

УДК 621.757

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРЕЦИЗИОННОЙ СБОРКИ

Рабинович Л.А.

Рассматриваются несколько проблем автоматизации и повышения эффективности сборки прецизионных изделий. Приводится обоснование необходимой степени автоматизации сборочных работ в зависимости от требуемой точности собираемого изделия и других параметров сборки.

Присутствие на мировом рынке промышленной продукции для стран бывшего СССР связано с необходимостью резкого повышения качества производимых изделий. Для машиностроения это в значительной степени означает ужесточение показателей точности соединений, дополнительное ограничение условий взаимозаменяемости деталей и, следовательно, дальнейшее расширение области применения методов прецизионной сборки.

Применяемые для сборки высокоточной продукции прецизионные методы предопределяют групповую или индивидуальную взаимозаменяемость деталей в соединениях. Технология таких методов сборки связана с предварительной аттестацией размеров сопрягаемых поверхностей и, как следствие, с необходимостью адресного хранения деталей, прошедших аттестацию, и организацией их выбора в сборочные комплекты. Уровень сложности технологических решений сборки связан, в первую очередь, со сложностью конструкции собираемого прецизионного изделия и жесткостью требований к точности соединений, входящих в него деталей. Однако, в любом случае, организация прецизионной сборки требует значительных финансовых затрат, что определяет, соответственно, дополнительное повышение и без того высокой стоимости прецизионной продукции.

В то же время стремление сделать прецизионную продукцию конкурентоспособной требует сокращения трудозатрат на выполнение сборочных операций и их автоматизацию. Для этого могут быть найдены разные возможности. Наиболее эффективными с этой точки зрения являются группы операций сборочного процесса, связанные с обеспечением требуемой точности соединений деталей и которые определяют качество собираемого прецизионного изделия. Это – размерная аттестация деталей, входящих в прецизионные соединения, и выбор сборочного комплекта деталей, образующего изделие требуемой точности. Непосредственное соединение деталей, закрепление соединений и образование готового изделия для автоматизации малоэффективны, так как требуют существенных затрат и не дают заметной экономии.

Достоверность размерной аттестации и, как правило, следующего за ней сортировочного контроля определяется погрешностью $\Delta_{\text{им}}$ измеритель-

ного оборудования. От точности зависит и стоимость измерительного оборудования, которая с ужесточением Δ_{lim} возрастает гиперболически. Поэтому объективное обоснование требуемой точности и необходимой степени автоматизации – одна из основных проблем повышения эффективности прецизионной сборки. Ее решение позволяет использовать для сборки измерительные средства достаточной точности и исключить образование бракованной продукции, возникающей по причине погрешностей сортировочного контроля.

Чтобы достигнутый на данном этапе результат не был в дальнейшем потерян, передачу и хранение информации об аттестованных деталях и адресное хранение самих деталей, прошедших аттестацию, следует автоматизировать. Для этого используется вычислительная техника и специальные конструкции автоматически управляемых накопительных устройств, сопряженных с ЭВМ. В момент помещения детали в накопитель ее размер и адрес кодируются и запоминаются в оперативной памяти ЭВМ, которая также управляет выдачей деталей при отборе сборочного комплекта. Организация такого рода автоматического хранения деталей и результатов их аттестации требует соответствующих финансовых затрат. Однако такие затраты окупаются за счет повышения качества прецизионной продукции и ее авторитетности на рынке, а, следовательно, и возможного повышения объема продаж.

Другой существенной проблемой автоматизации прецизионной сборки является оптимизированный выбор деталей в сборочные комплекты. Необходимость оптимизации сборочного процесса возникает всегда, когда ставится задача повышения эффективности сборки при ограниченной взаимозаменяемости деталей в соединениях. Это имеет место при сборке с групповой и межгрупповой взаимозаменяемостью, а также при сопряженной обработке, при которой в сборочный комплект для последующей пригонки отбираются деталь с окончательно обработанным отверстием и заготовка вала.

Анализ условий образования прецизионного соединения для различных методов достижения требуемой точности сборки показывает, что задача оптимизированного выбора деталей может быть сформулирована в виде транспортной многоиндексной задачи целочисленного линейного программирования. В зависимости от метода прецизионной сборки устанавливается критерий оптимизации (для селективной сборки – минимум незавершенного производства; для сопряженной обработки – наименьшее среднее число проходов на деталь), вид целевой функции, граничные условия и система назначения весовых коэффициентов. В основе решения задачи оптимизации и построения программы оптимизированного выбора сборочных комплектов деталей на ЭВМ почти во всех случаях может быть применен метод северо-западного угла и его небольшие видоизменения.

Автоматизация данной группы технологических операций процесса прецизионной сборки основывается на применении ЭВМ и автоматизированных транспортно-накопительной и комплектующей систем. Это так же, как и при решении предыдущей проблемы, связано со значительными финансовыми затратами. Но и эти затраты, как правило, окупаются, так как возникает дополнительная прибыль в виде сборки некоторого количества высокоточной продукции из деталей ранее относимых к незавершенному производству, или существенного сокращения трудозатрат на механическую обработку деталей при прецизионной сборке методом сопряженной обработки.

Наконец, существует проблема автоматизации операций непосредственного соединения деталей, закрепления соединений и образования готового изделия. Ее исключительная сложность заключается в высокой степени точности и чистоте сопрягаемых поверхностей, которые должны при этом использоваться для ориентирования и базирования деталей на сборочной позиции. Такие поверхности не допускают соударения друг с другом и с элементами автоматических загрузочных и ориентирующих механизмов. То есть автоматизация этих операций, как правило, невозможна. В то же время выполнить подобные операции вручную не представляет ни какой сложности, и поэтому для автоматизации не эффективны.

Таким образом, анализ проблем автоматизации процессов прецизионной сборки показывает на целесообразность применения комбинированных схем автоматизации, при которых часть операций выполняется вручную. Безусловно целесообразной является комплексная автоматизация процесса аттестации размеров сопрягаемых поверхностей и выбора сборочных комплектов деталей, т.е. тех технологических операций, от выполнения которых зависит качество собираемого прецизионного изделия. Экономическая эффективность автоматизации этих операций очевидна. Автоматизация операций непосредственного соединения деталей и образования готового изделия скорее нецелесообразна, чем проблематична, так как исключительно сложна, требует значительных финансовых вложений и при этом не приводит к экономии трудозатрат на выполнение сборочных работ.

Поступила в редакцию 10.10.1999 г.