

УДК 621.9.015

АНАЛИЗ СХЕМ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Соловьева Наталья Ивановна

Студент 4 курса,

кафедра «Технологии машиностроения»,

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Мельников Г.Н.,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии машиностроения»

При изготовлении любой детали основным требованием является обеспечение заданной точности. Под точностью следует понимать степень соответствия параметров изготовленной детали данным чертежа или ее прототипу. Известно, что на конечную точность влияет большое количество погрешностей.

Таким образом, общая погрешность обработки зависит от ряда первичных погрешностей:

$$\Delta = f(\epsilon, \Delta_y, \Delta_i, \Delta_n, \Delta_T, \Sigma\Delta_f)$$

ϵ - погрешность установки заготовки, состоящая из погрешностей базирования ϵ_b , закрепления ϵ_z и приспособления $\epsilon_{пр}$.

Δ_y - погрешность, вызванная упругими деформациями в системе

Δ_i - погрешность, обусловленная размерным износом инструмента;

Δ_n - погрешность размерной настройки оборудования;

Δ_T - погрешность, обусловленная тепловыми деформациями технологической системы.

$\Sigma\Delta_f$ – погрешность, связанная с геометрическими отклонениями оборудования.

Остановимся на погрешности базирования. Погрешность базирования представляет собой разность между наибольшим и наименьшим расстояниями от измерительной поверхности до режущей кромки инструмента, установленного на размер.

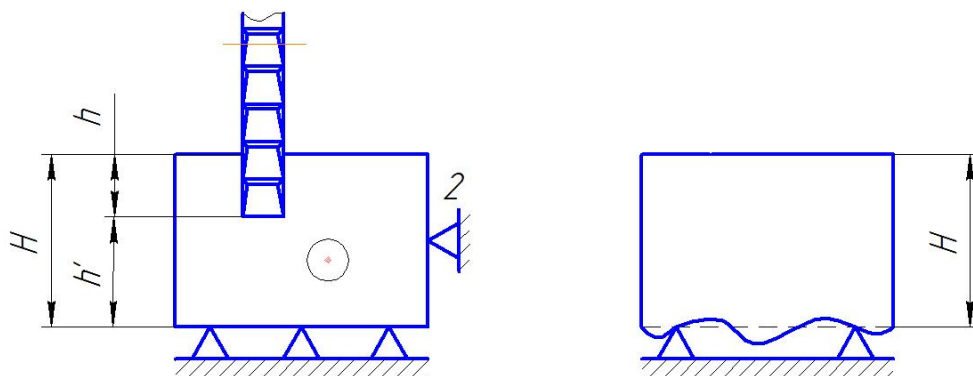


Рис.1. Схема для определения погрешности базирования

$\epsilon_{bh} = h_{\max} - h_{\min} = H_{\max} - H_{\min}$ – погрешность базирования размера h (рис.1).

$\epsilon_{bh'} = 0$ - погрешность базирования размера h' .

При каждой установке заготовки будет возникать своя погрешность базирования. Однако во многих случаях удастся ее уменьшить. Существует 2 основных способа:

- 1.) Принцип совмещения баз: если при базировании совместить измерительную и технологическую базы, погрешность базирования будет всегда равна нулю (εbh', Рис.1).
- 2.) Принцип постоянства технологической базы: при разработке технологического процесса необходимо стремиться к использованию одной и той же технологической базы, не допуская без особой необходимости смены технологических баз.

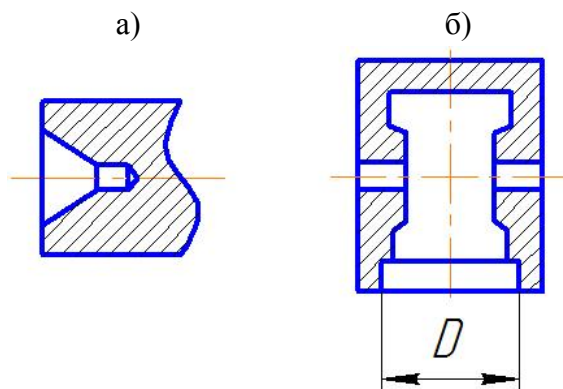


Рис.2. Соблюдение принципа постоянства баз.

Как известно, в течение всего времени обработки заготовка должна сохранять определенное положение на станке относительно инструмента. Существует «Правило шести точек», исключающее неопределенность положения заготовки в пространстве: для полного определения положения заготовки в выбранной системе координат необходимо и достаточно лишить ее шести степеней свободы, то есть задать координаты шести опорных точек.

Определенные сложности возникают при изготовлении деталей сложной формы. Поэтому применяются нестандартные методы.

Часто используют вспомогательную технологическую базу – поверхность, которая служит только для установки детали при обработке и не оказывает никакого влияния на работу данной детали в машине, например торец и расточка в юбке поршня (рис.2, б).

В случаях, когда конфигурация детали не позволяет надежно сориентировать и закрепить деталь в приспособлении или на станке, прибегают к созданию искусственных технологических баз – вспомогательных поверхностей, которые дополнительно создаются на детали для её ориентации и закрепления при обработке (рис. 3). Ярким примером искусственной технологической базы также может служить центровое отверстие (рис. 2)

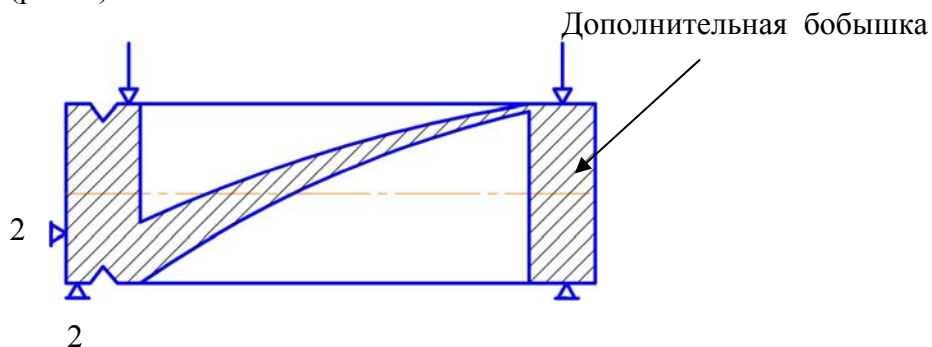


Рис.3. Использование дополнительной искусственной базы.

При установке детали на станке широкое применение находят приспособления, элементы которых сочетают в себе функции базирования и закрепления одновременно, например трехкулачковый патрон у токарного станка. Такие устройства называют направленными несвободными зажимами (ННЗ).

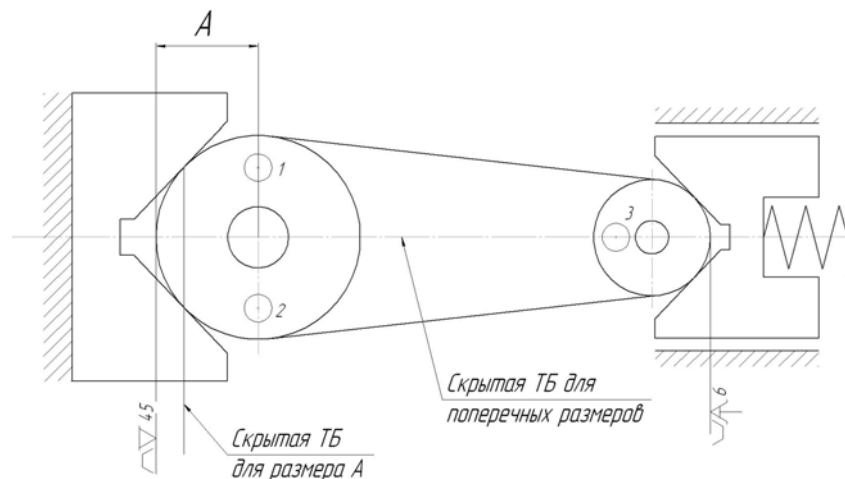


Рис.4. Использование ННЗ в виде подвижной призмы.

Иногда применяют установочные пальцы при базировании заготовки по одному (рис.5 а) или двум обработанным отверстиям. При наличии двух установочных пальцев один из них ромбической формы («срезанный») (рис.5 б), что облегчает установку заготовки и расширяет поле допуска на межосевое расстояние между ее отверстиями. Базирование по плоскости и двум отверстиям часто применяют при обработке корпусных деталей.

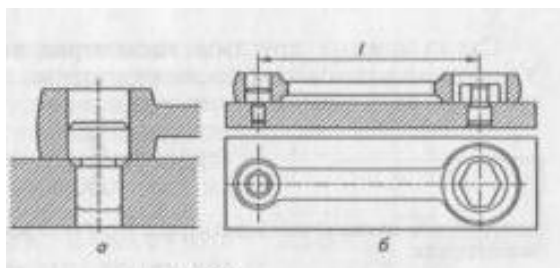


Рис.5. Схемы базирования по плоскости и отверстиям с применением установочных пальцев.

Существует множество других схем базирования.

Так, при обработке деталей запорной арматуры, например угольник (Рис.6), используется схема базирования по трем цилиндрическим поверхностям. Установочными элементами в этом случае являются три призмы, каждая из которых лишает заготовку двух степеней свободы.

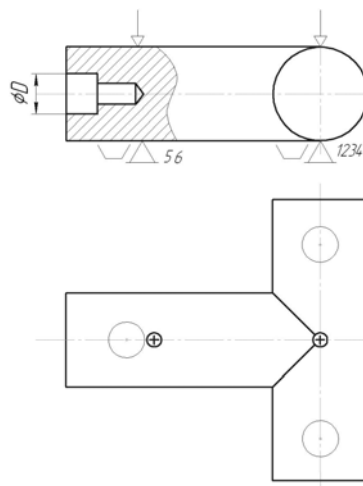


Рис.6. Установка на наружные цилиндрические поверхности с пересекающимися осями

Особые трудности возникают при изготовлении лопаток турбин - изделий сложной геометрической формы, несущих большие нагрузки.

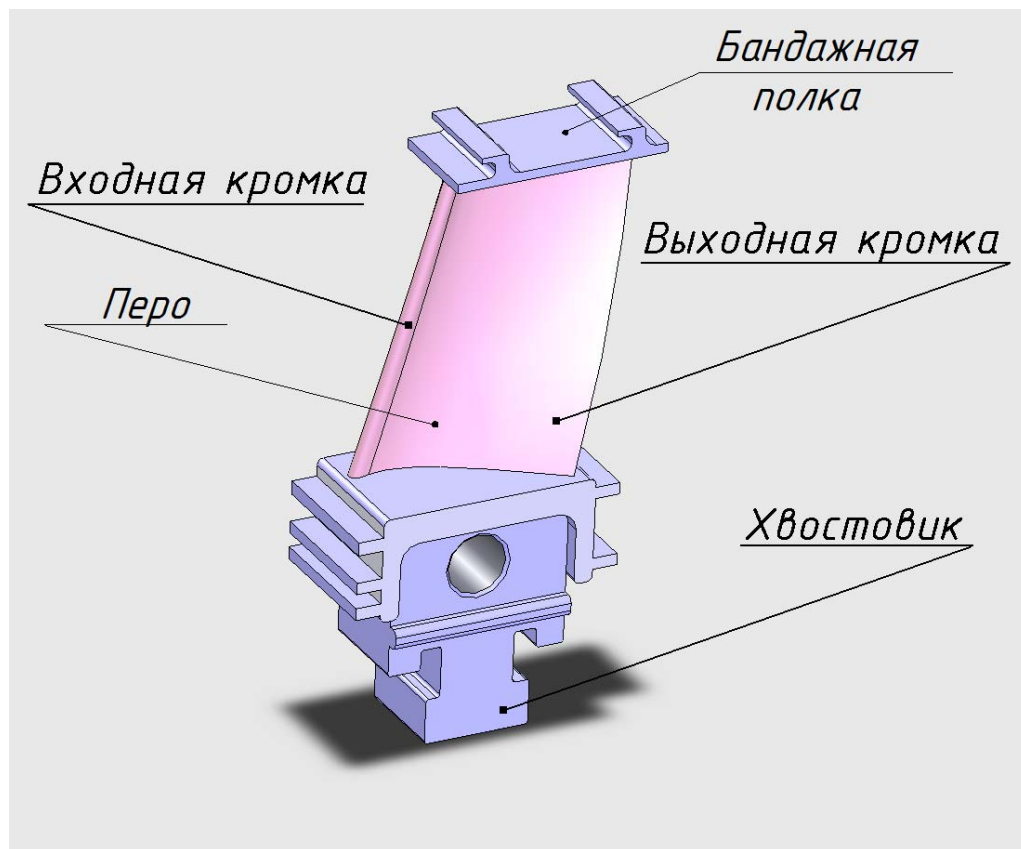


Рис.7. Конструкция лопатки.

Раньше лопатки штамповали и тщательно обрабатывали на станках. Но штамповка – технологически трудный метод получения заготовки лопатки, так как деталь имеет переменное сечение. К тому же, возникла проблема: чтобы повысить рабочую температуру материала, в него добавили легирующие элементы, и сплав стал настолько твердым, что штамповать его теперь невозможно. Решением этой проблемы стало литьё по выплавляемым моделям с направленной кристаллизацией. Сплошные лопатки не способны долго выдерживать высокую температуру, поэтому требуется

система охлаждения: продольные каналы внутри лопатки для подачи охлаждающего воздуха от компрессора, что еще более усложняет ее конструкцию.

Изучив все проблемы, можно сказать, что для получения точной лопатки необходимо правильно выбрать базы. Поэтому задача создания новых прецизионных бесконтактных автоматических систем контроля лопаток является весьма актуальной, поскольку она позволяет осуществить автоматическое распределение припуска при создании баз и минимизировать его величину.

Воспользуемся понятиями «черновая» и «чистовая» базы. Черновые базирующие поверхности – это необработанные поверхности заготовки, которые используются при её базировании на первых операциях механической обработки, чистовые базы – многократно используемые для базирования обработанные поверхности заготовки.

Известно, что при обработке рабочей части лопатки, так называемого «пера», базой для заготовки является хвостовая часть. Рабочая же часть имеет сложный профиль зачастую переменного сечения. Взаимное расположение сечений по высоте лопатки при образовании профиля и положение этого профиля относительно диска представляет собой установку лопатки на диске и должно удовлетворять требованиям аэродинамики, прочности и технологичности изготовления. И это очень важный фактор. Следовательно, требуется точно обработать хвостовую часть, чтобы она служила верной базой при обработке профиля лопатки.

Именно поэтому необходим метод контроля, позволяющий осуществить автоматическое распределение припуска при создании баз. Таким методом контроля является лазерный метод, который способен быстро выявить отклонения изделия от заданной формы сразу по нескольким параметрам.

Главной особенностью является то, что при обработке хвостовика базой будет служить рабочая поверхность лопатки, а устанавливать заготовка будет при помощи регулируемых опор. Тем самым можно максимально выгодно расположить заготовку для точной обработки поверхности, являющейся базой при последующей обработке профиля лопатки. Для этого необходимо профиль будущей детали идеально вписать в данную заготовку.

Существует прибор контроля профиля лопаток, предназначенный для контроля геометрии рабочих лопаток турбин и компрессоров авиадвигателей. В основе работы прибора лежит метод светового сечения.

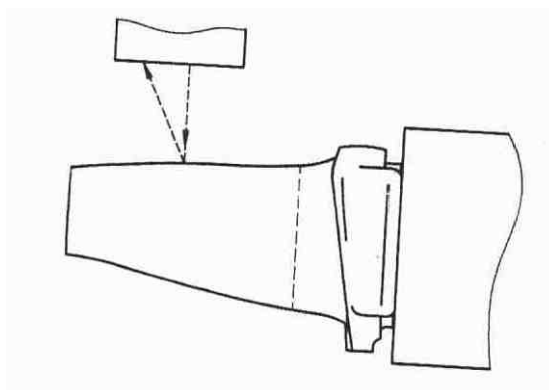


Рис.8. Схема контроля профиля лопатки.

На объект контроля направляется узкий лазерный луч. Изображение лазерного пятна, формируемое по отраженному лучу, проецируется на фотоприемник с другого углового направления (Рис.8). Под управлением программы компьютер последовательно перемещает и вращает объект контроля с помощью управляемых двухкоординатного и поворотного столов системы. Одновременно автоматически

фиксируются координаты каждой точки объекта с получением в памяти компьютера полной информации о профиле изделия.

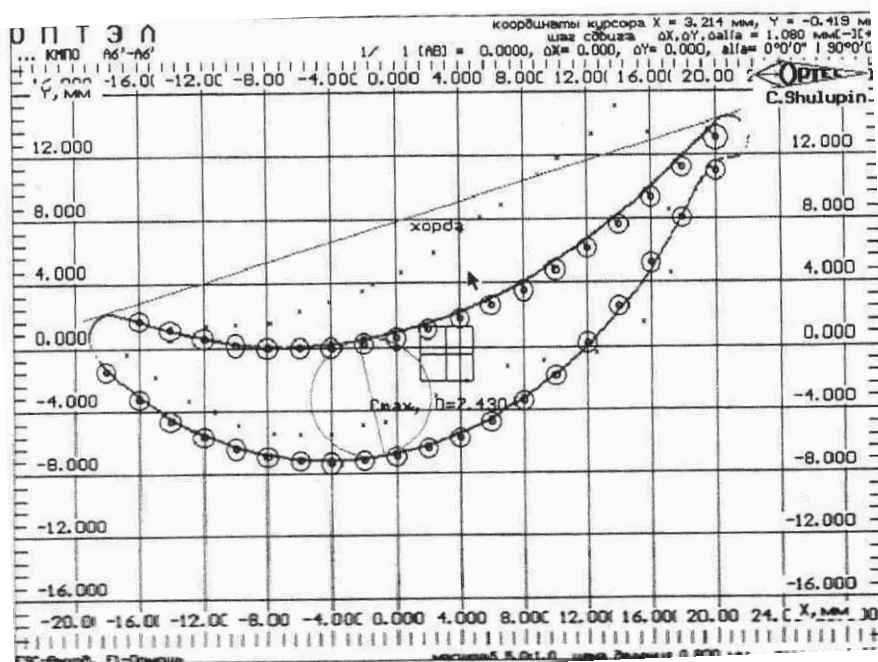


Рис.9. Профилограмма сечения лопатки.

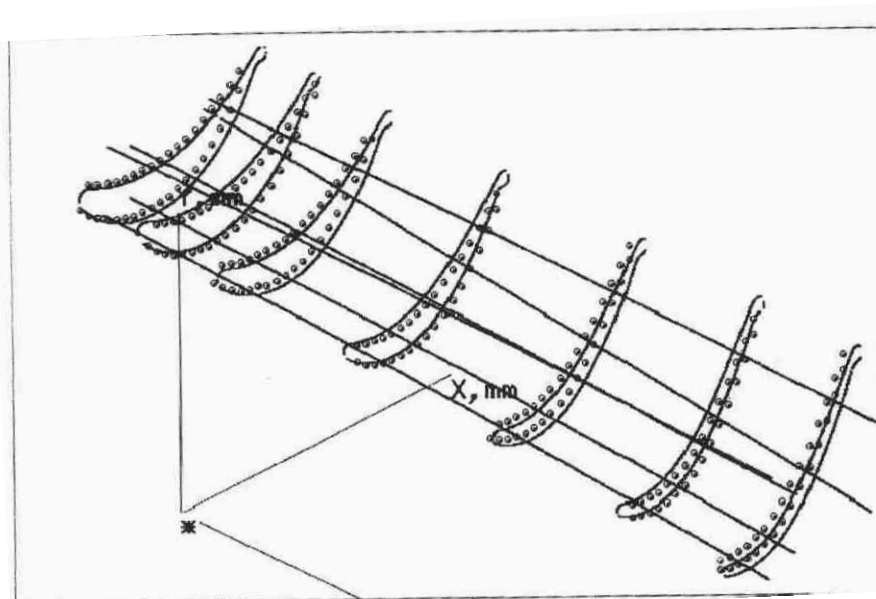


Рис.10. Трехмерная профилограмма лопатки.

После получения полного профиля заготовки можно вписать в него профиль будущей детали (эталонной детали), автоматически установить лопатку наилучшим образом, чтобы припуск на обработку был равномерным по всей поверхности, и закрепить заготовку в этом положении. При изготовлении небольших лопаток для закрепления и последующей обработки баз служат кассеты, в которых заготовка заливается сплавом Вуда или пластмассой.

В случае если лопатка не сплошная, а имеет внутренние охлаждаемые полости, можно применить ультразвуковой метод для контроля внутренней поверхности и толщины стенок лопатки, и аналогичным способом получить полный профиль заготовки.

Таким образом, можно сказать, что использование сканирующих лазерно-оптических систем - это один из перспективных современных способов получения точной трехмерной информации об объекте. Это позволяет нам сформировать базы для последующей обработки.

Литература

1. Под ред. проф. Дальского А.М. Технология машиностроения, 1 том, изд-во МГТУ им. Н.Э Баумана. 1999. – 564 с.
2. Кувалдин Ю.И., Перевоицков В.Д. Базирование заготовок при обработке на металлорежущих станках, Киров 2009.