

УДК 621.9

И.Н. Фролова¹, Т.С. Люлина², И. С. Ларионов³**ВЫБОР ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ
ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ**ОАО ПКО «Теплообменник»¹,
ОАО Концерн ПВО «Алмаз-Антей»²,
ООО «Флайг+Хоммель»³

Статья посвящена вопросам автоматизации процедуры выбора средств технологического оснащения. Дан краткий обзор проблем, стоящих перед разработчиками систем автоматизированного проектирования технологических процессов. Предложено решение проблемы автоматического выбора средств технологического оснащения. Рассмотрен универсальный подход к информационному описанию всех элементов технологической системы.

Ключевые слова: автоматизация, выбор средств технологического оснащения, информационное описание объекта сборки, глобальная система координат, алгоритм построения начала координат объекта

Технологическая система (ТС) отдельной технологической операции представляет собой систему, состоящую из взаимосвязанных и собранных в единое целое элементов: станка, приспособления, инструмента, заготовки.

В современных условиях изменения как станочного, так и инструментального парка предприятия происходят достаточно часто. Появляются станки, которых не существовало 10-15 лет назад. Они позволяют выполнять как токарные, так и фрезерно-сверлильные операции. Инструмент становится все более инвариантен по отношению к станкам.

Для обеспечения в САПР ТП выбора средств технологического оснащения (СТО) на технологической операции технолог должен:

- или использовать связи между элементами СТО, имеющиеся в БД САПР ТП;
- или знать (хранить в голове) в полном объеме СТО, имеющиеся на предприятии.

В обоих случаях неполнота информации о СТО приводит как к информационным, так и к материальным конфликтам, существенным финансовым затратам предприятия. На многих предприятиях имеются существенные проблемы с использованием и хранением СТО:

- создание отдельными технологами «личных» каталогов по использованию инструмента на конкретной модели станка;
- использование разными технологами для обработки однотипных деталей разных СТО на одном и том же станке или на разных станках, что увеличивает разнообразие применяемых СТО и ведет к увеличению площадей складов;
- при приобретении нового станка или нового СТО все «привязки» СТО к станку нужно делать заново: как в знаниях технологов и рабочих, так и в базах данных САПР, что увеличивает время внедрения нового оборудования;
- накопление режущего инструмента, приспособлений, а также их составных частей «в тумбочках» около станка, что приводит к дополнительным закупкам СТО и неэффективным финансовым затратам предприятия;
- на предприятиях время от времени проводятся рейды по ликвидации неучтенных «пристаночных» складов СТО и возвращению инструментов на склады, ликвидация «тумбочек», вызывая дополнительные финансовые затраты. Несмотря на проведение рейдов, «тумбочки» возникают снова и снова, доказывая, что этот процесс имеет объективную причину;
- некоторые производители станков и предприятия вместо ликвидации пристаночных

складов СТО принимают решения о специальном создании таких пристаночных складов, уменьшая площади под централизованные склады.

В базы данных САПР ТП при описании отдельного элемента СТО (станка, приспособления, инструмента) заносится информация, состоящая из наименования, обозначения и ряда параметров. Обычно наложение связей между элементами СТО в информационной базе САПР ТП целенаправленно осуществляется технологом или администратором базы.

Для автоматизации выбора СТО в информационной базе различных САПР ТП существует функционал для установления одно- и двусторонних соответствий модели станка и конкретных инструментов или групп СТО. Этот функционал позволяет технологу или администратору БД однократно вручную или по определенным условиям установить связь (соответствие) между элементами СТО и в дальнейшем использовать это соответствие для ускорения выбора СТО. При этом связи показывают возможные применения элементов СТО, то есть какие инструменты и/или приспособления можно применять при выборе конкретного станка и наоборот.

Эти связи неконкретные, они общие. Общие связи позволяют сократить количество вариантов (уменьшить множество переборков) систем «станок-приспособление» и/или «станок-инструмент» при выборе СТО в САПР ТП. Однако если на предприятии одновременно существенно изменяется станочный парк или происходит изменение поставщика инструмента, такая процедура установления соответствий становится весьма сложной и продолжительной.

Поэтому становится актуальной задача использования информационного описания инструмента и модели станка для автоматического установления соответствия между элементами СТО в БД САПР ТП. Отсутствие единой системы формализованного описания СТО в САПР ТП приводит к тому, что информация, обеспечивающая автоматическое наложение связей при сборке ТС из отдельных элементов СТО, в базу данных САПР ТП заносится частично и нецеленаправленно, случайно.

Один из элементов ТС – заготовка – имеет переменную структуру (количество поверхностей, их размеры, расположение друг относительно друга) в производственном цикле. Структура отдельных элементов СТО (отдельного станка, приспособления, инструмента) постоянна. От структуры заготовки зависит состав средств технологического оснащения (СТО): станок, приспособление, инструмент. При изменении структуры заготовки (для обработки другой детали) состав СТО также меняется. Если бы структура заготовки не менялась, то и состав СТО был бы постоянный. Такие ТС существуют в виде автоматических линий.

Конкретная связь, то есть непосредственно привязка СТО к технологической операции, на данный момент в информационном виде в САПР ТП осуществляется технологом вручную.

Связи между элементами в материальном виде накладываются в процессе сборки ТС перед осуществлением технологической операции. Это связи ориентирующие, сопрягающие, закрепляющие. Конкретные связи существуют только на данной технологической операции. По ее окончании происходит разборка технологической системы. Все элементы ТС становятся независимыми, связи разрушаются. На другой технологической операции эти же элементы образуют другую ТС.

Точно так же при использовании УСПО отдельные элементы собираются, образуя приспособление на отдельную технологическую операцию. В процессе сборки между элементами УСПО накладываются ориентирующие, сопрягающие, закрепляющие связи. По окончании использования приспособление УСПО разбирается. Элементы УСПО становятся независимыми. На другой технологической операции эти же элементы образуют другое приспособление.

Для полноты информационного описания элементов технологической системы, необходимо рассмотреть структуру каждого элемента СТО в отдельности. Анализ элементов структуры позволяет выявить метод общего их описания.

Для описания алгоритма построения начала координат ГСК на объекте введем некоторые понятия.

Глобальная система координат (ГСК) – пространственная прямоугольная декартова система координат, образованная правой тройкой векторов – определяет положение объекта в глобальном пространстве.

Исполнительные поверхности объекта – поверхности, отвечающие за исполнение определенной функции (кроме основной конструкторской базы).

Главные исполнительные поверхности объекта – поверхности, отвечающие за исполнение главного функционального назначения объекта.

Собственная система координат (ССК) – пространственная прямоугольная декартова система координат, образованная правой тройкой векторов – определяет положение поверхностей средств технологического оснащения в глобальной системе.

Первичным ориентированием объекта сборки в материальном виде называется приведение объекта от произвольного положения в начале в первое устойчивое положение на определяющих поверхностях.

При информационном описании объекта сборки под определяющими поверхностями будем понимать основные базовые поверхности, под первичным ориентированием – приведение объекта сборки в глобальную систему координат (ГСК).

Вторичным ориентированием объекта сборки в материальном виде называется последовательный перевод объекта сборки от одного устойчивого положения на определяющих поверхностях к другому до тех пор, пока объект не будет приведен в какое-то одно, заранее заданное положение.

При информационном описании объекта сборки под вторичным ориентированием будем понимать определение операторов перемещения и поворота объекта сборки из ГСК в сборочное положение.

Основные направления описания конструкций, разрабатываемых для автоматизации сборки средств технологического оснащения, состоят в следующем.

- конструкция каждого объекта сборки (станка, приспособления, инструмента, заготовки) должна быть расчленена на отдельные функциональные блоки (узлы), такие как ориентирующие, сопрягающие, направляющие:
 - разделение конструкции объекта сборки на КЭ. В основу анализа функций ТО и построения КФС положен принцип выделения и рассмотрения структур с двухуровневой иерархией, т. е. любой ТО можно разделить на несколько элементов, каждый из которых имеет вполне определенную функцию (или функции) по обеспечению работы ТО или его элементов. При этом рассматриваемый ТО представляет собой верхний уровень, а выделенные функциональные элементы – нижний. Любой ТО (кроме неделимых элементов) может быть разделен на несколько укрупненных функциональных элементов, каждый из которых должен иметь минимальное число (не менее одной) определенных функций. Предельное детальное разделение ТО возможно до неделимых (в функциональном смысле) элементов;
 - выявление функций КЭ объектов сборки. Может быть представлено конструктивной функциональной структурой СТО. Построение конструктивной функциональной структуры (КФС) основывается на законе соответствия между функцией и структурой ТО. Конструктивная структура представляет собой ориентированный граф, вершинами которого являются наименования элементов ТО и объектов ОС, а ребрами — конструктивные связи элементов. При построении конструктивной структуры сначала изображают вершины. В вершинах, представляющих собой овалы или прямоугольники, указывают обозначения и наименования объектов ОС и элементов. После этого строят направленные ребра графа. Ребра выходят из вершин-элементов, которые необходимо зафиксировать, и заканчиваются в вершинах-элементах, на которых они закреплены или которые являются для них несущими. Из каждой вершины-элемента выходит столько ребер, сколько конструктивных связей имеет элемент;

- построение базовой СК на базовых поверхностях объекта сборки;
- первичное ориентирование объекта сборки в ГСК. При описании СТО, применяемых на технологической операции, нужно выбрать такую систему отсчета, по отношению к которой все объекты одной сборки будут ориентированы одинаково и однозначно. Такая система называется глобальной;
- вторичное ориентирование объекта сборки в положение сборки. Все перемещения материального объекта для осуществления сборки определяются относительно другого тела, обычно называемого телом отсчета. Рассмотрим простейшую систему координат, состоящую из двух тел. Первое тело определяет систему отсчета – это человек – инженер – рабочий. Операторы перемещения и поворота второго тела (инструмент, приспособление, заготовка) для осуществления сборки определяется в этой системе координат.

Глобальная система координат

Глобальную систему координат (ГСК) будем связывать с описываемым объектом. Для осуществления первичного ориентирования любого объекта будем помещать его в глобальную систему координат, при этом помещение объекта в ГСК будет определять ее начало координат.

Для начала будем осуществлять построение базовой системы координат на основных базовых поверхностях объекта сборки.

ГСК определяется относительно начала отсчета - человека-наблюдателя. Расстояния от начала отсчета до начала координат ГСК (по всем осям ГСК) принимаются равными 1.

ГСК всегда – правая декартова система координат. Основные плоскости ГСК взаимно перпендикулярны, положительные полуплоскости лежат в теле объекта:

- горизонтальная плоскость ГСК – XU – совпадает с плоскостью "пола", где стоит наблюдатель;
- фронтальная плоскость ГСК – YZ – расположена перед наблюдателем и перпендикулярна линии взгляда;
- профильная плоскость ГСК – ZX – расположена перпендикулярно фронтальной и горизонтальной плоскостям.

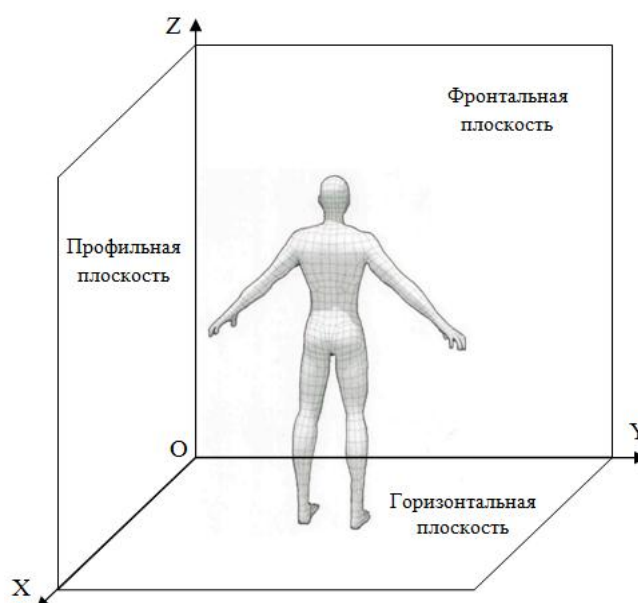


Рис. 1. Глобальная система координат с наблюдателем

Направления осей ГСК (рис. 1):

- ось X направлена против взгляда наблюдателя на исполнительные поверхности объекта, расположена в горизонтальной плоскости ГСК и является общей прямой для профильной и горизонтальной плоскостей;
- ось Y направлена вдоль правой руки наблюдателя в тело объекта, является общей прямой для горизонтальной и фронтальной плоскостей ГСК;
- ось Z направлена вертикально вверх против действия силы тяжести, перпендикулярно горизонтальной плоскости ГСК XY , является общей прямой для фронтальной и профильной плоскостей.

Оси X , Y и Z взаимно перпендикулярны и пересекаются в начале координат ГСК.

Для полного определения ГСК в пространстве необходимо определить положение начала координат – точку O .

Алгоритм построения начала координат объекта

Конструкция рассматриваемого объекта (станок, приспособление, инструмент, деталь) должна быть расчленена на отдельные функциональные блоки (узлы), такие как ориентирующие, сопрягающие, направляющие. У каждого объекта имеются те части, которые отвечают за установку объекта и являются его основными конструкторскими базами (для инструмента и технологической оснастки – установка на станок, а для станка – установка на плоскость пола). Для помещения любого объекта в ГСК и определения ее начала координат, заключаем базовые части объекта по выступающим точкам в базовый параллелепипед или в базовый цилиндр.

Построение ГСК на базовом параллелепипеде

1. Параллелепипед помещается в пространство ГСК таким образом, чтобы главные исполнительные поверхности объекта, (в параллелепипед вписаны только базовые части, а не сам объект), расположились «лицом» к лицу наблюдателя и вверх, при этом одна из граней параллелепипеда должна совпасть с горизонтальной плоскостью (XY).

2. У параллелепипеда определились передняя, задняя, боковые (правая и левая), верхняя и нижняя грани.

3. Точка пересечения задней, боковой левой и нижней граней – точка O_1 .

4. Совмещаем точку O_1 с точкой O ГСК, при этом необходимо учесть, что оси ГСК направлены в тело параллелепипеда, а профильная (XZ) и фронтальная (ZY) плоскости ГСК совпадают с боковой левой и задней гранями параллелепипеда соответственно.

5. Начало координат ГСК определено.

Построение ГСК на базовом цилиндре

1. Цилиндр помещается в пространство ГСК таким образом, чтобы главные исполнительные поверхности объекта, расположились «лицом» к лицу наблюдателя и вверх, при этом нижняя грань цилиндра должна совпасть с горизонтальной плоскостью (XY).

2. У цилиндра определились верхняя и нижняя грани.

3. Точка пересечения оси симметрии цилиндра и нижней грани – точка O_1 .

4. Совмещаем точку O_1 с точкой O ГСК, при этом необходимо учесть, что оси ГСК направлены в тело цилиндра, а линия пересечения профильной (XZ) и фронтальной (ZY) плоскостей ГСК совпадает с осью симметрии цилиндра.

5. Начало координат ГСК определено.

I.N. Frolova¹, T.S. Lyulina², J.S. Larionov³

**CHOICE FOR GLOBAL COORDINATE SYSTEMS ELEMENTS
TECHNOLOGICAL EQUIPMENT**

Теплообмёник JSC PDC Nizhny Novgorod¹,
Joint-stock Company Almaz-Antey²,
Flaig + Hommel Gruppe³

Purpose: Identify the main ideas of the method automate the design process of mechanical treatment on the basis of the formation of the basic structures, describe the sequence of actions, features and difficulties arising in this case. Learn the basic structure and features of the data format STEP.

Methodology: Comparison and identification features, advantages and disadvantages of existing technologies to automate the creation of technical processes. Studying the structure of the data format STEP by successive complications 3Dmodels and reveal patterns of change in the structure of the file format STEP.

Findings: The basic idea of the method of design automation of technological processes of mechanical treatment on the basis of the formation of the basic structures are described especially the sequence of actions and difficulties arising in this case. The features of the popular STEP data format and the differences in the structure of the format created by different development environments.

Key words: design automation, process, mechanical processing, synthesis method, EXPRESS / STEP technology format STEP.