

УДК 621.822

С.В. Сорокин, к.т.н., доц.

Брянский государственный технический университет (Россия)

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ СИНТЕЗЕ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕГРИРОВАННЫХ САПР

Рассматриваются вопросы автоматизации расчёта погрешности базирования заготовки в станочном приспособлении и конструирования установочных элементов при синтезе приспособлений с применением интегрированных САПР. Предлагаемая методика основана на применении метода интерактивной формализации исходной технологической информации в среде CAD/CAM-систем.

Ключевые слова: *интегрированные САПР, интерактивная формализация, среда CAD/CAM-систем.*

Введение. Постановка проблемы. С самого основания машиностроения развитие производства неразрывно связано с техническим оснащением и модернизацией производственных мощностей путем применения последних достижений науки и техники. При переходе на новый вид продукции и, как следствие переподготовке производства, около 50 % от всего объема технологического оснащения приходится на техническое переоснащение и модернизацию производства, включающего в себя процессы конструирования технологической оснастки. Так как ее качество является одним из важнейших факторов, влияющих на качество выпускаемой продукции машиностроительного предприятия. Затраты на изготовление оснастки приближаются к затратам на производство металлорежущих станков. В связи с этим возникла проблема повышения эффективности и качества проектирования станочных приспособлений, а так же необходимость сокращения сроков ее проектирования и изготовления. В современном машиностроении эта задача стала одной из важнейших проблем.

Среди систем станочных приспособлений (универсально-безналадочных, универсально-наладочных, специализированных наладочных и безналадочных, универсально-сборных, сборно-разборных, неразборно-специальных) на особом месте стоят неразборные специальные приспособления (НСП), так как они обладают длительным циклом оснащения – проектирование,

изготовление, сборка, внедрение, и как следствие, на них приходится большая часть затрат оснащения производства. НСП применяют для обработки одного вида продукции, т. е. детали и узлы этих приспособлений не предназначены для использования в конструкциях других приспособлений. Их используют в серийном и массовом производстве и работают до полного физического износа. Другие системы станочных приспособлений не подвергаются этапу проектирования.

До наиболее значимых и трудоемких этапов проектирования станочных приспособлений входит выбор оптимальной схемы установки заготовки и ее конструктивной реализации, определяющий будущую конструкцию приспособления. В свою очередь он включает в себя:

- выбор схемы базирования и закрепления заготовки в приспособлении;
- расчет сил зажима;
- выбор конструкции, размеров материала и метода упрочняющей обработки установочных элементов;
- расчет погрешности положения заготовки, включающей погрешность базирования, закрепления, размерного износа установочных элементов и др. составляющие;
- определение межремонтного периода.

Следовательно, от решений, принимаемых на этом этапе, зависят основные показатели качества приспособлений:

- точность положения заготовки;
- время установки и снятия заготовки;
- срок службы;
- стоимость будущего приспособления.

Вопрос обеспечения качества конструирования можно решить путем создания автоматизированной системы, которая позволит:

- снизить затраты материальных средств и времени на конструирование и изготовление;
- сократить цикл производства и значительно снизить себестоимость;
- улучшить качество конструирования приспособлений и получаемой технологической документации.

На данный момент на российском и зарубежном рынке систем автоматизированного проектирования (САПР) преобладают универсальные системы, предназначенные для проектирования

изделий машиностроения любой сложности. Некоторые из них имеют специализированные модули для разработки технологической оснастки, но они включают в себя только проектирование форм для литья, штампов, пресс-форм, в то время как конструирование станочных приспособлений проводится по схеме конструирования обычного изделия. Такой подход не рационален, так как станочные приспособления это специализированные конструкции, к которым предъявляются специальные требования при проектировании. Следовательно, конструкторские модули САПР необходимо дополнять специализированными блоками разработки станочных приспособлений. При использовании интегрированных САПР разработка таких систем имеет особенно актуальное значение, так как мощные и функциональные конструкторские модули (CAD) стыкуются с ответственными модулями создания технологических процессов (CAM).

Изложение основного материала. Проблема создания систем автоматизированного конструирования станочных приспособлений, затрагивается во многих работах, посвященных автоматизации технологической подготовки производства. В частности в этой области проводили исследования: В.И. Аверченков, В.Б. Ильицкий, А.Г. Ракович, В.Д. Цветков, А.В. Вдовин.

В связи с этим, данная работа, направленная на автоматизацию выбора оптимальной схемы базирования и ее конструктивной реализации, является актуальной для решения всего комплекса проблем автоматизации технологической подготовки производства.

Целью работы ставится автоматизация выбора оптимальной схемы установки заготовки в станочном приспособлении на основе интерактивного расчета погрешности базирования с использованием современных САД систем. Достижение заявленной цели работы должно обеспечить решение следующих задач:

- проведение анализа существующих подходов к формализации исходной технологической информации при автоматизации конструирования станочных приспособлений;
- разработка информационного и программного обеспечения автоматизированного программного модуля, а также расчетных элементов управления выбора оптимальной схемы базирования с использованием современной САД системы;
- разработка принципов формализации считывания технологической информации в рамках процесса автоматизации расчета погрешности базирования;

- разработка математической модели и алгоритмов автоматизации интерактивного расчета погрешности базирования при проектировании схемы установки.

При выполнении научных исследований и реализации поставленных задач были использованы методы системного подхода, объектно-ориентированного проектирования и анализа, для разработки математических моделей проектных процедур использовались основные положения технологии машиностроения. Практической ценностью выполненной работы стали предложенная методика формализации технологической информации способом интерактивного считывания параметров чертежа для ускорения и, как следствие удешевления конструирования технологической оснастки и программный модуль, интегрированный в САД систему, позволяющий расширить стандартные возможности для наиболее полной автоматизации конструирования оптимальной схемы установки заготовки.

В процессе проектирования станочных приспособлений (СП) разрабатывают нескольких вариантов конструкций приспособления, количество которых определяет выбранная технологом теоретическая схема базирования и геометрические особенности заготовки. Далее они сравниваются, и выбирается оптимальный вариант СП, наиболее отвечающий показателям качества: точности расположения заготовки в приспособлении, надежности, и технико-экономическим показателям (минимум затрат материальных средств на изготовление приспособления, и времени на установку и снятие заготовки).

Выполнение первого показателя можно оценить по следующему условию:

$$JT \geq E_y + \omega; \quad (1)$$

$$\Delta \sigma = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta c t^2} + \Delta \zeta \delta + \Delta \delta + \Delta \sigma \bar{n} + \Delta \bar{n} + \omega, \quad (2)$$

где JT – допуск на выполняемый размер, мм; E_y – погрешность установки заготовки в станочном приспособлении, мм; $E_{\bar{b}}$ – погрешность базирования, мм; $E_{z\bar{o}}$ – погрешность закрепления, мм; $E_{z\bar{i}}$ – погрешность, связанная с изменением формы поверхности контакта установочного элемента при его износе, мм; $E_{\bar{u}}$ – погрешность от прогрессирующего износа установочных элементов, мм; $E_{\bar{u}c}$ – погрешность, определяемая ошибками изготовления и сборки установочных элементов, мм; $E_{\bar{c}}$ – ошибка установки и фиксации приспособления на станке, мм; ω – средняя точность метода обработки, мм.

Затраты материальных средств на изготовление приспособления и времени на установку и снятие заготовки определяется проведением экономических расчетов и нормированием. Однако их можно ориентировочно оценить при анализе схем установки заготовки для разных вариантов конструкции станочных приспособлений.

На рисунке 1 изображена обобщенная схема, отражающая последовательность этапов проектирования станочных приспособлений. Из схемы видно, что все основные характеристики приспособлений, необходимые для обеспечения ими требуемой точности и надежности, можно определить еще при проектировании схемы установки заготовки в приспособлении (при выборе конструкции УЭ, их геометрических и физико-механических характеристик), до полного завершения проектирования приспособления.

Точность положения заготовки, исходя из геометрических характеристик заготовки и УЭ, определяется погрешностью базирования. Расчет погрешности закрепления и размерного износа УЭ может выполняться без проведения расчета параметров механизма закрепления. Совокупность значений этих параметров приспособления позволяет провести отсев вариантов конструкций, не удовлетворяющих требуемой точности положения заготовки в СП.

Определенные ранее погрешности дают возможность определения межремонтного периода и выбора конструкций приспособлений, удовлетворяющих условию надежности. Окончательный выбор конструкции приспособления можно выполнять по условиям стоимости и времени вспомогательного времени.



Рис. 1. Схема проектирования станочных приспособлений

Для выбора оптимальной схемы установки заготовки, определяющей требуемое качество проектируемого приспособления, необходимо выполнить такие этапы проектирования:

- сформировать список возможных схем установки заготовки в станочном приспособлении;
- определить погрешность базирования;
- выбрать расположение установочных элементов и схему закрепления (точки приложения и направление сил закрепления);
- определить величину сил закрепления;
- выбрать геометрические и физико-механические характеристики установочных элементов;
- определить погрешность закрепления и погрешность,

связанную с размерным износом установочных элементов;

- отсеять схемы установки, которые не удовлетворяют условию точности положения заготовки в станочном приспособлении.

Многие из этапов проектирования технологической оснастки требуют проведения соответствующих расчетов, причем для нескольких вариантов схемы установки. Это требует значительных затрат времени на проектирование и увеличивает вероятность ошибок напрямую влияющих на точность выполнения технологических операций и обеспечение приспособлением заданного межремонтного периода. Поэтому создание автоматизированной системы, ориентированной на решение этого круга задач, позволит устранить подобные недостатки проектирования и значительно повысит качество проектных решений.

Выводы. При выполнении работы были получены такие результаты:

- разработан программный модуль, интегрированный в среду CAD системы, и расширяющий ее возможности для более комплексной автоматизации выбора оптимальной схемы установки заготовки в станочном приспособлении;

- при анализе практической реализации разработанного программного модуля выяснено, что полученные результаты расчетов и конструкторские решения обеспечивают качество проектируемой схемы установки; проведенная оценка экономической эффективности внедрения системы показала положительные результаты при условии, что предприятие уже обладает CAD системой трехмерного твердотельного моделирования;

- в результате программной реализации были созданы логическая и динамическая модели работы системы; сформирована структура программного модуля в виде схемы, отражающей основные блоки системы их взаимосвязи;

- разработана математическая модель автоматизации процесса выбора оптимальной схемы установки заготовки в станочном приспособлении с использованием современных CAD технологий; с использованием методов системного анализа общая задача автоматизации была разбита на отдельные иерархически связанные задачи, выявлены информационные взаимосвязи между ними и CAD системой, при этом был сформирован и описан алгоритм расчета погрешности базирования заготовки в станочном приспособлении для каждого выполняемого на операции технологического размера.

В промышленности с технологической подготовкой производства непосредственно связаны: освоение выпуска новых изделий, повышение технического уровня и качества продукции, улучшение всех технико-экономических показателей работы предприятий. Первостепенное значение при этом приобретает максимальное уменьшение длительности циклов подготовки производства. Сокращение сроков, отводимых на ТПП, трудоемкость и многовариантность технологического проектирования, необходимость оптимизации проектных решений, требует коренных изменений методов проектирования, всестороннего использования вычислительной техники. Наибольший эффект от применения ЭВМ в технологии достигается при комплексном решении технологических задач. На сегодняшний день проблема автоматизации ТПП решается путем применения интегрированных САПР – CAD/CAM/CAE-систем. В ближайшее время именно этот подход будет преобладающим вследствие своей высокой эффективности. В связи с вышесказанным актуальной является задача интеграции автоматизированной системы конструирования элементов схемы установки заготовки при синтезе станочных приспособлений в состав CAD/CAM/CAE-систем. Перспективность данной системы заключается в интерактивном автоматическом считывании входных параметров со сборочных чертежей и детализовок, из технических условий и требований. Выходная информация может передаваться в САМ-модуль (условия обработки), а на бумажные носители выводится маршрутно-операционные карты обработки.

СОРОКИН Сергей Владимирович – доцент кафедры «Технология машиностроения» Брянского государственного технического университета (Россия).

Научные интересы:

- процессы механической обработки в машиностроении
- автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства

Тел.: (4832)58–82–20.

E-mail: irb18@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 01.10.2013

Сорокін С.В. Автоматизація розрахунку похибки базування при синтезі верстатних приладів з використанням інтегрованих САПР

Сорокин С.В. Автоматизация расчета погрешности базирования при синтезе станочных приспособлений с применением интегрированных САПР

Сорокін С.В. Автоматизація розрахунку похибки базування при синтезі верстатних приладів з використанням інтегрованих САПР

УДК621.822

Автоматизація розрахунку похибки базування при синтезі верстатних приладів з використанням інтегрованих САПР / С.В. Сорокін

У статті розглядаються питання автоматизації розрахунку похибки базування заготовки у верстатному приладі та конструювання установочних елементів при синтезі приладдя з використанням інтегрованих САПР. Пропонована методика базується на використанні методу інтерактивної формалізації вихідної технологічної інформації в середовищі CAD/CAM-систем.