить суммарную погрешность относительного расположения собираемых деталей с допускаемой погрешностью, в пределах которой обеспечивается собираемость деталей [5].

Недостатки выше описанной системы привели к появлению самоориентирующих способов автоматической сборки. При данном методе одна из сопрягаемых деталей закрепляется, а вторая сопрягаемая деталь перемещается в ограниченном пространстве и имеет возможность самоустанавливаться. Один из распространенных способов заключается в колебании входящей внутрь детали (рис.2) с помощью кулачка с волнистым профилем.

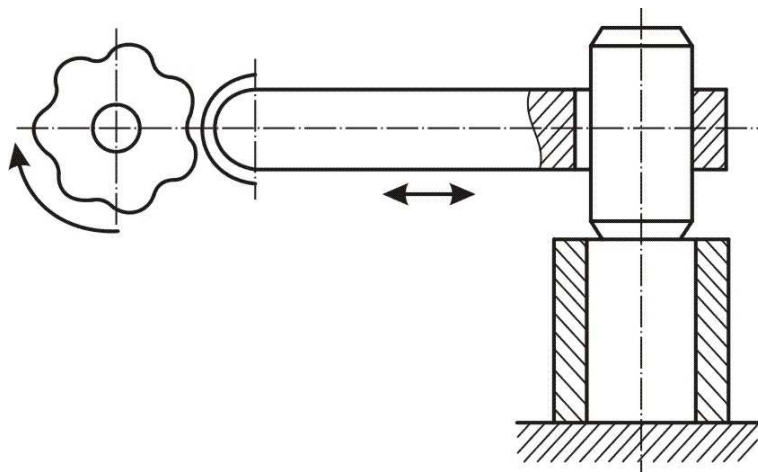


Рис. 2. Схема самоориентирования с помощью кулачка с волнистым профилем [4]

Входящая внутрь деталь несколько раз проходит над установленными деталями и «ищет» место, куда она должна опуститься.

Значительное повышение производительности и рациональную концентрацию сборочных действий иногда можно обеспечить применением механизмов для одновременной сборки группы деталей (рис. 3).

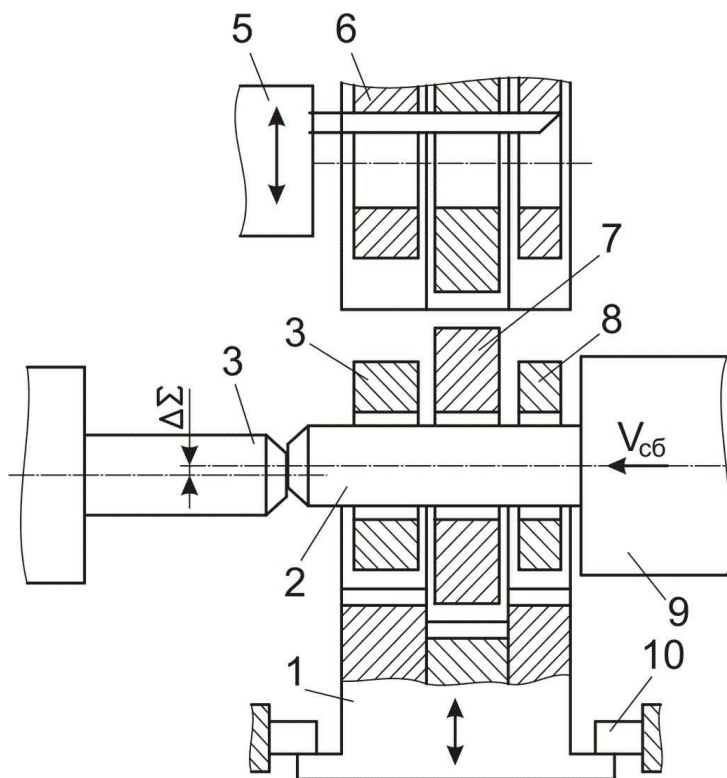


Рис. 3. Схемы сборочного механизма для одновременной сборки группы деталей [4]:
 1 – установочное устройство; 2 – ловитель; 3 – вал; 4, 7, 8 – втулки;
 5 – отсекатель; 6 – лоток; 9 – досылатель; 10 – упор

При использовании механизма для одновременной сборки группы деталей

штуки 4, 7 и 8, имеющие различные наружные диаметры, выдаются из трехсекционного лотка 6 на призмы подвижного установочного устройства 1 при помощи отсекающего 5. Установленные на призмах штуки «прошиваются» ловителем 2, после чего установочное устройство отходит вниз от упоров 7. При дальнейшем перемещении штуки на ловителе торцевая часть вала 3, упираясь в торцевую часть ловителя, утапливает его, а доосылатель 9 обеспечивает сопряжение деталей.

При использовании вибрационного способа совмещения деталей в состав сборочного автомата включают вибрационное устройство, перемещающее на позиции сборки одну из деталей по определенной траектории в плоскости, перпендикулярной направлению соединения деталей. Этим достигается «нащупывание» или «искание» сопряженных поверхностей деталей в определенной зоне. Существующие вибрационные устройства осуществляют искание в направлении двух координатных осей и обеспечивают надежную сборку деталей в 7...8 раз превышающую допустимое отклонение. Вибрационное устройство, схема которого изображена на рис. 4, обеспечивает перемещение штуки 6 при сборке ее с валиком 7 по спиральной траектории. Штука 6 установлена в сборочном приспособлении 5, которое через подшипники 4 соединено с вращающимся валом 3. Ось вала наклонена под небольшим углом к оси вращения ротора 1. В исходном положении точка пересечения оси вращения ротора с осью вала располагается под подшипником, поэтому приспособление 5 неподвижно. Валик 7 подается на сборку толкателем 8. Если при этом оказывается, что ошибка совмещения деталей не превышает допустимого отклонения, валик беспрепятственно входит в отверстие штуки. Если указанное условие не выполняется, валик 7 (или специальный упор, соединенный с толкателем 8) упирается в торцевую часть штуки 6 и перемещает ее вместе с приспособлением 5 вниз. При этом верхний конец вала 3, являющийся осью подшипников 4, смещается относительно оси вращения ротора 1, описывая восходящую спиральную траекторию в проекции на плоскость, перпендикулярную направлению сборки. Этот процесс продолжается до тех пор, пока собираемые детали займут положение, при котором возможно их соединение. После начала соединения деталей приспособление 5 возвращается в исходное положение под действием пружины 2.

Snake-Arm Robot – это робот с большим количеством независимо контролируемых степеней свободы. Основная идея такой разработки заключается в создании гибридного робота, который способен заменить сборщика при выполнении СМР в стесненных условиях и местах с ограниченным подходом (например, в кессоне крыла). При этом вводится рука в полость кессона через имеющиеся в конструкции отверстия [3].

Жесткость цилиндрического сегмента может быть выбрана в зависимости от рассматриваемой задачи. Конструкция сегментов напрямую влияет на характеристики руки. Длина каждой тяги регулируется индивидуальным двигателем. Эти двигатели сгруппированы вместе и расположены в основании руки в блоке приводов.

Пример применения данного робота при выполнении заданий в кессоне крыла показан на рисунке 5.

Таким роботом можно управлять автоматически, полуавтоматически, вручную, визуальное управление с сервоуправлением.

Точность взаимного расположения деталей при их автоматической сборке определяется размерной цепью, в состав которой входят размеры, как собираемых деталей, так и частей механизма, осуществляющего сборку. Надежная сбор-

ка обеспечивается при условии, что максимальная ошибка совмещения деталей не превышает величину допустимого отклонения.

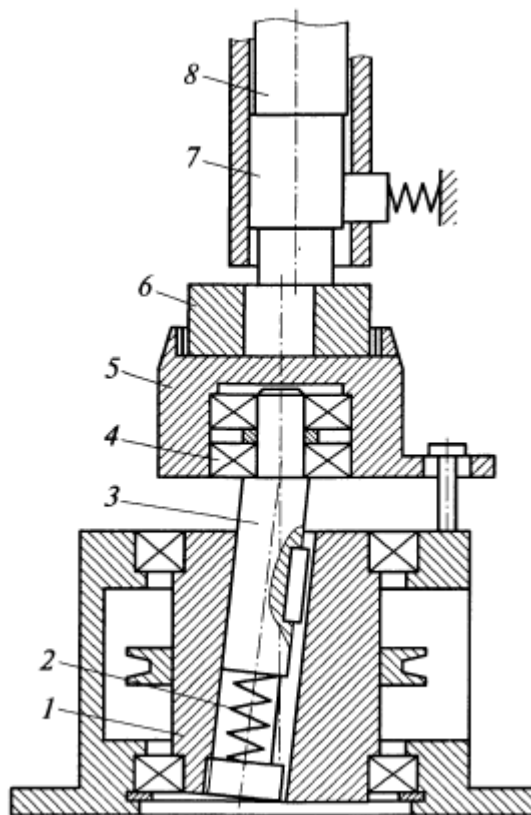


Рис. 4. Схема устройства с накладным валом для вибрационного совмещения деталей [6]:

- 1 – ротор; 2 – пружина; 3 – вращающийся вал; 4 – подшипник;
- 5 – приспособление; 6 – втулка; 7 – валик; 8 – толкатель

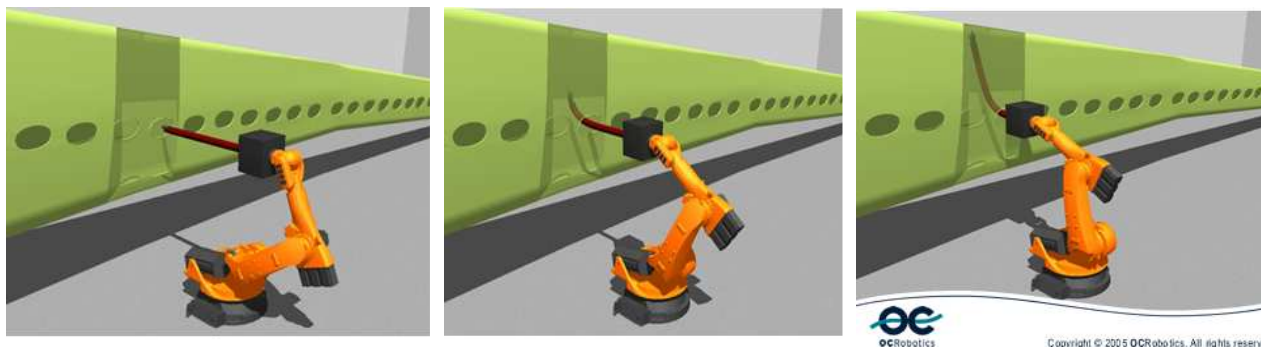


Рис. 5. Схема выполнения операций в кессоне крыла [3]

Изменение организации выполнения работ по сравнению с ручной сборкой дает возможность уменьшить продолжительность критического пути и максимальное количество исполнителей, но при этом изменяется топология сетевого графика. Один из вариантов такой оптимизации [3] приведен на рис. 6. Результаты оптимизации представлены в таблице 1.

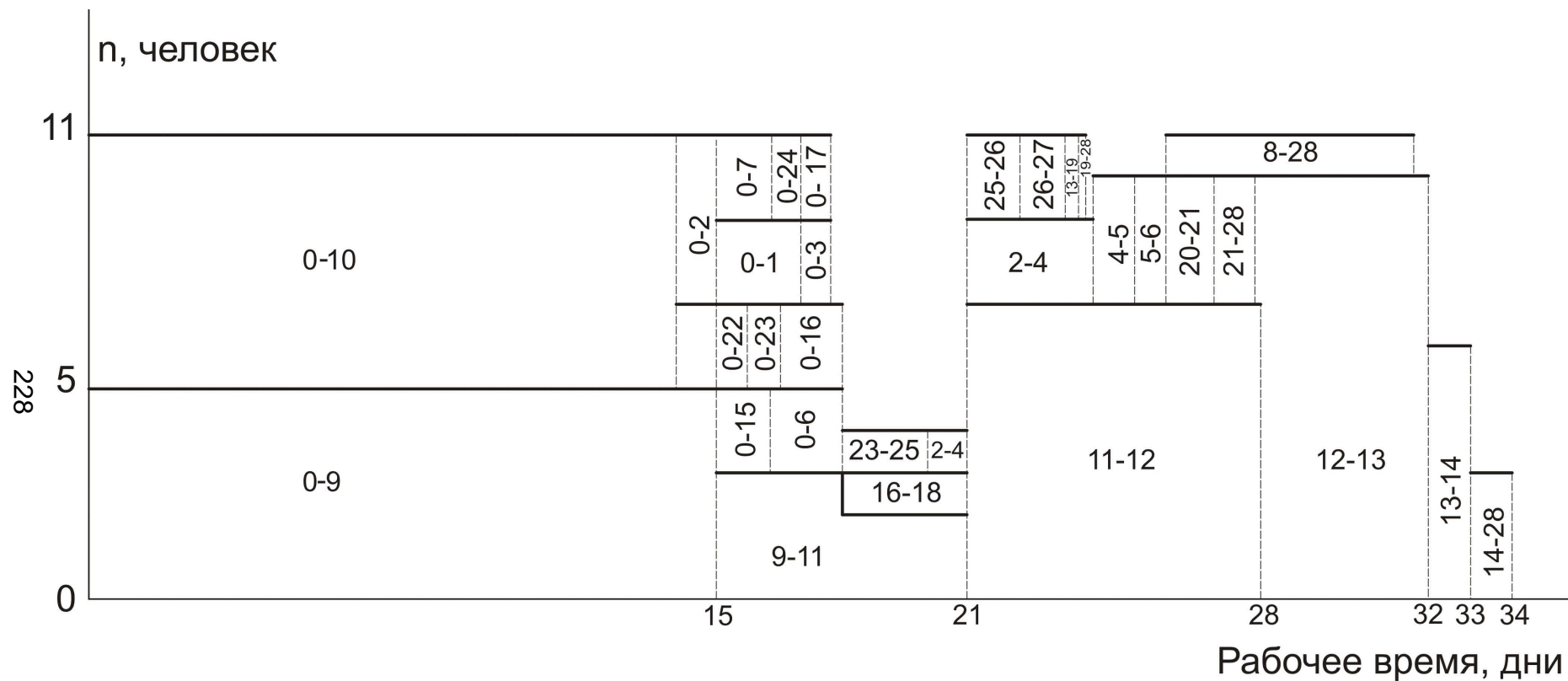


Рис. 6. Оптимизированный график загрузки при автоматизированной сборке самолета [3]

Таблица 1

Результаты оптимизации с пересмотром топологии сетевого графика [3]

Технологические параметры	До оптимизации	После оптимизации	Изменение
Продолжительность критического пути, дней	48	34	-29,2%
Среднее количество исполнителей, чел	6	6	-
Максимальное количество исполнителей, чел	12	11	-8,3%

Однако, в процессе автоматической сборки по пути к соединению и фиксации достигнутого положения происходит непрерывное изменение базирования деталей. А для обеспечения надежной работы автоматизированных систем необходим непрерывный или периодический контроль над ходом технологических процессов, реализуемых в этих системах.

Таким образом, исследования в области базирования и фиксации деталей, а также непрерывного контроля при автоматизированной сборке являются важным фактором для повышения качества собираемых изделий и эффективности процесса сборки.

Выводы

1. На основании анализа тенденций развития современных технологий сборки авиационных конструкций описаны существующие способы базирования деталей при автоматизированной сборке узлов и агрегатов.

2. Приведены схемы приспособлений, их принцип действия для описанных способов базирования деталей.

3. Проведен анализ эффективности каждого из представленных способов и установлены недостатки базирования без учета фиксации деталей при автоматизированной сборке.

4. В ходе проведения анализа установлено условие, при котором обеспечивается надежность сборки.

5. Определены цели и задачи дальнейших исследований в области базирования и фиксации, а также в обеспечении непрерывного контроля качества сборки.

Список литературы

1. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст]: учеб. для вузов / Н. М. Капустин, П. М. Кузнецов, А. Г. Схиртладзе и др.; под ред. Н. М. Капустина. – М.: Высш. шк., 2004. – 415 с.

2. Силин, Р. И. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст]: учеб. пособие / Р. И. Силин. – Хмельницкий: ХНУ, 2004. – 270 с.

3. Воронько, В. В. Научные основы автоматизированной сборки авиационных конструкций в условиях опытного и единичного производства [Текст]: дис. ... д-р. тех. наук: 05.07.02; защищена 25.04.14; утв. 26.06.14 / Воронько Виталий Владимирович. – Х., 2014. – 306 с.

4. Автоматизация технологических процессов [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В. Ю. Шишмарёв. - 8-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 352 с.

5. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст]: учеб. для вузов по спец. «Технология машиностроения», напр. «Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в/ Ю. З. Житников и др.; под общ. ред. Ю. З. Житникова. – Старый Оскол: ТНТ, 2009. – 655 с.

6. Ласуков, А. А. Автоматизация сборки в машиностроении [Текст]: учеб. пособие / А. А. Ласуков. – Томск: ТПУ, 2010. – 176 с.

Поступила в редакцию:12.02.2015

Аналіз існуючих способів базування деталей по отворах при автоматизованому складанні авіаційних конструкцій

На підставі виконаного аналізу описані існуючі способи базування деталей по отворах при автоматизованому складанні вузлів і складальних одиниць авіаційних конструкцій. Наведені схеми пристосувань і їх принципи дії для описаних способів базування деталей. Виконано аналіз ефективності кожного з представлених способів базування деталей. Виявлено недоліки способів базування і необхідність дослідження питань базування і фіксації деталей, а також безперервного контролю при автоматизованому складанні вузлів і агрегатів з метою підвищення якості складальних виробів і ефективності процесу складання.

Ключові слова: автоматизоване складальне виробництво, базування деталей, складальні отвори.

Analysis of existing methods of basing details of holes in automated assembly of aircraft structures

Based on the analysis the existing methods based on the holes in automated assembly parts and assembly units of aircraft structures are described. The schemes of devices and their principles of operation for the described methods of basing parts are given. The analysis of the effectiveness of each of the presented methods of basing parts is made. The weaknesses of methods of basing and the need for research-based issues and fixing parts, as well as continuous monitoring with automated assembly of components and assemblies for the purpose of improving the quality of collected units and efficiency of the assembly process are identified.

Keywords: automated assembly production, basing of details, assembly holes.