

МАТЕРИАЛИЗАЦИЯ СХЕМЫ БАЗИРОВАНИЯ ЗАГОТОВОК УСТАНОВОЧНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Зеленогурский университет

Зелена Гура, Польша

Анализ процесса выбора схемы базирования заготовки для операционной обработки показывает, что используемые технологические базы шести различных типов [1] имеют определенные возможности по ограничению количества степеней свободы при материализации их жесткими установочными элементами.

Как известно, процесс установки заготовки в приспособлении состоит из базирования и закрепления. Процесс этот должен ограничивать все шесть степеней свободы (движения по всем 12 направлениям с учетом знака), а также обеспечивать минимальную допустимую для заданной точности погрешность базирования.

Наиболее важным и ответственным является процесс базирования, который должен ограничивать необходимое и достаточное для достижения заданной точности количество степеней свободы и минимизировать возникающую погрешность базирования.

Выбор схемы базирования, с одной стороны, зависит от количества ограничиваемых в процессе базирования степеней свободы, которое требуется для достижения размерной точности, а с другой – от возможностей используемых технологических баз. Оставшиеся неограниченными свободные движения заготовки должны быть ограничены силовым замыканием в процессе закрепления. Завышенное количество ограниченных степеней свободы в процессе базирования может не позволить получить заданную точность и привести к удорожанию технологической оснастки.

Из теоретических положений технологии машиностроения известно основное требование, предъявляемое к схеме базирования. Она должна обеспечить погрешность базирования не более половины допуска на размер. При этом конструкция приспособления должна быть оптимальной и соответствовать типу производства. Поэтому схемой базирования должны быть ограничены только те движения заготовки, в направлении которых выдерживается размер при обработке. В принципе все размеры, указанные на чертеже детали, могут быть разделены на две группы: определяющие форму самой обрабатываемой поверхности и размеры, определяющие положение обрабатываемой поверхности в системе координат. Это можно проиллюстрировать на следующем известном примере [2] (рис.1), на котором показаны три варианта задания указанных размеров в зависимости от вида обрабатываемой поверхности.

В первом случае (рис.1,а) в заготовке с габаритными размерами $B \times H \times L$ необходимо обработать глухой паз с размерами $b \times h \times l$ обрабатываемых поверхностей, расположенных, соответственно, вдоль осей координат OX , OZ и OY с заданной точностью в пределах допусков. Другая группа размеров (k , h и l) определяет положение элементов обрабатываемой поверхности в прямоугольной системе координат вдоль указанных осей. Для обеспечения заданной точности размеров обрабатываемой поверхности базирование должно обеспечить точное положение заготовки относительно всех трех плоскостей прямоугольной системы координат, что достигается использованием полной схемы базирования – по трем взаимно перпендикулярным плоскостям. При этом должны быть ограничены все шесть степеней свободы. Оставшиеся неограниченными движения заготовки в положительном направлении вдоль трех осей координат (Π_x , Π_y , и Π_z) должны быть ограничены силовым замыканием.

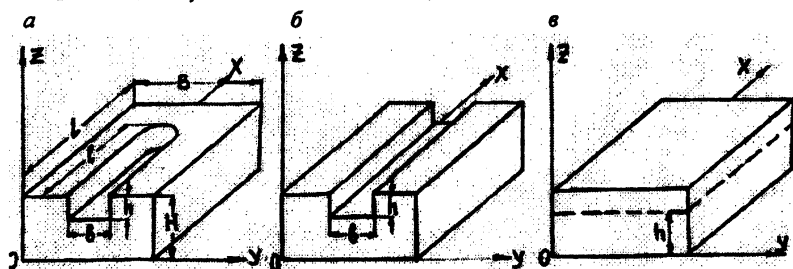


Рис.1. Виды обрабатываемых поверхностей и их расположение в системе координат

Во втором случае (рис.1,б) необходимо обработать сквозной паз, у которого один из размеров обрабатываемой поверхности (длина) совпадает с габаритным размером L и имеет такую же точность. Поэтому в направлении оси OX не требуется точного базирования заготовки. И в данном случае в качестве технологических баз достаточно использовать только установочную и направляющую. Обработку можно вести напроход нескольких установленных заготовок без точной выверки их базирования по длине, а движение перемещения вдоль оси OX можно ограничить силовым замыканием, что упрощает схему базирования, а, следовательно, и конструкцию приспособления.

И, наконец, в третьем случае (рис.1,в) необходимо обработать только поверхность $B \times L$ с выдерживанием размера h . Поскольку точность размеров $B \times L$ уже достигнута на предыдущей операции обработки наружных плоскостей и на данной операции не требуется точного базирования заготовки в направлении осей OX и OY схемой базирования (также упрощенной), достаточно ограничить только три степени

свободы с помощью установочной базы. Остальные степени свободы, неограниченные при базировании, ограничиваются силовым замыканием. Такая установка заготовки позволяет использовать простое универсальное приспособление, например, магнитную плиту.

Приведенный пример позволяет сделать вывод о том, что выбор упрощенной и полной схемы базирования зависит от требуемой точности обрабатываемой поверхности, а ее реализация с помощью установочных элементов зависит от способностей технологических баз ограничивать определенное количество движений заготовки в процессе базирования.

Анализ этих возможностей можно сделать на основании табл.1.

Таблица 1

Возможности технологических баз по ограничению количества степеней свободы при базировании заготовок

Вид движения	Возможное количество ограничиваемых движений заготовки																						
	1			2			3			4			5		6								
Вращение	0	1	1	2	0	3	0	1	2	1	3	2	3	2	3								
Перемещение	1	0	1	0	2	0	3	2	1	3	1	2	2	3	3								
Технологическая база	o	-	n	-	o _{дв}	-	o _{тр}	-	y	u	и	o	-	n _{дв}	u	и	n	n _{дв}	и	o	u	и	o

Обозначения баз в таблице: o – опорная; n – направляющая; y – установочная; o_{дв} – двойная опорная; n_{дв} – двойная направляющая; o_{тр} – тройная опорная

В общем случае, рассматривая разнообразие формы поверхностей деталей по признаку симметрии, можно их свести к призматическим, цилиндрическим или шаровым. Эти поверхности могут служить технологическими базами

Оценивая возможности приведенных в таблице технологических баз следует отметить, что двойная направляющая может быть только цилиндрическая поверхность, а двойная опорная - шаровая или узкая цилиндрическая поверхность диска. Тройная опорная база может быть только шаровая поверхность.

Из табл.1 видно, что существующие технологические базы с помощью жестких опор не могут ограничить только одно, два или три вращения заготовки, а также одно вращение с двумя перемещениями или три вращения с одним перемещением. Эти движения заготовки могут быть ограничены с помощью частичного использования регулируемых (самоустанавливающихся) опор совместно с жесткими. При этом технологические базы будут трансформированы, что сопровождается изменением их возможностей по ограничению количества степеней свободы (движений) заготовки. Возможности такого преобразования баз зависят от вида поверхности технологической базы (плоская, цилиндрическая или шаровая).

Необходимость такого преобразования диктуется требованиями ограничения

любого движения заготовки в процессе базирования только один раз, чего не удастся избежать применением только комплекта баз на жестких опорах.

На рис.2 схематически показано возможности в преобразовании технологических баз некоторых поверхностей, материализуемых с помощью комбинации установочных жестких и регулируемых элементов.

Ограничить только одно вращение (v) заготовки, используя в качестве технологической базы её плоскую или цилиндрическую поверхность, можно путем возврата ограниченного движения перемещения (n) направляющей базой, как это показано на рис.2,*а* – направляющая база с возможностью ограничения одного вращения и одного перемещения $N(v+n)$ превращается в базу, ограничивающую только одно вращение $N(v)$ путем возврата движения перемещения этой базе, и превращения жесткой опоры в самоустанавливающуюся.

Таким же образом установочная база, ограничиваемая три степени свободы (два вращения и одно перемещение - $2v+n$), может быть превращена в базу, ограничивающую только два вращения (рис.2,*б*), если ей вернуть ограниченное ранее движение перемещения с помощью самоустанавливающейся опоры.

Реже встречается необходимость применения базы с целью ограничения только три вращения. Но и такое требование выполнимо, если в комплекте из установочной и направляющей баз последней вернуть ограниченное перемещение: $U(2v+n)$ и $N(v+n)$ преобразуются в базу с $3(v)$.

Этот же комплект баз путем возврата движения перемещения направляющей базе (как это показано на рис.2,*а*) можно превратить в базы с ограничением движений ($3v+n$): $U(2v+n)$ и $N(v+n)$ преобразуются в базу с ($3v+n$).

Далее на рис.2,*в* показан пример преобразования двойной направляющей цилиндрической поверхности (технологической базы) при базировании цилиндра в призме, которая путем возвращения перемещения, ограниченного жесткой опорой, превращается в базу с ограниченными движениями ($v+2n$):

$N_{дв}(2v+2n)$ преобразуется в базу с ($1v+2n$).

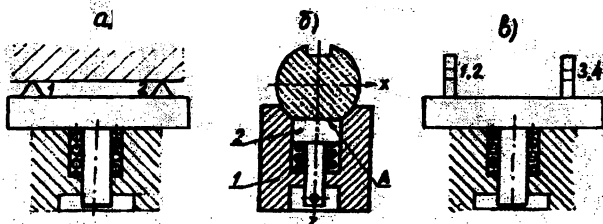


Рис.2. Изменение возможностей технологических баз по ограничению количества степеней свободы (количества движений): а) направляющей; б) установочной; в) двойной направляющей

Отмеченные преобразования технологических баз позволяют оптимизировать процесс базирования заготовок с точки зрения ограничения необходимого и достаточного количества степеней свободы (движений) не более одного раза и в направлениях, требуемых заданной точностью размеров обрабатываемых поверхностей. Всё сказанное относится к действительным технологическим базам.

Однако в практике технологии машиностроения конструктор часто использует в качестве измерительных баз скрытые (мнимые) элементы детали. Они являются элементами симметрии (плоскость, ось, точка) и не могут быть использованы в качестве технологических баз – элементов, контактируемых с установочными элементами приспособлений. Однако эти элементы всегда имеют действительные поверхности как равноудаленное место точек, соответственно – две параллельные плоскости, цилиндрическая или шаровая поверхность, которые могут быть использованы в качестве технологических баз, обеспечивающих в процессе базирования постоянство положения в системе координат скрытой измерительной базы и, тем самым, предотвращающих появление погрешности базирования.

При использовании таких баз также возникает проблема ограничения необходимого и достаточного количества степеней свободы, но уже с учетом скрытого характера измерительных баз и возможности использования только явных технологических баз – поверхностей симметрии (плоскость, цилиндр, шар).

Материализация таких схем базирования осуществляется так называемыми самоцентрирующими установочными элементами, ограничивающими движения в одной, двух или даже в трех взаимоперпендикулярных плоскостях системы координат: призмы, патроны и другие конструкции приспособлений. При совмещении измерительных и технологических баз они позволяют ликвидировать погрешность базирования при обработке поверхностей с размерами, заданными от указанных скрытых баз.

Приведенный анализ возможностей используемых технологических баз показывает, что материализация схем базирования применением жестких и самоустанавливающихся (регулируемых) установочных элементов приспособлений позволяет достигать заданную размерную операционную точность согласно функциональному назначению изделий машиностроения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Серебряков В.И. Анализ процесса и расчет погрешностей базирования заготовок при механической обработке //Машиностроение.– Мн., 2000.- Вып.16. -С. 37 – 43.
2. Dobrzański T. Uchwyty obróbkowe. – Warszawa: WNT, 1966. – 455s.