

СТЫКОВКА СБОРОЧНЫХ МОДУЛЕЙ

Григорьева Н.С. (Луцкий национальный технический университет, Украина)
Тел.: +038 032 223 60 35; E-mail: vik_shabajkin@ukr.net

Abstract: Discloses correlation modules of flexible automated assembly system. Definition of factors butt jointing the parameters of the assembling modules as well as characteristics of their vitrifiability Describes the structure of the assembling modules for technological disjunction of assembly work.

Key words: assembly, module, disjunction, parameters, factors, vitrifiability.

Каждый сборочный модуль (СМ) из их комплекта в конкретном технологическом модульном процессе (ТП) должен стыковаться с другими модулями технологической сборочной системы (рис. 1). Выход каждого модуля должен однозначно соответствовать входу следующего и т.д., а если рассматривать вход-выход одного модуля, то преобразование входа в выход представляет собой некоторую трансформацию входных параметров в выходные $P_{вых} = f(P_{вх})$ по заданным законам изменения и условиям стыковки в общем можно записать

$$P_{вых_{i-1}} \Rightarrow P_{вх_i} \Rightarrow P_{вых_i} \Rightarrow P_{вх_{i+1}}. \quad (1)$$

где: P_i - входные или выходные параметры СМ.

Поскольку каждому технологическому модулю (ТМ) должен соответствовать

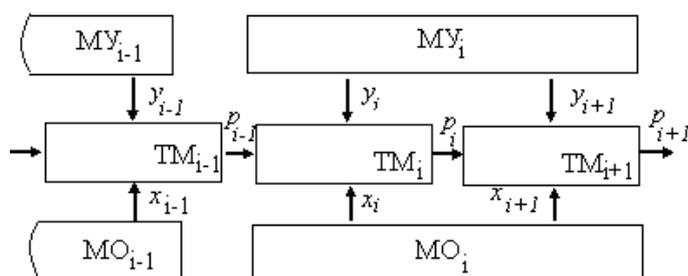


Рис. 1. Схема взаимосвязей модулей гибкой сборочной системы

конструкционный (КМ), то некоторые параметры должны смещаться в конструкционную плоскость. Стыковка этих модулей с модулями управления (МУ) выполняется согласно особенностей подсистемы управления, а с модулями сборочного оборудования и оснастки (МО) - возможности их совместной работы при модульной сборке.

Стыковку СМ можно рассматривать по горизонтали между другими модулями, которые образуют технологический модульный процесс и вертикали - между МУ и МО. Для обеспечения полной совместимости СМ должны быть учтены и другие факторы, которые являются связанными с организацией модульного сборочного процесса в пространстве и времени. Поэтому, в общем случае для обобщенного параметра стыковки можно записать

$$P_{вз} = \begin{vmatrix} t_1 & t_2 & t_3 & \dots & t_n \in T_i \\ k_1 & k_2 & k_3 & \dots & k_m \in K_i \\ e_1 & e_2 & e_3 & \dots & e_f \in E_i \end{vmatrix}, \quad (2)$$

где: t_i, k_i, e_i - соответственно, технологические, конструкционные и эксплуатационные параметры стыковки СМ, каждый из которых представляется $P_i = f(P_{i-1})$, т.е. функцией преобразования входных в выходные параметры внутри модуля. Графически стыковку СМ можно представить композиционным графом отношений от $T_i,_{вых}, K_i,_{вых}, E_i,_{вых}$ к $T_{i+1,вх}, K_{i+1, вх}, E_{i+1, вх}$, в котором вершины соответствуют параметрам указанных множеств, а дуги - их связям. Следует также отметить, что на стыковку влияет также

структура каждого модуля.

Классификация факторов, формирующих параметры стыковки СМ (рис. 2), охватывает описание конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов.

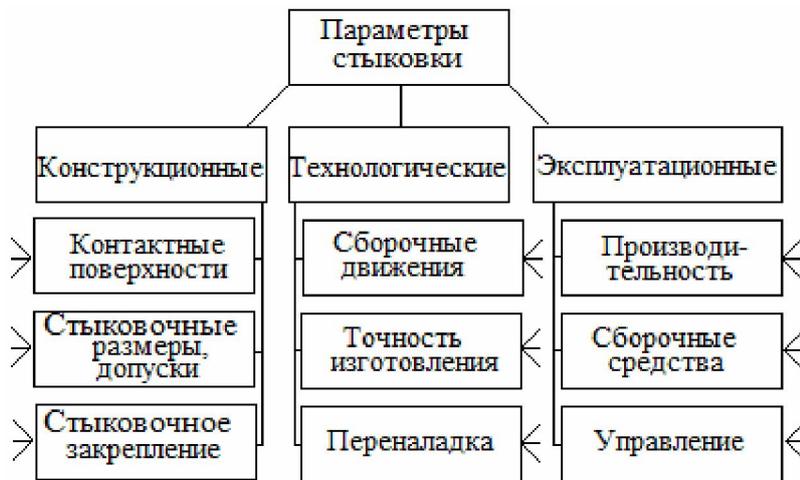


Рис. 2. Схема классификации главных параметров стыковки сборочных модулей

Конструкционные факторы охватывают характеристики собираемых деталей, их соединений и другие особенности конструкции. К характеристикам собираемых деталей относятся: внешняя форма (класс), размеры и точность, масса, физико-механические свойства, поверхности деталей и их взаимосвязь, устойчивость, другие факторы. Сборочные соединения отличаются ти-

пом, геометрией, размерами и точностью, массой, базовыми деталями, вектором ориентации деталей в соединении, фиксации и т.д. [1]. К технологическим относится группа факторов базирования деталей, процесса гибкой сборки, режимов сборки, переналадки, а также обеспечения показателей качества гибкой сборки. Эксплуатационные факторы касаются вопросов использования сборочного переналаживаемого оборудования и оснастки, его управления и технологической среды гибкого сборочного производства.

На основании указанных факторов можно сформировать конкретные параметры стыковки (рис. 3). Из приведенного следуют иерархические уровни структуризации модульной сборочной технологии.

Формирование СМ выполняется по технологическому расчленению сборочных работ. Технологическое расчленение сборочных работ [2], особенно автоматизированных, т.е. их разделение на отдельные самостоятельные и примерно одинаковые части должно быть применено и при формировании СМ. При этом, имеется в виду и формирование совмещенных модулей поскольку элементарный модуль должен отвечать технологии получения сборочного соединения или его самостоятельным элементом. Для этого нужны хотя бы приблизительные затраты времени. Сейчас публикуются уточненные общемашиностроительные нормативы времени на сборочные механизированные работы, которые могут быть приняты, как приближенные, требующие дальнейшего уточнения в конкретных условиях модульной гибкой сборки. Таким образом, с одной стороны расчленение сборочных работ проводится по отдельным сборочным соединениями, а с другой - их совокупности, т.е. по совмещенным модулям, модульным комплектам или комплексам.

Методика технологического расчленения сборочных работ [3] используется для формирования СМ, которая заключается в следующем. Сначала составляется схема конструкционного расчленения изделия на основе его чертежа и технических условий сборки. По схеме конструкционного расчленения составляется рациональная технологическая схема сборки изделия, на которой указывается трудоемкость выполнения отдельных сборных элементов. В зависимости от применения принципа концентрации или дифференциации сборочных работ приближенно устанавливается количество выделяемых технологических частей. На этом этапе следует составлять несколько конкурентных вариантов, выбирая лучший по качественным показателям типа "хуже - лучше

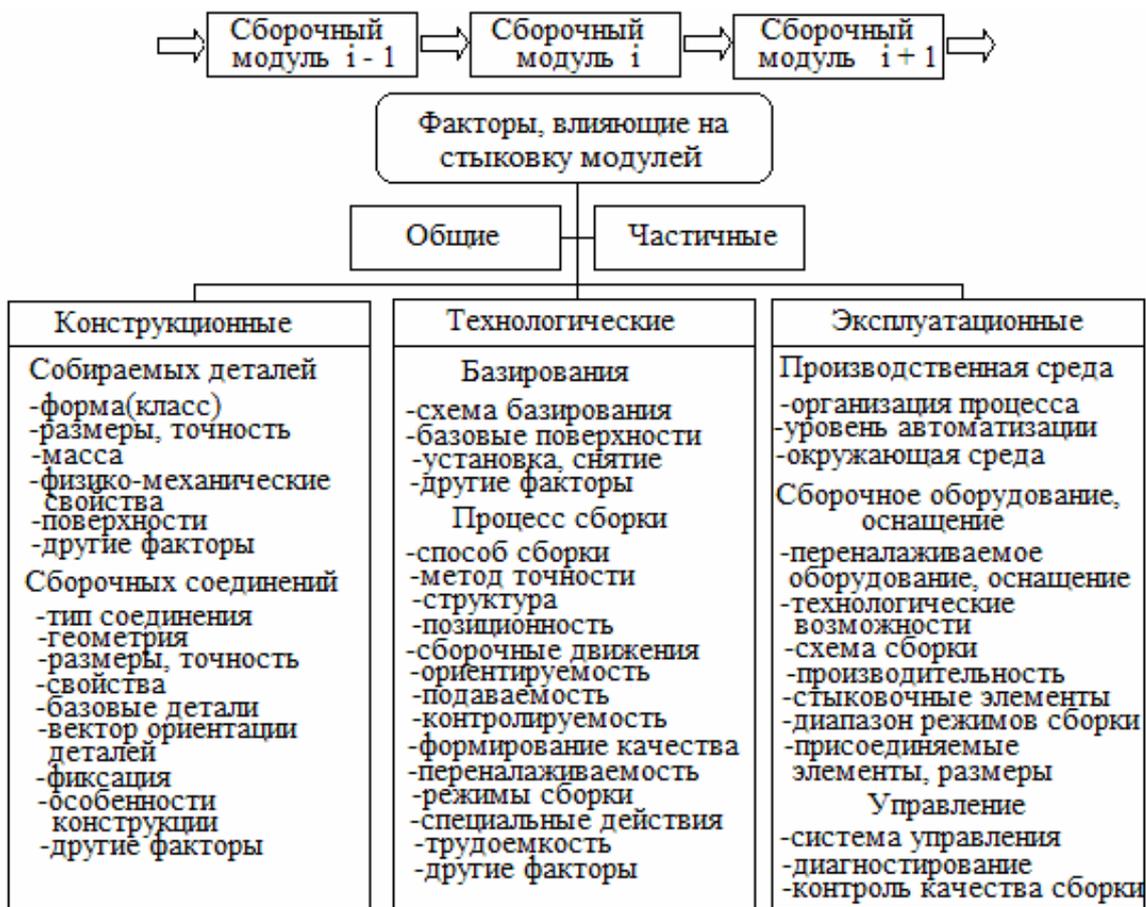


Рис. 3. Классификация факторов, формирующих параметры стыковки сборочных модулей

- наилучше". Далее устанавливается приближенная трудоемкость отдельных технологических частей сборочных работ, которые войдут в предполагаемый ТМ. По технологической схеме сборки все необходимые сборочные работы разделяются на части, определенной ранее примерно одинаковой трудоемкости. Для дальнейшего совершенства технологического расчленения сборочной единицы выполняется грубая или точная синхронизация за счет добавления или уменьшения элементарных сборочных работ, или изменения режимов сборки и т.д.

Методика технологического расчленения сборочных работ, используемая для формирования СМ, заключается в следующем [1,2,3]:

1. Составляется схема конструкционного расчленения изделия на основе его чертежей и технических условий сборки. Если это выполняется на этапе проектирования изделия, то такая возможность реализуется в плане дополнительной отработки технологичности конструкции в конкретных условиях его сборки и изготовления в целом. Если конструкция изделия уже готова, то она может быть только частично улучшена с точки зрения конструкционного расчленения при отработке технологичности конструкции или возвращена на конструкционную доработку.

2. По схеме конструкционного расчленения составляется рациональная, а лучше оптимальная технологическая схема сборки изделия, на которой указывается трудоемкость исполнения отдельных сборочных элементов. Необходимое время берется из технических норм времени, подобных пронормированных технологических процессов сборки или статистических данных.

3. В зависимости от применения принципа концентрации или дифференциации сборочных работ приблизительно устанавливается количество автономных технологических частей. Очевидно, что при концентрации работ может быть одна или несколько

таких частей, а при дифференциации - большее количество. Поскольку на этом этапе установить их оптимальное количество трудно, то следует составлять несколько конкурирующих вариантов, выбирая лучший по качественным.

4. Устанавливается примерная трудоемкость отдельных технологических частей сборочных работ, которые войдут в предполагаемые технологические модули. Такой величиной может быть такт сборки при поточной автоматической сборке или реальная величина при выполнении конкретных сборочных работ за заданный промежуток времени. Для этого устанавливают действующие технологические факторы, связанные с реализацией предполагаемого модульного технологического процесса сборки.

5. По технологической схеме сборки все необходимые сборочные работы разделяются на части одинаковой трудоемкости. В общем, это должна быть сборка отдельных сборочных соединений, промежуточного узла или узлов как в единичном количестве, если это позволяет их трудоемкость, так и в некотором количестве, если в единичном числе недостаточно. Если принять определенную ранее предполагаемую трудоемкость сформированной части сборочных работ за 100%, то трудоемкости составных частей не должны быть меньше 75-85%, что будет являться показателем правильности расчленения сборочного изделия.

6. Каждая полученная часть необходимых сборочных работ изделия может соответствовать технологическому сборочному модулю, позиции, установка или операции. Для дальнейшего совершенствования технологического расчленения сборочной единицы выполняется грубая или точная синхронизация за счет добавления или уменьшения элементарных сборочных работ, или изменения режимов сборки, и тому подобное.

С точки зрения полноты описания областей технологической сборочной среды, параметры стыковки SM могут быть разделенными на общие и частичные. Общие параметры наиболее полно описывают состояние SM в гибкой технологической системе, а частичные - непосредственно используемого параметра при формировании гибкого модульного сборочного процесса или модуля при совпадении общих. Например, окончательный подбор сборочных модулей может производиться только по обеспечивающей точности сборки, производительности, очередности сборочных движений и т.д. Процесс подбора SM можно представить с помощью теории множеств кругами Эйлера [3], как выделение подмножества: $K \cap T \cap E$, где K , T , E - соответственно конструктивные, технологические и эксплуатационные параметры, которые могут быть описаны

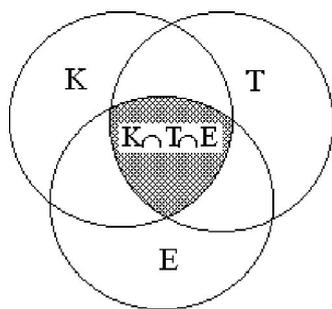


Рис. 4. Области перекрытия параметров стыковки модулей

своими матрицами $K(p)$, $T(p)$, $E(p)$. Если первые два множества в общем являются переменными, то для устоявшихся гибких сборочных условий третье множество будет почти постоянным. Для установления параметров стыковки используются уравнения указанных множеств, а именно, операции их пересечения. При таком подходе параметры стыковости SM могут быть описаны как

$$P_M(p) = K(p) \cap T(p) \cap E(p), \quad (3)$$

что соответствует заштрихованной области на рис. 4. Задача состоит в том, что необходимо определить оптимальные размеры такой области, которая представляет перечень всех параметров стыковки. Как видно, такая область сравнительно просто определяется наложением трех матриц $K(p)$, $T(p)$, $E(p)$ и получением новой матрицы, в которой суммированы только совпадающие элементы. Поскольку все сборочные работы, которые связаны с установлением необходимых модулей в гибком

сборочном процессе, должны выполняться автоматически в САПР ТП, то проблема их формализации становится главной. Решена она может быть также с помощью матричного метода [1, 3].

Формирование СМ несколько проще благодаря первичным постоянным установкам, переходам, ходам. В зависимости от трудоемкости сборочных работ и количества соединений конструкции вначале по сборочным соединениям формируются элементарные ТМ, далее совмещенные, модульные комплекты и комплексы (рис. 5) с учетом приближенно одинакового времени выполнения сборочных работ выделенных групп модулей.

Таким образом, параметр стыковки СМ представляется как композиционная сумма конструкционных и технологически-эксплуатационных параметров для каждого модуля. Физический смысл заключается в том, что параметры стыкования для гибкой сборки соединений цилиндрических деталей заданных размеров и точности k_i будут технологически-эксплуатационными: $c_{12}(k_{12}, e_{12}, e_{13}, e_{14})$.



Рис. 5. Классификация сборочных модулей

Из приведенного следуют иерархические уровни структуризации модульной сборочной технологии, которые для данных случаев показаны на рис. 5. На основании изложенного и принимая приведенное расширение матриц достаточным, каждый ТМ детали в этом случае может быть полностью описанным прямоугольной матрицей 3×9

$$TM_D = \begin{vmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ t_{91} & t_{92} & t_{93} \end{vmatrix}, \quad (4)$$

где: t_{ij} - выделенный параметр.

Заключение. Основой модульных процессов сборки является ТМ и КМ как законченная совокупность основных и вспомогательных сборочных движений,

объединенных в модульные установки, позиции, переходы и проходы, выполняемые в заданной последовательности для получения сборочных соединений. Они имеют определенный набор сборочной оснастки, обслуживают базовые и соединительные поверхности, стыкуются с другими функционально связанными модулями и характеризуются автономностью, универсальностью и избыточностью. ТМ могут быть элементарными и совмещенными, а их несколько образуют технологические комплекты, которые могут образовывать технологические комплексы.

Список литературы: 1. Григор'ева Н.С. Науково-технологічні основи гнучкого модульного автоматичного складання виробів: Монографія. 2. Технология автоматической сборки / [А.Г. Холодкова, М.Г. Кристаль и др.; под ред. А.Г. Холодковой. – М.: Машиностроение, 2010. – 560 с. 3. Божидарнік В.В., Григор'ева Н.С., Шабайкович В.А. Автоматичне складання виробів. Навч. посіб. – Луцьк: Надстир'я, 2005. -388 с.