

## МОДУЛЬНАЯ СБОРКА В МАШИНОСТРОЕНИИ

Григорьева Н.С.

(ЛНТУ, Луцк, Украина),

Тел.: +38 (032) 223 60 35, E-mail: vik\_shabajkin@ukr.net

**Abstract.** *With virtual design of structures, the quality of products and process environment and fitting-out can be considerably improved. As well as other objects machine building quality: technology, organization and more. The essence of virtualization is obtaining dynamic virtual computer image. Optimal object version with better quality at lower cost design, fabrication and exploitation will be selected.*

**Keywords:** *modularity, production, structuring, production.*

Модульный принцип известен давно и широко применяется в промышленности, строительстве, электронике и других отраслях производства. Под модульным принципом понимается построение различных технических систем с различными характеристиками, их компоновкой из типовых модулей ограниченной номенклатуры. Реализация модульного принципа с позиций системного подхода требует проработки:

- методов замещения объекта машиностроения множеством модулей;
- принципов построения объектов из модулей изделий и технологического обеспечения;
- терминологического обеспечения;
- методов унификации модулей и средств технологического обеспечения;
- методов оценки эффективности модульного построения изделий.

Метод описания изделия на модульном уровне заключается в использовании структурированного множества модулей поверхностей (МП) и соединений (МС), в которых в качестве схемы его замещения принимается граф иерархической структуры. С помощью такого графа отображается информация о структуре изделия, подчиненности и связи сборочных единиц, модулей поверхностей, соединений, конструкционных базах, характере размерных связей, уровне точности и прочее. Задача состоит в разработке метода описания изделия и способа формализации полученной информации. В общем, граф иерархической структуры представляет собой совокупность вершин, связанных дугами, расположенными на разных уровнях. Путем введения дополнительных данных на графе можно расширить объем информации об изделии.

Построение модульных технологических процессов сборки начинается с построения схемы сборки, которая определяет базовые детали сборочной единицы, показывает, какие детали к ним присоединяются, в какой последовательности и с помощью каких модулей соединения выполняется сборка.

Впервые организация модульного производства была описана *Базровым Б.М.* [1]. Можно считать, что основной задачей модульной организации сборочного производства является организация различных модульных технологических процессов в пространстве и во времени. А это означает получение лучшего планирования необходимого переналаживаемого сборочного оборудования с оснащением, их взаимосвязь с транспортной системой. Повышается контроль и диагностирование, обеспечение ритмичной и бесперебойной работы оборудования, подача собираемых деталей и комплектующих частей точно во времени (система *JIT*), полное использование рабочего времени рабочими, бесперебойное снабжение всех видов энергии, необходимыми материалами с возможностью быстрого перехода на сборку других изделий, на которые появился спрос рынка.

Принципиальная схема организации (рис.1) предусматривает, что модульное производство представляется множеством МП - и МС и с помощью элементной базы

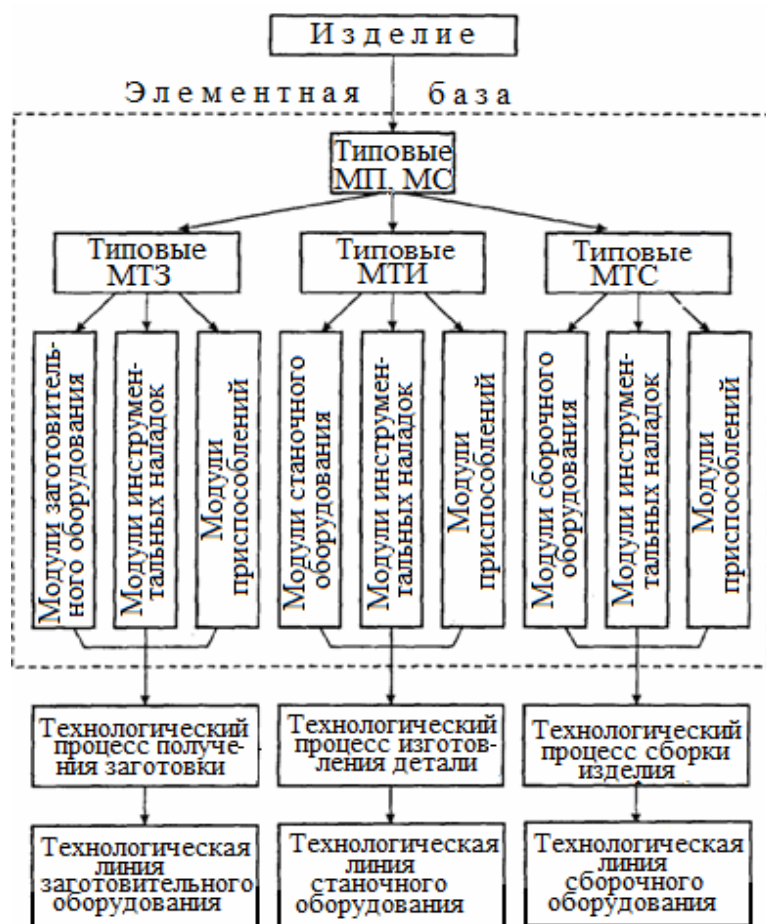


Рис.1. Принципиальная схема организации модульного машиностроительного производства:  
 МТЗ – модуль технологического процесса получения заготовительного модуля МП; МТИ - модуль технологического процесса изготовления МП; МТС - модуль технологического процесса получения МС

описывающих программу выпуска и другое. Исходными данными являются планировки производственного помещения и состав оборудования, рабочие места, принятая форма организации производственного модульного процесса, технико-экономические показатели. Одним из основных компонентов любого звена производственной цепочки является его элементная база, в которую должны входить только типовые решения, а ее структура и взаимосвязь с другими звеньями оказывают определяющее влияние на эффективность производственного модульного процесса.

Отношение к организации модульного сборочного производства имеет система управления *WMS (Warehouse Management System)*, которая за счет активного модуля диспетчера задач обеспечивает комплексное решение задач автоматизации управления процессами: операционных потребностей, получения необходимых данных, контроля качества и количества изделий, их размещения, пополнения, комплектации заказов, упаковки и отгрузки готовых изделий. Процессом управляет система, а не люди, что является существенным преимуществом. Такие системы предусматривают компьютерную интеграцию средств и потребностей в общей информационной базе с многократным согласованием и повторением.

В современных рыночных отношениях новой дополнительной целью организации модульного сборочного производства становится возможность в кратчайшие сроки

технологического обеспечения формируются из требуемых модулей технологические процессы и средства по получению заготовок, деталей и сборке изделий [2].

Структура звеньев производственной цепочки организационной формы производственного модульного процесса предусматривает в качестве объекта производственную линию, участок, цех. В состав элементной базы входят типовые организационные формы производственного процесса, подъемно - транспортные и транспортные складские средства, оборудование, схемы потоков предметов труда и технологической оснастки, рабочие места, типовые линии, участки, цеха. На вход звена поступают предметы труда, маршруты технологических процессов, операций, технологические системы, ряд дополнительных данных,

перестроить производство на автоматизированную гибкую модульную сборку других изделий с наименьшими затратами. Это многоплановое задание обеспечить модульную сборку комплектующими и готовыми деталями, переналадку сборочного оборудования и оснащения при полном использовании рабочего времени. Решается оно как технологами, так и организаторами модульного сборочного производства. Как известно, технологические процессы определяют способы и последовательность гибкой модульной сборки, необходимое сборочное оборудование с оснащением, границы и сложность переналадки, режимы сборки и т.д. Организационные функции устанавливаются, каким образом должен быть выполнен разработанный модульный технологический процесс сборки в пространстве и во времени.

Причины отсутствия быстрого развития гибкого модульного сборочного производства кроются не в потенциальных его недостатках, а в неправильном подходе к его созданию, не применении новых концепций, нерешенности целого ряда проблем, которые существенно тормозят их производственное внедрение. Одной из таких причин является фактическое отсутствие научно-технологических основ гибкого модульного сборочного производства, хотя и в этом направлении многое уже сделано [3].

Подтверждение упомянутого можно найти в концепции развития будущего компьютерно-интегрированного производства *CIM (Computer Integrated Manufacturing)* и *CIMS (Computer Integrated Manufacturing Systems)*, использующего ряд проблемно-ориентированных систем *CAD / CAM / CAE, CAP, SFS, PPS, CAQ, TQM, MRP, OPT, TMM, JIT, ATM* и многих других, в которых заложены принципы гибкого модульного производства и их реализации. Достичь это планируется за счет систем проектирования изделий с использованием модульных конструкций, повышения качества и конкурентности, снижения производственных затрат и отпускных. Необходимо широкое применение интегрированных модульных технологий, технологического оборудования и оснащения нового поколения с широким использованием элементов, искусственного интеллекта, систем организации и управления производством, основанных на концепциях маркетинга, логистики и инноваций, но в их основу должны быть заложены положения: проще, лучше, дешевле.

Гибкие модульные сборочные системы потребуют принципиально новых интегрированных *CALS-технологий (Continuous Acquisition and Life Cycle Support)*, которые гарантируют повышение заложенного качества при значительном сокращении технологической подготовки производства и себестоимости. Многие из этих проблем и вопросов на какой-то стадии уже решены, но все это носит описательно фрагментный характер и требует их дальнейшего развития, чему будут способствовать научно-технические основы гибкого модульного производства, одновременно решающих все вопросы качества продукции и затрат на ее изготовление. В этом большая роль уделяется компьютерному сопровождению, обеспечивающему получение всесторонних и эффективных средств, в том числе и интеллектуальных.

Основным тормозом решения этих проблем является отсутствие финансирования и пока его не будет, все останется по-прежнему. Нужно отметить, что в последнее время значительных успехов в этом направлении достигли фирмы *Bosch, Sormal-Matva, Vicman, Hitachi, Camay* и другие. Были разработаны типажные различные модулей, позволяющих повысить гибкость и производительность технологического процесса.

В связи со значением научно-технических основ модульного сборочного производства, связанных с повышением качества разнообразных изделий и эффективности процессов сборки, обеспечивающим переналаживаемым технологическим оборудованием и оснасткой, необходимо продолжать эти работы.

Сейчас реализуется концепция нового направления в технологии машиностроения - модульная автоматизированная гибкая сборка разнотипных изделий, которая заключается в объединении и применении принципов модульности, гибкости и автомати-

зации при одновременном формировании технологических и соответствующих им конструкционных сборочных типовых модулей ограниченной номенклатуры, с которых формируются технологические модульные сборочные процессы и модульное технологическое оборудование и оснащение. Этим обеспечивается тесная взаимосвязь между технологией и конструкцией.

Научная значимость и новизна этих работ подтверждается использованием полученных результатов отечественных и зарубежных разработок, принятыми по данной проблеме решениями международных, краевых конференций и симпозиумов, посвященных гибким модульным сборочным производствам.

Практическая ценность работы заключается в создании научной базы для разработки принципиально новых модульных процессов гибкой автоматической сборки изделий и высокоэффективного переналаживаемого сборочного оборудования и оснастки, обеспечения высокого качества собираемых разновидностей изделий.

При изготовлении объектов гибкого модульного сборочного производства надежность обеспечивается за счет высокоэффективных гибких технологических модульных процессов изготовления отдельных деталей и их гибкой модульной автоматической сборки. Повысить производительность можно за счет концентрации сборочных работ в модулях, применения многопозиционного и многопоточного технологического переналаживаемого оборудования с оснасткой, интенсификации гибких модульных сборочных процессов, сокращения времени рабочих и холостых ходов. А также повышении точности собираемых деталей и автоматической собираемости, повышении надежности работы отдельных модулей, автоматизации межоперационного транспортирования, диагностирования работы оборудования, применении адаптивного и интеллектуального управления и т. п. Технологическая себестоимость изделий при их гибкой модульной сборке должна быть равновзвешенной без перекосов ее составляющих, которая помимо того, что является показателем качества является показателем технологичности конструкции. На основании принципа суперпозиции каждый из факторов, ее формирующий, может рассматриваться, как линейаризована комбинация и в общем виде записываться матричным уравнением и определяться из его решения. Ее значение определяется не только величиной отдельных элементов, но и корреляционными связями между ними.

Обоснованы и развиты принципы и подходы получения опережающей оценки эффективности модульных технологий и конструкций еще на этапе технической подготовки конструкторско-технологических решений модульной сборки изделий обеспечивают преодоление противоречия между эффективными и не до конца отработанными процессами и конструкциями. Сущность методики заключается в разработке виртуальных модульных технологий и конструкций, проверке технологии выполнения модульной сборки изделий и прогнозируемой их эксплуатации. Одновременно выполняется направленное формирование виртуальных показателей качества и уровня конкурентности на компьютере с помощью известных, но пока еще дорогих программ, которые позволяют выбрать лучшие варианты решений, устранить неперспективные и тем самым обеспечить высокую эффективность модульного сборочного производства.

**Список литературы:** 1. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении. –М.: Машиностроение, 2001. 368 с., ил. ISBN 5-217-03061-5. 2. Григор'єва Н.С. Науково-технологічні основи гнучкого модульного автоматичного складання виробів: Монографія. - Луцьк: Надстир'я, 2008. – 520 с. ISBN 978-966-517-618-3. 3. Григор'єва Н.С. Модульная сборка в машиностроении. Монографія. Saarbrucken, Deutschland. Изд-во Palmarium Academic Publishing, 2014. 353 с., ил. ISBN 978-3-659-98893-6.