

УДК 62-229.316.6, 658.512

НЕКОТОРЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ФОРМАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫБОРА СХЕМ УСТАНОВКИ ДЕТАЛЕЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

С.А. ЩЕРБАКОВ, М.П. КУЛЬГЕЙКО

*Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого
пр. Октября, 48, Гомель, 246746, Беларусь*

Поступила в редакцию 18 февраля 2008

Предложена система графического обозначения и классификации возможных сочетаний технологических баз как основы создания компьютерной базы данных множества схем установок деталей на операциях механической обработки. Рассмотрена методика поэтапного автоматизированного анализа и выбора оптимальной схемы установки в условиях многовариантности решения задачи.

Ключевые слова: автоматизированный выбор, формализация задачи, схема установки.

Введение

При разработке технологических процессов изготовления, сборки, ремонта изделий, а также при проектировании станочных, сборочных, контрольных приспособлений перед проектировщиком встает задача по определению практической схемы установки, т.е. схемы базирования и закрепления, изображаемой условными знаками на операционном эскизе. Опытный технолог или конструктор технологической оснастки, приступая к решению этой задачи, знакомится с чертежом детали, эскизами поступающей и выходящей с оснащаемой операции заготовки. По этим данным он предлагает одну или несколько схем установки и выбирает оптимальную для существующих условий по некоторым критериям (точности, экономичности, трудоемкости реализации и т.п.). Как происходит начальный выбор схем установки?

Можно говорить о существующих правилах, но набор правил сам по себе не позволяет решить эту задачу без практического опыта и действий проектировщика, обусловленных мыслительными процессами, не поддающимися описанию. Иначе, как показывает практика, вопросы базирования заготовок на операциях механической обработки не были бы одними из самых сложных при проектировании техпроцессов и оснастки. Можно ли эти "мыслительные процессы" подчинить формальным правилам, которые позволяли бы правильно выбирать схемы установки, как человеку, малоопытному в решении таких задач, так и программе для ЭВМ?

Постановка задачи

Анализ обозначенной задачи показывает, что вопросам базирования в научной и технической литературе [1–3] отводится мало внимания. В основном даются определения, которые вошли в ГОСТ 21495-76 [4], и приводятся 5–6 наиболее распространенных теоретических схем базирования. Считается, что этого достаточно для понимания проблемы. Сколько вообще может быть видов теоретических схем базирования? Что первично: схема базирования теоретиче-

ская, которую используют только в учебной практике, или практическая (технологическая), т.е. схема установки (базирования и закрепления), которую указывают на операционном эскизе? Как много таких "практических" схем установки? Можно ли выделить характерные признаки для них и сделать классификацию, облегчающую выбор нужной схемы базирования и схемы установки? На эти и множество других вопросов, которые возникают при формализации этой проблемы и переводе ее на ЭВМ, нет ответов ни в справочной, ни в учебной и научной литературе. Проведенные исследования позволили найти ответы на ряд возникающих вопросов и наметить пути автоматизированного решения поставленной задачи.

Исследование проблемы

Для однозначного определения положения твердого тела в пространстве необходимо и достаточно лишить ее шести степеней свободы. В соответствии с правилом "шести точек" в технологии машиностроения для определения положения заготовки (детали) задается шесть опорных точек, символизирующих шесть независимых связей в выбранной системе координат. В зависимости от геометрической формы и размеров поверхностей деталей, относительно которых задается положение других поверхностей, при разработке операций техпроцесса и конструировании приспособлений в основном применяются следующие комплекты баз:

- установочная, направляющая, опорная;
- установочная, двойная опорная, опорная;
- двойная направляющая, опорная, опорная.

Теоретически возможны и практически имеют место (довольно редко) еще несколько комплектов баз, обеспечивающих лишения шести степеней свободы, т.е. реализующих шесть опорных точек, а именно: три двойные опорные, три направляющие, двойная направляющая с двойной опорной. Однако такие сочетания баз на практике встречаются крайне редко из-за сложности конструктивной реализации установочных элементов оснастки, как правило, не вписываются в системы координат существующего станочного оборудования и, кроме того, при некоторых допущениях путем условного перераспределения опорных точек вероятные схемы базирования могут быть представлены в виде схем, включающих основные комплекты баз. Поэтому для последовательного проведения систематизации и анализа схем базирования теоретически возможные комплекты баз приводятся к трем основным комплектам.

С целью дальнейшей формализации процедуры выбора схемы базирования целесообразно ввести следующие условные обозначения баз (табл. 1).

Общее число теоретических схем базирования будет равно сумме возможных сочетаний трех баз, каждая из которых может быть явной или скрытой, т.е. число таких сочетаний будет 24. Возможные сочетания баз с учетом принятых обозначений представлены в табл. 2.

Эти же сочетания баз могут служить и условным (сокращенным) обозначением вида теоретической схемы базирования, которую, при установившихся правилах обозначения опорными точками [4], указывают на конкретной заготовке. И хотя заготовок с такой теоретической схемой может быть много, ее вид будет принципиально неизменным. А вот практическая реализация этой схемы для разных заготовок будет различна, тем более, что в ней учитывается и тип установочных элементов, и форма поверхностей этих элементов, и направление усилия закрепления и т.п. При этом, для одной теоретической схемы базирования будет существовать конечное множество практических схем установок, различающихся формой поверхностей заготовок (плоскости, цилиндры, фасонные и др.), являющихся охватывающими или охватываемыми, располагающихся параллельно или перпендикулярно к определяющей базе комплекта (установочной или двойной направляющей), а также типом установочных элементов или базирующих механизмов и видом их поверхностей, контактирующих с явными базами заготовки, или материализующих ее скрытые базы.

Таблица 1. Условное обозначение баз

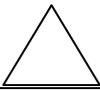
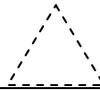
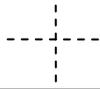
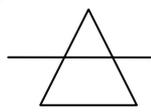
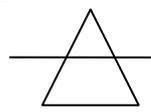
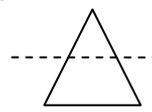
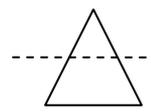
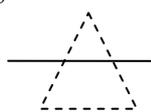
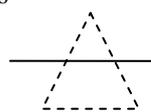
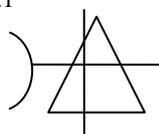
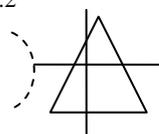
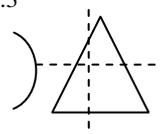
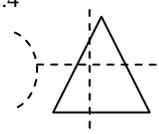
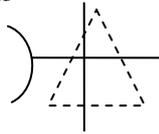
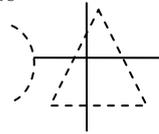
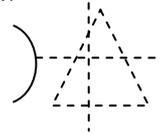
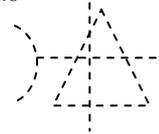
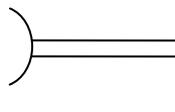
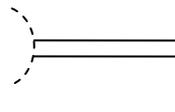
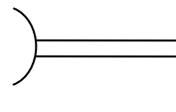
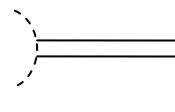
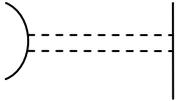
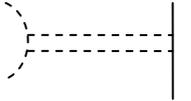
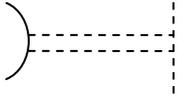
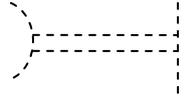
Название базы	Обозначение базы	
	явной	скрытой
Установочная		
Направляющая		
Двойная направляющая		
Двойная опорная		
Опорная, лишаящая: перемещения поворота		

Таблица 2. Условное обозначение возможных схем базирования

Номер комплекта и вид определяющей базы			Номер и вид сочетания баз			
1	Установочная	явная	1.1 	1.2 	1.3 	1.4 
		скрытая	1.5 	1.6 	1.7 	1.8 
2	Установочная	явная	2.1 	2.2 	2.3 	2.4 
		скрытая	2.5 	2.6 	2.7 	2.8 
3	Двойная направляющая	явная	3.1 	3.2 	3.3 	3.4 
		скрытая	3.5 	3.6 	3.7 	3.8 

Номер комплекта и вид определяющей базы		Номер и вид сочетания баз			
	скрытая	3.5 	3.6 	3.7 	3.8 

В табл. 3 приведены примеры теоретических схем базирования заготовок, соответствующие схемам 1.1 и 1.2 из табл. 2, а в табл. 4 – соответствующие технологические схемы установки [5]. Видно, что для любого сочетания баз (табл. 2) соответствующая ему теоретическая схема базирования (табл. 3) не имеет принципиальных различий у разных заготовок, а вот технологические схемы установок различаются существенно, и количество их может быть немалым. Поэтому для формального выбора схемы установки первичными признаками могут быть: комплект баз, сочетание баз (или соответствующая теоретическая схема базирования), характеристики баз. По этим признакам можно выбрать конечное множество технологических схем установок в заранее созданных базах данных, из которых затем определить наиболее эффективную по принятым критериям оптимальности.

Результаты исследования

Оптимальную схему установки можно представить в такой последовательности:

- определение конструкторской системы координат для выдерживаемых на рассматриваемой операции параметров точности обработки;
- определение необходимого комплекта баз;
- выбор теоретической схемы базирования, оптимальной по точности для выдерживаемых параметров и по экономичности реализации в приспособлении;
- выбор схемы установки, обеспечивающей наименьшие погрешности базирования и закрепления для выдерживаемых параметров точности.

Первоначально выбор системы координат производит конструктор при задании размеров и допусков (параметров точности) на чертеже детали. Поэтому первый этап, выполняемый в результате анализа рабочего чертежа обрабатываемой детали, является решающим для остальных. Здесь определяют, какую систему координат выбрал конструктор на чертеже для задания расположения обрабатываемых поверхностей: прямоугольную, в которой задаются три взаимно перпендикулярные координаты, или цилиндрическую, с двумя взаимно перпендикулярными линейными координатами и одной угловой.

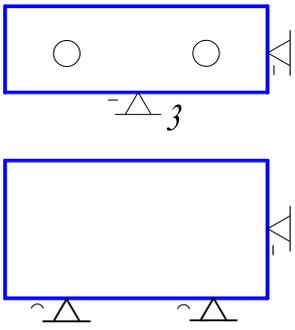
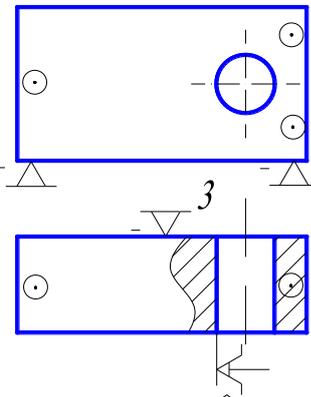
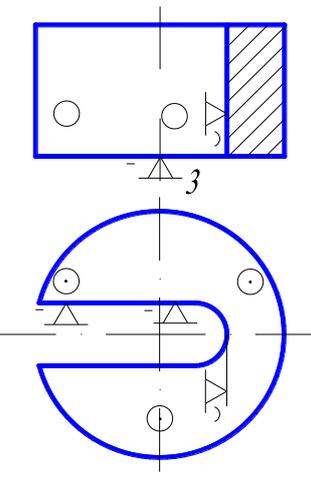
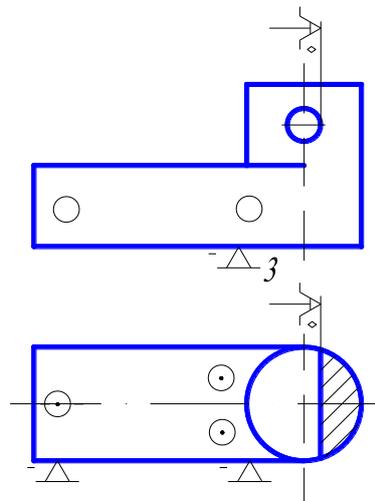
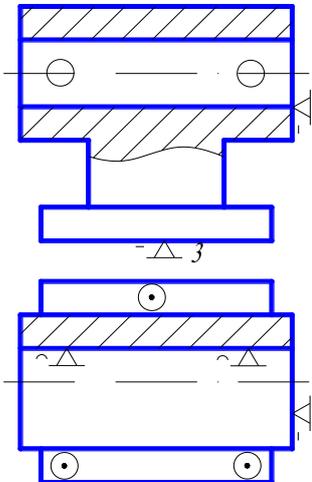
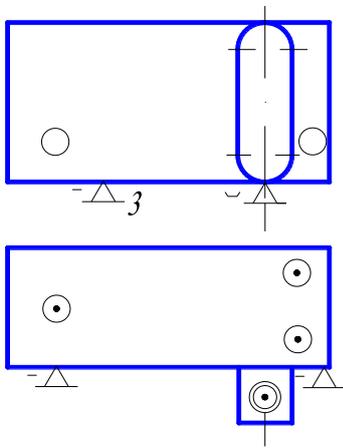
На втором этапе: для прямоугольной системы координат выбирается первый комплект баз — установочная, направляющая, опорная, а для цилиндрической системы координат выбирается второй комплект баз — установочная, двойная опорная и опорная базы или третий — двойная направляющая, опорная и опорная. Выбор между вторым и третьим комплектом баз производится с учетом размеров и формы определяющей базы (установочной или двойной направляющей).

На третьем этапе предлагается по приведенным выше номерам комплектов баз и сочетаниям в них баз по характеру проявления (явная база или скрытая) выделить из 24 схем теоретического базирования ту, которая соответствует рассматриваемому случаю, и по этой схеме базирования определять соответствующее ей множество схем установок в соответствующей базе данных.

Таблица 3. Примеры теоретических схем базирования для сочетаний баз 1.1 и 1.2

Номер и вид сочетания баз	1.1	1.2
Теоретическая схема базирования	<p>1.1.1</p>	<p>1.2.1</p>
	<p>1.1.2</p>	<p>1.2.2</p>
	<p>1.1.3</p>	<p>1.2.3</p>

Таблица 4. Примеры технологических схем установки для сочетаний баз 1.1, 1.2

Номер и вид сочетания баз	1.1	1.2
Технологическая схема базирования	<p>1.1.1</p> 	<p>1.2.1</p> 
	<p>1.1.2</p> 	<p>1.2.2</p> 
	<p>1.1.3</p> 	<p>1.2.3</p> 

Примечание. Зажимные элементы условно не показаны.

На четвертом этапе производится дробление этого множества на отдельные подмножества по признакам детали, установочных элементов и т.п.

Для схемы установки важно, какой вид поверхности детали используется для установки, охватываемая она или охватывающая, располагаемая параллельно или перпендикулярно к определяющей базе комплекта, а также тип установочных элементов или базирующих механизмов и форма их поверхностей, контактирующих с явными базами заготовки или материализующих ее скрытые базы, какие поверхности заготовки назначены под закрепление, форма поверхности зажимных элементов, направление усилия зажима и т.п. Перечисленные факторы приводят к большому разнообразию схем установок даже для одной детали. Множества схем установок для каждой из схем базирования будут большими или меньшими в зависимости от ряда факторов, но все они будут конечными, поддающимися "инвентаризации" и последующему автоматизированному анализу выбору.

Заключение

Предложенная система графического обозначения и классификации сочетаний баз позволяет формализовать задачу создания компьютерной базы данных, включающей множество возможных схем установок деталей в соответствии с теоретическими схемами базирования. На основе анализа соответствующего множества схем установок и последующего его дробления на подмножества по признакам детали, установочных элементов и т.п. представляется возможным поэтапный автоматизированный выбор оптимальной схемы установки детали на операциях механической обработки. Представленная методика сокращает объем поисковых работ и определяет кратчайшие пути выбора эффективной схемы установки по заданным критериям оптимальности в условиях, когда отсутствует очевидное и однозначное решение задачи.

SOME RULES OF FORMALIZATION OF A TASK OF AUTOMATED CHOICE OF DETAILS INSTALLATION CIRCUITS IN MECHANICAL ENGINEERING

S.A. SHCHERBAKOV, M.P. KULHEIKO

Abstract

The system of a graphic designation and classifications of possible combinations of technological bases is offered as base of creation of a computer database of many installations details circuits on machining operations. Step by step method of the automated analysis and choice of the optimum installation circuit is considered in conditions of multialternativeness decision of a task.

Литература

1. Суслов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. М., 2002.
2. Суслов А.Г. Технология машиностроения. М., 2004.
3. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения. М., 1999.
4. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения: ГОСТ 21495-76. М., 1976, 1990.
5. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические изображения: ГОСТ 3.1107-81. М., 1982.