

НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ БАЗИРОВАНИЯ

*Н.В. Беляков, Е.И. Махаринский,
Ю.Е. Махаринский*

В настоящее время теория базирования является предметом обсуждения многих специалистов в области технологии машиностроения. Современные условия проектирования процессов обработки деталей требуют нового, более глубокого подхода к изучению этой теории. Это особенно важно для формализации процедуры синтеза схемы базирования.

Понимание теории базирования у различных авторов неоднозначное. Анализ литературных источников позволил выделить три этапа развития мысли в этой области: 1) этап до введения ГОСТ 21495-76; 2) этап использования ГОСТа 21495-76; 3) современный этап.

В работах первого периода [1, 2, 3 и др.] по-разному трактуются понятия, различны принципы классификации баз. В ряде работ [4, 5, 6 и др.] лишь даются рекомендации общего характера для некоторых типов деталей по выбору установочных поверхностей.

Очевидно, что к 1976 году созрела необходимость систематизировать накопленный опыт и положить конец разным и не всегда обоснованным подходам в классификации баз и терминологии в области теории базирования. Балакшиным Б.С. был разработан ГОСТ 21495-76 (далее ГОСТ). Работы Балакшина Б.С. в области теории базирования были венцом систематизаторской работы. С этого времени начинается новый этап в области теории базирования. Он характеризуется тем, что многие авторы в своих работах использовали основные положения ГОСТа [7, 8, 9 и др.].

Вскоре после издания ГОСТ появились работы по теории базирования в которых наблюдается существенное отличие от него [10, 11, 12]. То есть начался третий этап, продолжающийся и сейчас. С этой точки зрения интересной представляется работа [13]. В ней подчёркивается необходимость корректировки указанного ГОСТа и говорится о том, что количество опорных точек на схеме базирования не обязательно должно быть равно шести: их может быть и больше, и меньше. Приводятся примеры, на которых показаны варианты «схем базирования» с тремя, семью и даже девятью опорными точками. Однако в этих примерах смешаны понятия схемы базирования, реального базирования и схемы установки.

Следует отметить, что ГОСТ охватывает механическую обработку и сборку. В нем, также как и в работе [13], нет четкого разграничения между реальным и проектным базированием. В связи с чем, есть необходимость внести некоторые изменения в терминах и определениях для полного и однозначного понимания теории базирования. Предлагается ввести новые понятия и изменить ряд существующих терминов и определений, ориентируясь на ГОСТ на механическую обработку.

Итак, одной из основных процедур проектирования технологической операции является разработка *модели установки заготовки*, которую разбивают на следующие стадии: разработка теоретической схемы базирования, разработка схемы установки, разработка (или выбор) конструктивной модели приспособления.

При переходе от первой стадии проектирования к последней происходит наращивание объема информации о реальном процессе установки. Однако никогда мо-

дель 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 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.

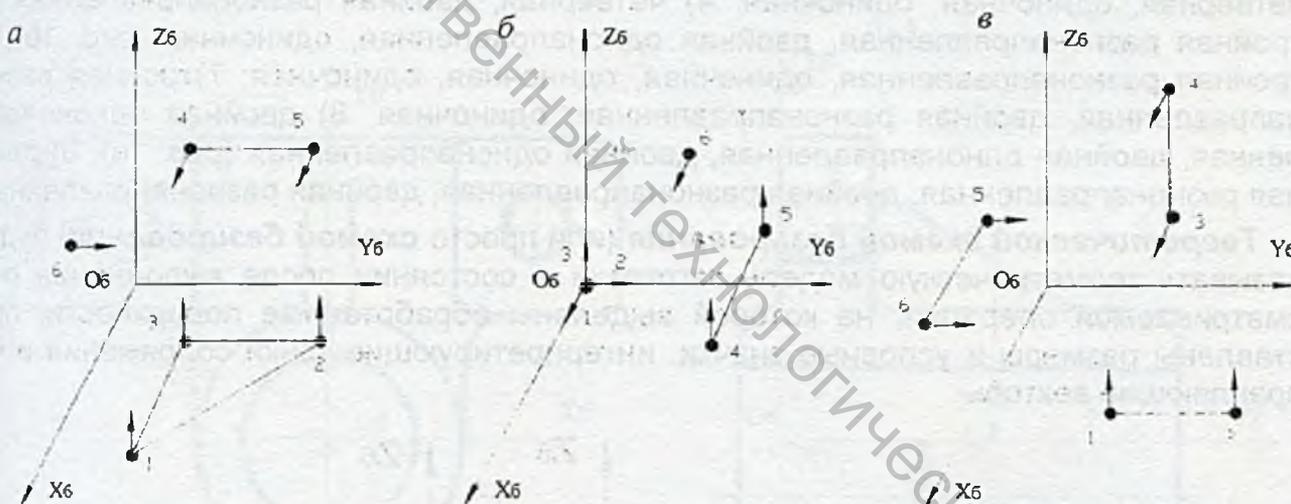


Рисунок 1 - Примеры расположения точек сопряжения в базовой системе координат

Сочетание элементов ГМЗ, относительно которых задаются показатели ориентации обрабатываемых компонентов заготовки и на которых расположены точки сопряжения, будем называть **комплексом проектных операционных технологических баз** (далее комплекс технологических баз). При этом полагается, что технологические базы (ТБ) не имеют погрешностей формы и взаимного расположения. Оценка влияния этих погрешностей является отдельной задачей подлежащей решению.

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.

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 а).

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 (рис. 2); образующими цилиндра и конуса, лежащими в одной плоскости; направляющей окружностью тора; наружными точками 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. 1а); 2) тройная однонаправленная, двойная разнонаправленная, одиночная; 3) четверная, одиночная, одиночная; 4) четверная, двойная разнонаправленная; 5) тройная разнонаправленная, двойная однонаправленная, одиночная (рис. 1б); 6) тройная разнонаправленная, одиночная, одиночная, одиночная; 7) тройная разнонаправленная, двойная разнонаправленная, одиночная; 8) двойная однонаправленная, двойная однонаправленная, двойная однонаправленная (рис. 1в); 9) двойная разнонаправленная, двойная разнонаправленная, двойная разнонаправленная.

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.

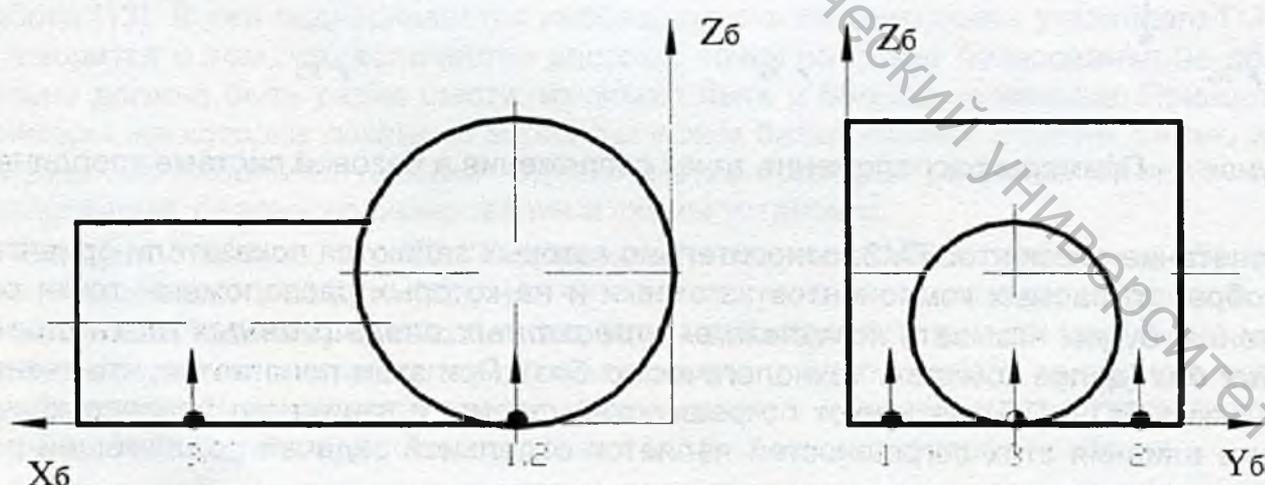


Рисунок 2 - Схема реализации тройной однонаправленной базы с помощью двух образующих, принадлежащих пересекающимся цилиндрам и лежащих в одной плоскости

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 варианты 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 **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 (СТ СЭВ 1803-79) «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. На этом этапе и могут возникнуть те девять опорных точек, о которых говорится в работе [13].

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 (рис. 3).

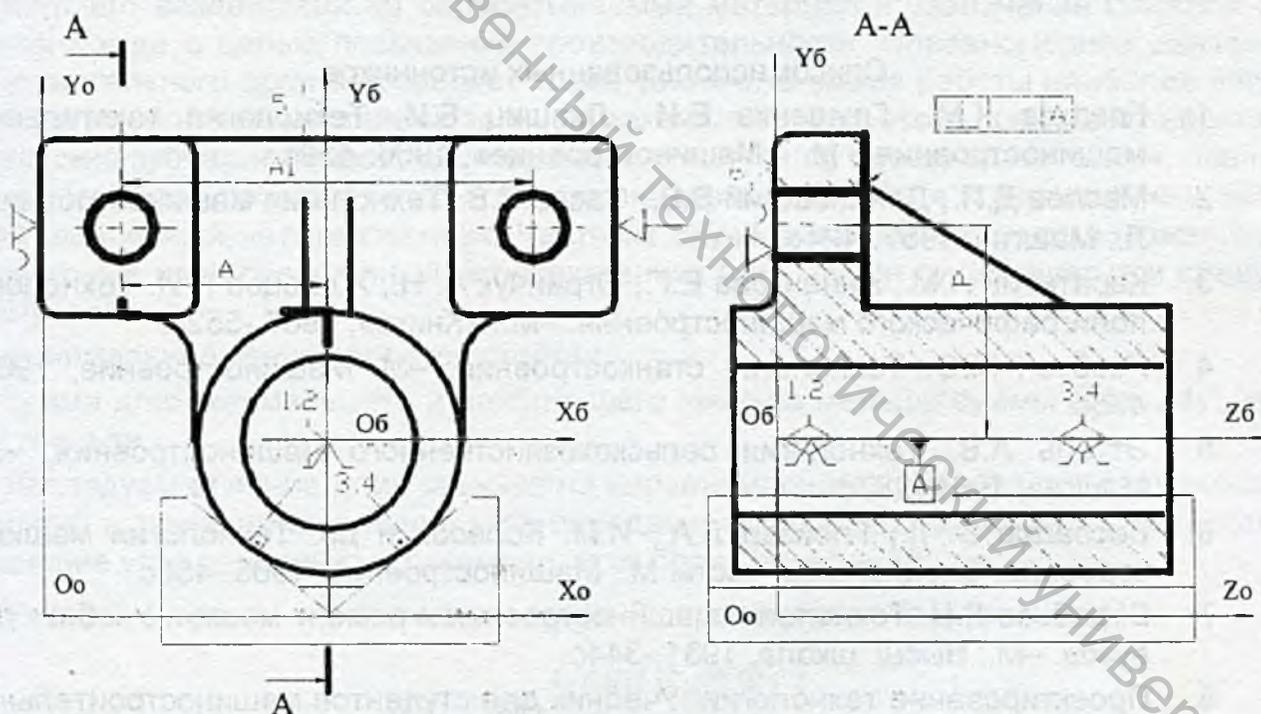


Рисунок 3 - Несовпадение базовой и опорной систем координат – условие для возникновения погрешности схемы установки

Если технологическая база (плоскость, ось или точка симметрии) является скрытой, то ее точная фиксация в опорной системе координат возможна при помощи самоцентрирующих установочных и установочно-зажимных компонентов приспособления (при этом погрешностью приспособления пренебрегаем), однако это может привести к удорожанию приспособления (рис. 4).

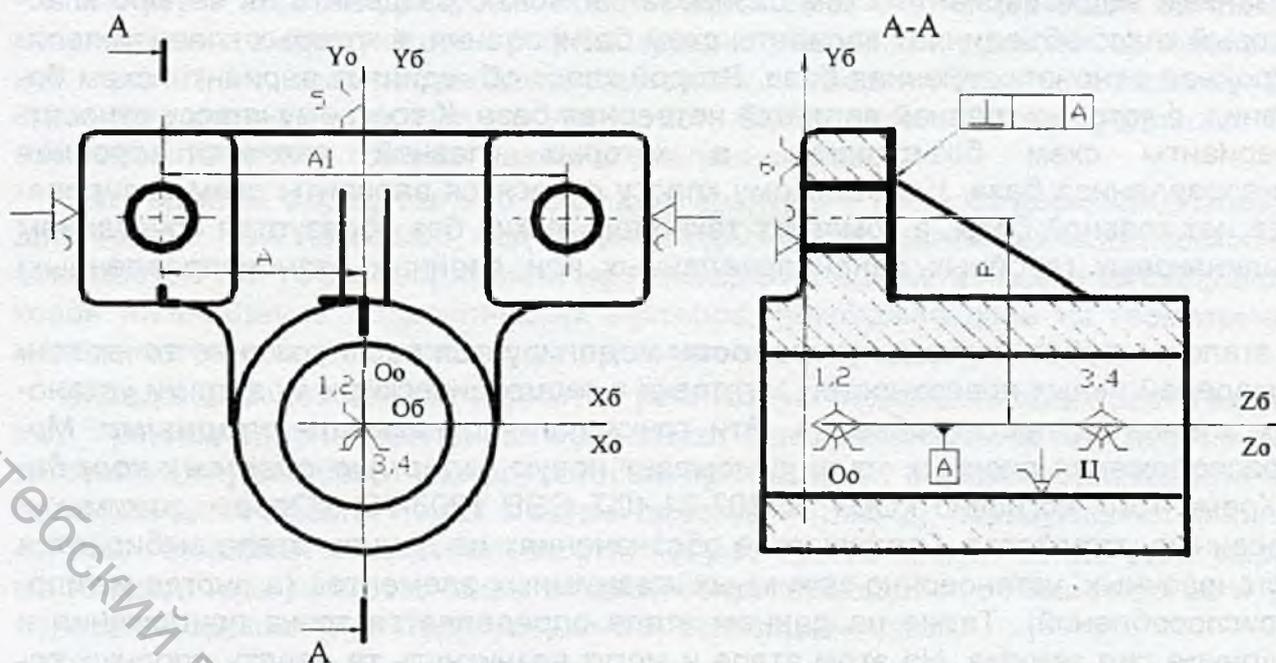


Рисунок 4 - Фиксация скрытых баз при помощи самоцентрирующих цанговой оправки и установочно-зажимного компонента приспособления

Указанный вариант изменения ГОСТ 21495-76 хорошо согласуется с требованиями к формализации процесса синтеза схем базирования и установки.

Список использованных источников

1. Гладков К.М., Глущенко Е.И., Лившиц Б.И. Технология текстильного машиностроения. – М.: «Машиностроение», 1966.-439с.
2. Маслов Д.П., Данилевский В.В., Сасов В.В. Технология машиностроения. – Л.: Машгиз, 1957.-424с.
3. Каратыгин А.М., Анненкова Е.Г., Огринчук А. Н., Жильцов Н.И. Технология полиграфического машиностроения. –М.: «Книга», 1967.-552с.
4. Якобсон М.О. Технология станкостроения. –М. Машиностроение, 1966.-475с.
5. Эттель А.В. Технология сельскохозяйственного машиностроения. –М.: Машгиз, 1961.-287с.
6. Беспалов Б. Л., Глейзер Л.А., И.М. Колесов и др. Технология машиностроения. Специальная часть. М.: Машиностроение, 1965.-456с.
7. Воробьев Л.Н. Технология машиностроения и ремонт машин: Учебник для вузов. –М.: Высш. школа, 1981.-344с.
8. Проектирование технологии: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / И.М. Баранчукова, А.А. Гусев, Ю.Б. Крамаренко и др.; Под общ. ред. Ю.М. Соломенцева. –М.:Машиностроение, 1990.–461с.
9. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения: Учеб. для машиностроит. Спец. Вузов. –М.: Высш. шк., 1999.-591с.
10. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение, 1985.-464с.
11. Махаринский Е.И., Горохов В.А. Основы технологии машиностроения: Учебник. –Мн.: Выш. шк., 1997.-423с.
12. Технология машиностроения: В2т.: Учеб. для вузов. Т.1: Основы технологии машиностроения / Бурцев В.М., Васильев А.С., Дальский А.М. и др.; Под ред. А.М. Дальского. –М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 1997.-564с.

SUMMARY

Now theory of referencing is a point of issue of many experts in the field of technique of a machine industry. It is offered as a controversy to enter new concepts and to change a series of the existing terms and definitions, having oriented state standard 21495-76 on machining job. Bases of modernizing state standard 21495-76 are the offers to differentiate concepts of design and real referencing, scheme of referencing and scheme of installation. The projects of a series of concepts and definitions are resulted. The specified variant of change state standard 21495-76 will well be coordinated to the requirements to formalization of process of synthesis of the schemes of referencing and installation.

УДК 687.053.24

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХКРИВОШИПНОГО ШАРНИРНОГО ЧЕТЫРЕХЗВЕННИКА

А.Г. Семин, А.М. Тимофеев, А.В. Локтионов

В машиностроении часто применяют механизмы, в которых равномерное вращение входного звена преобразуется в неравномерное вращательное движение выходного звена. Это необходимо для уменьшения скорости рабочего инструмента в момент его воздействия на обрабатываемый материал и увеличения скорости холостого хода с целью повышения производительности. Неравномерное движение исполнительного органа позволяет также увеличить время работы наиболее нагруженных инерционными силами звеньев механизмов. Для этого применяют нецилиндрические зубчатые колеса, цилиндрические колеса со смещенными осями, шарнир Гука. Наиболее простым по конструкции, надежным в работе и экономичным является шарнирный четырехзвенник. Частным случаем такого механизма может быть шарнирный двухкривошипный четырехзвенник (рис. 1). Он существует при следующих условиях:

минимальное звено является стойкой;

сумма длин наименьшего и наибольшего звеньев меньше суммы длин двух других звеньев.

Исследуем влияние длин звеньев на неравномерность вращения выходного кривошипа, а также на изменение угла передачи, влияющего на динамику механизма. Значение угла передачи не рекомендуется брать меньше 30°.

Угловая скорость ω_3 выходного звена 3 определяется по формуле [1]

$$\omega_3 = \omega_1 \frac{l_1 \sin(\varphi_1 - \varphi_2)}{l_3 \sin(\varphi_3 - \varphi_2)} \quad (1)$$

где ω_1 – угловая скорость входного кривошипа;

l_1, l_3 – длины входного и выходного кривошипов;

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ – углы наклона звеньев механизма к положительному направлению оси X, проходящей через стойки кривошипов (рис. 1).

Связь между углами наклонов звеньев имеет вид

$$\begin{aligned} \varphi_2 &= \varphi_{2S} + \varphi_S; \\ \varphi_3 &= \varphi_{3S} + \varphi_S, \end{aligned} \quad (2)$$