

## ПОНЯТИЕ ТЕОРИИ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

*Витебский государственный технологический университет*

*Витебск, Беларусь*

Высокое качество технологической подготовки производства повышает его эффективность и существенно уменьшает вероятность брака. Разработанный технологический процесс должен обязательно обеспечить заданную чертежом точность размеров и относительных поворотов. Точность относительных поворотов обеспечивается только правильным выбором технологических баз. При обработке настроенным на партию деталей инструментом правильный выбор технологических баз обеспечивает также правильную точность чертежных размеров, особенно если последние получаются опосредованно — через ряд технологических размеров. Поэтому необходима теория базирования, которая давала бы четкие и формальные правила выбора технологических баз при механической обработке на станках. Это особенно важно для достаточно сложных (корпусных) деталей машин.

Анализ литературных источников показал, что теорией базирования в машиностроении занимались много крупных исследователей. В ранних работах (Гладков К. М., Маслов Д. П., Глуценко Е. И., Каратыгин А. М., Анненкова Е. Г. и др.) не наблюдался единый подход к классификации баз и к формированию основных понятий и определений теории. Выбор комплекта технологических баз рекомендовалось осуществлять на основе рекомендаций общего характера, пригодных для некоторых типов деталей (Якобсон М. О., Эттель А. В., Беспалов Б. Л., Глейзер Л. А. и др.).

К 1976 году под руководством Б. С. Балакшина была разработана четкая иерархическая классификация основных понятий и определений теории базирования, отраженная в ГОСТ 21495-76 «Базы в машиностроении. Термины и определения» (далее ГОСТ). Последователи и ученики Б. С. Балакшина (Воробьев Л. Н., Гусев А. А., Соломенцев Ю. М., Колесов И. М. и др.) в своих исследованиях часто использовали основные положения ГОСТа.

Но после издания ГОСТа появились работы [1-4], авторы которых не согласны с некоторыми его положениями. В работе [1] говорится о том, что в зависимости от технологической задачи, решаемой при обработке заготовки, при ее базировании в приспособлении или на станке может быть использована одна, две или три базы, несущие на себе в общей сложности три, четыре, пять или шесть опорных точек. Введено понятие настроечной базы — поверхности заготовки, по отношению к которой ориентируются обрабатываемые поверхности, связанная с этими поверхностями

непосредственными размерами и образуемая при одном установе с рассматриваемыми обрабатываемыми поверхностями заготовки.

В работе [2] утверждается то, что количество опорных точек (точек соприкосновения с установочными компонентами) на схеме базирования может быть и больше, и меньше шести. Приводятся примеры «схем базирования» с тремя, семью и даже девятью опорными точками. Но автор этой работы смешал понятия реального базирования, когда на количество реальных точек сопряжения влияют погрешности технологических баз и установочных элементов, и проектного базирования, результатом которого является разработанная схема базирования.

В работе [3] поддерживается идея о разграничении понятий реального и проектного базирования, однако в ней не определена цель разработки теоретической схемы базирования и отсутствует понятие теоретической схемы установки. В связи с этим у автора в примерах не всегда верно проводится базовая система координат, а также смешиваются понятия теоретической схемы базирования и теоретической схемы установки.

В связи с этим, есть необходимость внести некоторые изменения в терминах и определениях для полного и однозначного понимания теории базирования.

-При переходе от первой стадии проектирования к последней происходит наращивание объема информации о реальном процессе установки. Однако никогда модель установки не может быть тождественна реальному процессу, да это и не требуется.

Цель разработки теоретической схемы базирования т.е. *проектного базирования* — взаимная ориентация геометрической модели заготовки (ГМЗ) и декартовой системы координат, которую логично назвать собственной или базовой (ССК или БСК). *Геометрическая модель заготовки* — это эскиз заготовки в состоянии после выполнения рассматриваемой операции, на котором выделены обработанные компоненты, указаны показатели их ориентации (размеры, допуски относительных поворотов) относительно ранее обработанных элементов (плоскостей, осей, точек).

Взаимная ориентация ГМЗ и ССК осуществляется путем *сопряжения* (соприкосновения) элементов ГМЗ с плоскостями (в частном случае с осями) ССК. Будем считать, что каждая точка сопряжения накладывает на модель заготовки одну *связь*, которая отражает отсутствие неопределенности ее положения в собственной системе координат. Считается, что связь определяет положение точки сопряжения в направлении, перпендикулярном той из плоскостей базовой системы координат, в которой лежит рассматриваемая точка сопряжения. Чтобы определить направление связи и направление оси базовой системы координат предлагается использовать *направляющий вектор*, перпендикулярный соответствующей плоскости базовой системы координат, и определяющий направление оси базовой системы координат. На рис. 1 приведены некоторые примеры расположений точек сопряжения и направляющих векторов в базовой системе координат. Таким образом, создание ССК следует осуществлять путем размещения шести точек сопряжения и направляющих векторов на элементах ГМЗ.

Сочетание элементов ГМЗ, относительно которых задаются показатели ориентации обрабатываемых компонентов заготовки (размеры и относительные повороты) и на которых расположены точки сопряжения, будем называть *комплексом проектных операционных технологических баз* (далее комплект технологических баз). При этом полагается, что технологические базы (ТБ) не имеют погрешностей формы и взаимного расположения.

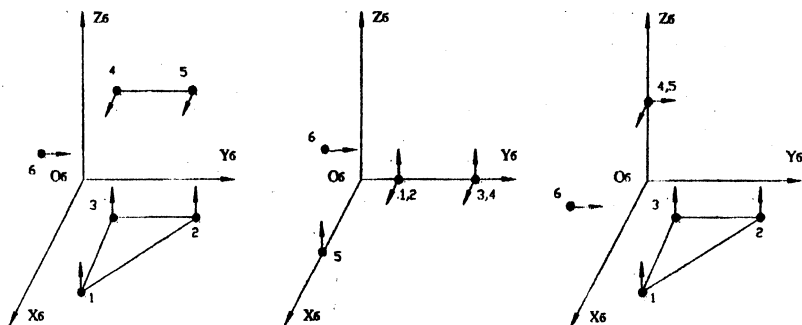


Рис. 1 Примеры расположения точек сопряжения в базовой системе координат

Сочетания точек сопряжения в ССК, расположенные на технологических базах, могут накладывать разное число связей. Сочетания точек сопряжения ГОСТ определяет как установочная, направляющая, опорная, двойная опорная, двойная направляющая базы. Однако *на установочную базу ничто не устанавливается, направляющая база ничего не направляет, на опорную базу ничего не опирается.*

Поэтому в порядке дискуссии предлагается вместо этих терминов использовать соответственно следующие: тройная однонаправленная, двойная однонаправленная, одиночная, двойная разнонаправленная, четверная базы, как термины, более адекватно отражающие процесс проектного базирования. Также предлагается ввести новое понятие — тройная разнонаправленная база, отсутствующее в ГОСТ.

Эти термины определены с помощью понятий — точка сопряжения, направляющий вектор. Так, например, под тройной однонаправленной технологической базой понимается три точки сопряжения не лежащие на одной прямой и имеющие одинаковое направление направляющих векторов, накладывающие на геометрическую модель заготовки три связи: одну линейную и две угловых (рис. 1).

Определены возможные варианты реализации технологических баз. Так, например, тройная однонаправленная база может быть реализована: плоскостью модели заготовки, двумя образующими, которые принадлежат пересекающимся или параллельным цилиндрам и лежат в одной плоскости; образующими цилиндра и конуса, лежащими в одной плоскости; направляющей окружностью тора; наружными точка-

ми трех сфер, лежащих в одной соприкасающейся с ними плоскости; двумя пересекающимися (или параллельными) осями цилиндров.

Если точки сопряжения лежат на моделях явных поверхностей, линий или точек, то соответствующая технологическая база называется *явной*, а если на плоскостях, осях или точках симметрии, то такая база называется *скрытой*.

Установлено, что всего возможны девять вариантов состава комплекта технологических баз: 1) тройная однонаправленная, двойная однонаправленная, одиночная (рис. 1); 2) тройная однонаправленная, двойная разнонаправленная, одиночная (рис. 1); 3) четверная, одиночная, одиночная (рис. 1); 4) четверная, двойная разнонаправленная; 5) тройная разнонаправленная, двойная однонаправленная, одиночная; 6) тройная разнонаправленная, одиночная, одиночная, одиночная; 7) тройная разнонаправленная, двойная разнонаправленная, одиночная; 8) двойная однонаправленная, двойная однонаправленная, двойная однонаправленная; 9) двойная разнонаправленная, двойная разнонаправленная, двойная разнонаправленная.

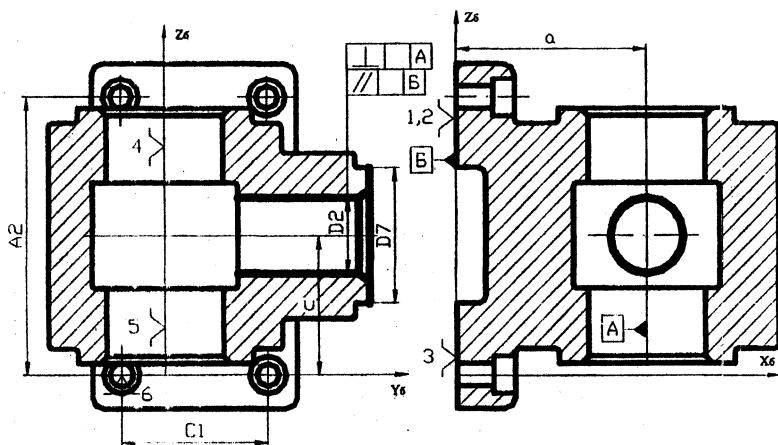


Рис. 2 Пример теоретической схемы базирования

**Теоретической схемой базирования** (или просто **схемой базирования**) будем называть геометрическую модель заготовки в состоянии после выполнения рассматриваемой операции, на которой выделены обработанные поверхности, проставлены размеры и условные значки, интерпретирующие точки сопряжения и направляющие векторы, а также показана базовая система координат (рис.2).

Указанные выше варианты схем базирования можно разделить на четыре класса. Первый класс объединяет варианты схем базирования, в которых главной является тройная однонаправленная база. Второй класс объединяет варианты схем базирования, в которых главной является четверная база. К третьему классу относятся вари-

анты схем базирования, в которых главной является тройная разнонаправленная база. К четвертому классу относятся варианты схем базирования где нет главной базы, а комплект технологических баз образуется сочетанием трех одинаковых (двойных однонаправленных или двойных разнонаправленных) баз.

На этапе разработки *теоретической схемы установки* моделируется расположение точек контакта моделей явных поверхностей заготовки с геометрическими моделями установочных элементов приспособления. Эти точки логично называть *опорными*. Модель расположения опорных точек описывает новую, *опорную систему координат*. Кроме того, согласно ГОСТ 3.1107-81 «Опоры, зажимы, и установочные устройства. Графические обозначения» на данном этапе выбирается вид установочных, установочно-зажимных и зажимных элементов (а иногда и типовых приспособлений). Также на данном этапе определяется точка приложения и направление сил зажима. При проектировании схемы установки желательно совместить опорную систему координат с базовой (собственной), чтобы не создавать условия для возникновения *погрешности схемы установки* – меры несовпадения опорной и базовой систем координат.

Ранее предлагалась методика формализованного определения комплектов проектных технологических баз и порядка обработки поверхностей заготовок корпусных деталей на основе совместного анализа графов размерных связей детали и графов относительного расположения [5]. С помощью методики назначения схемы базирования [4] можно легко определить вид компонента (установочная (тройная однонаправленная), направляющая (двойная однонаправленная) и т.д.) комплекта баз. А с помощью методики структурного синтеза схемы установки на основе замены вида компонента комплекта технологических баз схемы базирования элементом схемы установки [6], обеспечивающим наложение на геометрическую модель заготовки необходимого числа связей, можно разработать теоретическую схему установки.

Таким образом, указанный вариант корректировки ГОСТ 21495-76 хорошо согласуется с требованиями к формализации самых сложных процедур проектирования технологии изготовления деталей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мязалин А. А. Технология механической обработки. Л.: Машиностроение, 1977.—464с.
2. Байор Б. Н. О развитии методологии базирования // СТИН, 2000, № 3, С.24—26.
3. Емельянов В. Н. О разработке теоретических схем базирования // СТИН, 2002, № 1, С.32-34.
4. Беляков Н. В., Жемчужный М. И., Махаринский Е. И. Достаточность задания допусков относительных поворотов на чертежах корпусных деталей и проблема синтеза схем базирования // Веснік ВДУ, 2002, №3(25). С118-123.
5. Беляков Н. В., Махаринский Е. И. Синтез маршрута обработки корпусных деталей машин // Машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. 18. Под ред. И. П. Филонова. —

Мн.: УП «Технопринт», 2002.— с. 93-98. 6. Беляков Н. В., Махаринский Е. И., Махаринский Ю. Е. Синтез схем установки заготовок корпусных деталей машин // Машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. 18. Под ред. И. П. Филонова. — Мн.: УП «Технопринт», 2002. — С. 98—104.

УДК 621.01

А.Н. Гришаев, В.С. Мисевич

## ЭЛЕМЕНТЫ ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫБОРА МЕТОДА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ

*Витебский государственный технологический университет  
Витебск, Беларусь*

Изготовление изделий в условиях быстрой смены рыночной конъюнктуры характеризуется, с одной стороны, многообразием изделий и их частой обsolesаемостью, а с другой стороны, непрерывным появлением новых методов обработки. Это в большой степени определяет тот огромный объем технологической информации, который перерабатывается при макропроектировании технологических процессов (ТП).

Исходя из изложенного выше, можно сказать, что назрела острая необходимость в создании информационно-методического обеспечения выбора методов формообразования на стадии макропроектирования. В работах [1, 2] были предприняты первые шаги в этом направлении, а именно, разработаны основные положения методики макропроектирования ТП на основе установленной связи «свойство детали — метод изготовления детали».

Целью этой работы является дальнейшее совершенствование методики макропроектирования, а именно, системное описание специфических особенностей методов деталиобразования. Учет специфических особенностей различных методов деталиобразования, как правило, облегчает выбор метода обработки для различных деталей, а иногда и полностью определяет этот выбор.

Обзор и анализ литературы по способам и методам деталиобразования выявили необходимость в некотором уточнении ряда технологических понятий и введении ряда новых понятий, отвечающих требованиям системного подхода к проектированию технологических процессов. В первую очередь, это относится к таким понятиям, как деталиобразование, формообразование, структурообразование материала детали. Под деталиобразованием будем понимать процесс, в котором одновременно создаются молекулярная структура материала детали (из жидкости или порошка) и геометрическая форма детали. При этом, под формообразованием понимается процесс, относящийся только к получению геометрической формы детали. А процесс