



УДК 622

СТАТИЧЕСКАЯ ПОДНАСТРОЙКА СТАНКА С ЧПУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

STATIC POSSIBILITY FOR ADJUSTMENT OF THE CNC MACHINE WITH THE OPTICAL SYSTEM

Гололобова Анна Андреевна

старший преподаватель,
Московский государственный технологический
университет «Станкин»
ann2187@mail.ru

Гололобов Денис Владимирович

старший преподаватель,
Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет)
имени И.М. Губкина
dgololobov@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы обработки деталей на станках с ЧПУ, возможные погрешности обработки, и процесс их поиска. Так же в статье освещаются вопросы, связанные с выявлением данных погрешностей с помощью оптических методов и корректировка данных погрешностей при обработке.

Ключевые слова: статическая поднастройка, погрешность, станок с ЧПУ, корректировка траектории, качество деталей.

Gololobova Anna Andreevna

Senior Teacher,
Moscow state technological
university «Stankin»
ann2187@mail.ru

Gololobov Denis Vladimirovich

Senior Teacher,
Russian state university of oil and gas
(national research university) of
a name of I.M. Gubkin
dgololobov@mail.ru

Annotation. The article deals with the issues of machining parts on CNC machines, there's room for error processing, and the process of finding them. The article also highlights the issues associated with identifying data errors using optical methods and correction of data errors during processing.

Keywords: static possibility for adjustment, an error, a CNC machine, adjust the trajectory, the quality of the parts.

При обработке партии деталей основной задачей является настройка станка таким образом, чтобы обработка производилась с учетом стойкости инструмента, с минимальным количеством поднастроек. Первичная настройка станка отвечает за качество изготавливаемых деталей и формирование поля рассеивания размеров деталей в партии. На станках с ЧПУ данная задача сводится к определению поправочных коэффициентов в системе координат обрабатываемой детали и инструмента, которые непосредственно влияют на точность получаемых размеров в пределах точности работы самого станка.

Поскольку точность деталей характеризуется рядом показателей, таких как точность получаемых размеров, точность формы поверхностей, точность взаимного линейного и углового положения поверхностей, то с точки зрения ее достижения, необходимо найти такую технологическую систему, которая обеспечивала бы достижение точности сразу по всем показателям. Если это не удастся сделать, тогда заготовку приходится пропускать через ряд технологических систем, позволяющих последовательно решать данную задачу. В отличие от универсальных станков, которые при наладке технологической системы в статическом состоянии системы имеют возможность только задания исходных настроечных параметров, при этом сохраняя постоянство траектории движения инструмента, то станки с ЧПУ имеют более гибкое управление движением инструмента в процессе резания.

При решении задач, таких как проектирование технологической оснастки и разработка управляющей программы для станка с ЧПУ, проектные работы производятся в заданных системах координат, которые впоследствии привязываются к системе координат станка. В проектных задачах, на уровне трехмерных моделей закладывается идеальное состояние объектов и их положение в пространстве (рис. 1).

Схема реальной обработки обычно отличается от проектной, в связи с тем, что появляются неровности формы сопрягаемых поверхностей и погрешности взаимного расположения поверхностей, с одной стороны, а также погрешности линейных и угловых положений заготовки, приспособления и рабочих органов станка. В процессе обработки зачастую появляются нежелательные искажения формы обрабатываемой поверхности, связанные с появлением сил резания, внутренних деформаций, потери жесткости и температурных факторов.

При обработке на универсальных станках, траектории движения исполнительных органов станка выполняется по средствам перемещения подвижных частей станка по направляющим, при этом



эти перемещения имеют относительную простоту траекторий, и обработка сложных поверхностей детали осуществляется при помощи согласования движений или с использованием специальной оснастки. Согласно изложенному в главе 5 «Основы достижения качества деталей машин» в книге Балакшина Б.С. «Основы технологии машиностроения», точность детали характеризуется рядом показателей, следовательно, задача сводится к поиску технологической системы (ТС), которая обеспечивала бы достижение сразу по всем показателям [1]. Если не удастся подобрать такую ТС, то заготовку в процессе обработки приходится пропускать через ряд ТС, из которых одни будут обеспечивать выполнение одних показателей, а другие – других.

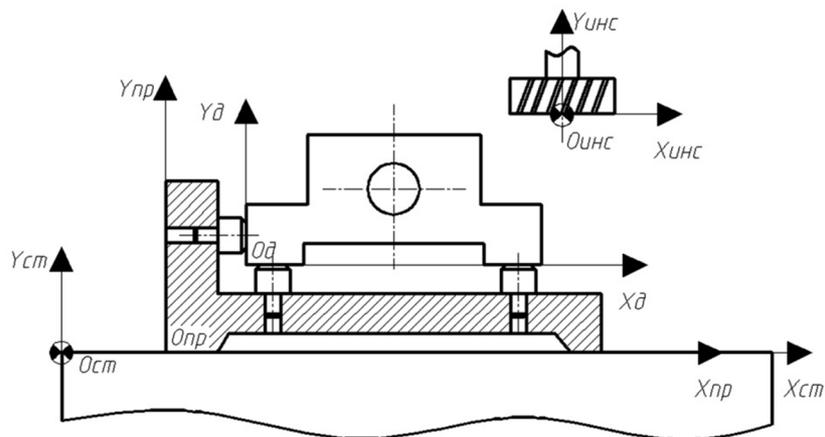


Рисунок 1 – Проектная схема обработки заготовки на операции фрезерования

В качестве примера можно рассмотреть данную задачу с точки зрения размерного анализа, по двум требованиям, таким как выдерживание размера высоты детали и взаимного расположения базовой плоскости и плоскости обработки (рис. 2).

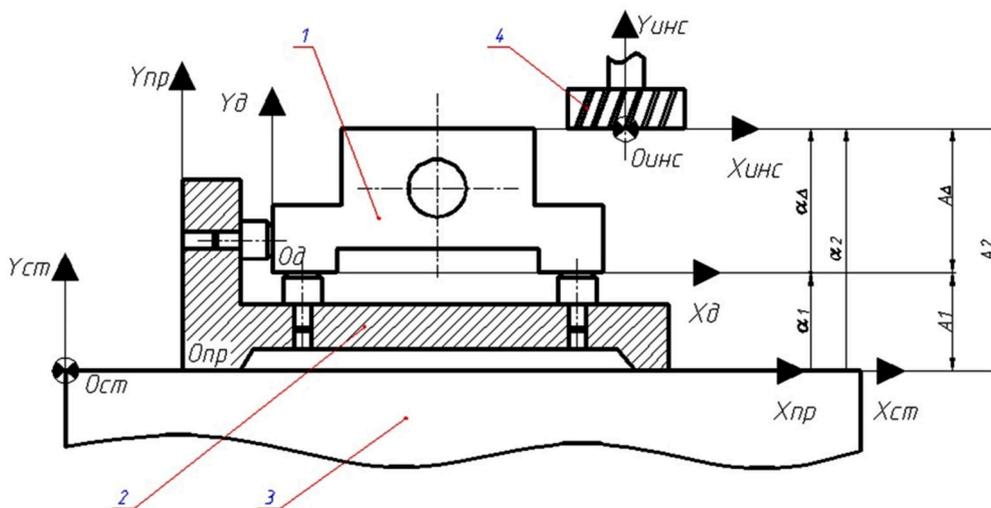


Рисунок 2 – Включение обрабатываемой заготовки в размерные цепи вертикально-фрезерного станка:
 1 – обрабатываемая заготовка; 2 – приспособление; 3 – стол вертикально-фрезерного станка;
 4 – фреза торцевая

Первая задача решается с помощью размерной цепи $A_{\Delta} = -A_1 + A_2 = H_{дет}$, а вторая задача с помощью размерной цепи $\alpha_{\Delta} = -\alpha_1 + \alpha_2 = 0$. При помощи размерной цепи A_{Δ} получается размер детали $H_{дет}$, путем фрезерования верхней плоскости по отношению к базовой плоскости детали, при помощи размерной цепи α_{Δ} получается параллельность обрабатываемой плоскости, относительно базовой плоскости. Из рассмотренного примера видно, что расстояние и относительный поворот, т.е. звенья A_{Δ} и α_{Δ} деталей, представляют собой замыкающие звенья размерных цепей технологической системы (ТС), в которые включаются обрабатываемые детали. Следовательно, погрешности, появляющиеся в кинематических и размерных цепях технологической системы и переносятся на обрабатываемые детали. В случае универсальных станков, задача достижения требуемой точности решается методом регулировки, путем введения в кинематические и размерные цепи технологической системы различ-



ного рода компенсирующих устройств, позволяющих вносить необходимые изменения в относительное расположение режущих кромок инструмента и обрабатываемой детали. Такие изменения могут вноситься периодически между обработкой отдельных объектов или между отдельными проходами, либо непрерывно в процессе обработки объекта, и в этом случае производятся автоматически.

С появлением станков с ЧПУ и с процессом их совершенствования, усложнения управляющей числовой части и использованием различных новых электродвигателей вспомогательного назначения, процесс регулирования и управления упрощается, т.к. не требует введения в кинематические и размерные цепи технологической системы дополнительных механических средств для достижения требуемой точности, а позволяет производить подналадку средствами самого станка. Данная задача может решаться различными путями, что обуславливается возможностями оборудования, такими как, степени подвижности исполнительных узлов станка и логики работы ЧПУ. Задачи по линейным составляющим решаются с помощью внесения в систему координат инструмента корректирующей поправки, которая компенсирует величину погрешности, возникающей при реальном отклонении положения заготовки на станке от проектной схемы. Погрешность второго рода, т.е. угловую можно компенсировать посредством разворота системы координат инструмента, относительно системы координат заготовки, или поворота системы координат приспособления, в случае если станок обладает такой степенью подвижности.

Пример фактического положения заготовки при установке на столе станка с отклонением от проектной схемы (рис. 3).

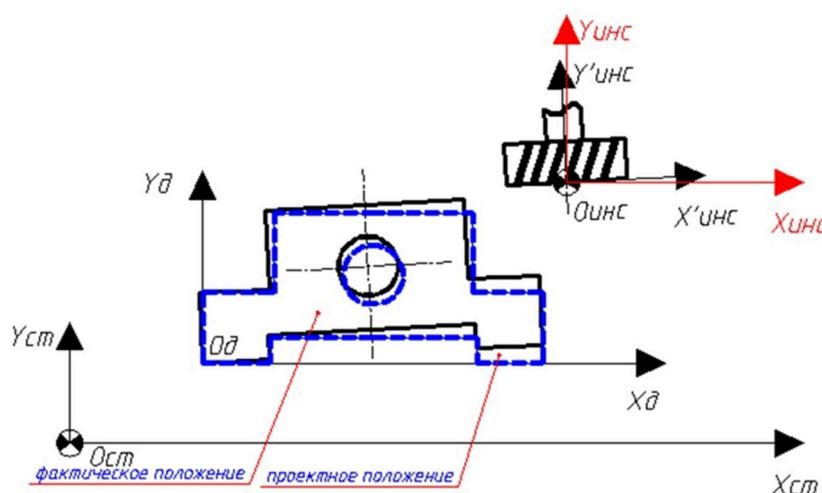


Рисунок 3 – Отклонение фактического положения заготовки от проектной схемы

Для внесения корректировок, для достижения точности обработки по угловому требованию, в систему координат инструмента необходимо ввести величину корректировки, это отображено в системе координат $X'_{инс}Y'_{инс}$, которая повернута на величину поправки по отношению к системе координат станка $X_{ст}Y_{ст}$, до совмещения режущей плоскости фрезы с плоскостью обработки, т.е. плоскость, в которой располагается траектория обработки должна быть параллельна плоскости обработки.

Для решения поставленной задачи, как в первом, так и во втором случаях, необходимо после установки и закрепления заготовки на столе станка, определить фактическое положение текущей заготовки и сравнить его с проектной схемой. Для этого необходимо ввести в систему станка измерительное устройство, которое будет фиксировать фактическое положение заготовки для внесения дальнейшей корректировки в схему обработки.

Измерительные системы, которые чаще всего используются в станках с ЧПУ, бывают двух видов: контактного и бесконтактного типа. Для систем первого типа (контактные) в шпиндель станка устанавливают различные измерительные головки, которые контактным путем могут снимать необходимые измерения с поверхностей заготовки. Такие системы чаще всего используются для контроля необходимых параметров заготовки получаемых на текущей технологической операции (рис. 4).

В данном типе устройств, щуп перемещается вдоль контролируемой поверхности, электромеханическим образом. В щупе располагается сенсорный датчик, который фиксирует показания положения поверхности при перемещении от точки к точке. Данная система представляет собой следящую систему, и за счет фиксации координат в пространстве станка, позволяет определить геометрические параметры поверхности. Так как данная система имеет механические узлы, то быстродействие получения информации от щупа относительно низкая.

Второй тип устройств, относящиеся к бесконтактным, в основном являются оптическими систе-



мами, которые могут быть либо как отдельно установленные на станок, так и встроенные в исполнительные органы станка [2]. В качестве одной из таких систем может выступать оптическая система контроля. На рисунке 5 показана общая схема оптической системы, в которой используется система малогабаритных компьютерных камер, которые полностью автоматизируют процесс все необходимые расчеты, исключив при этом различные предварительные операции. Преимущество данной системы заключается, как в возможности использования проводной связи с компьютером, так и беспроводной связи, что позволяет использовать достаточно гибко такую систему.

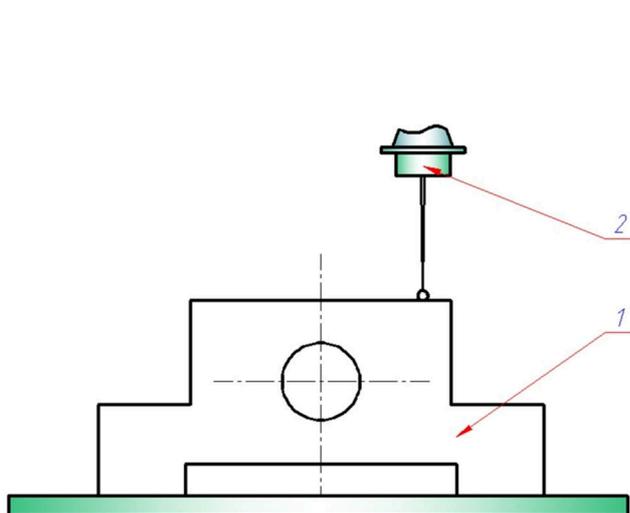


Рисунок 4 – Контактный метод контроля:
1 – обрабатываемая (контролируемая) деталь;
2 – измерительный щуп

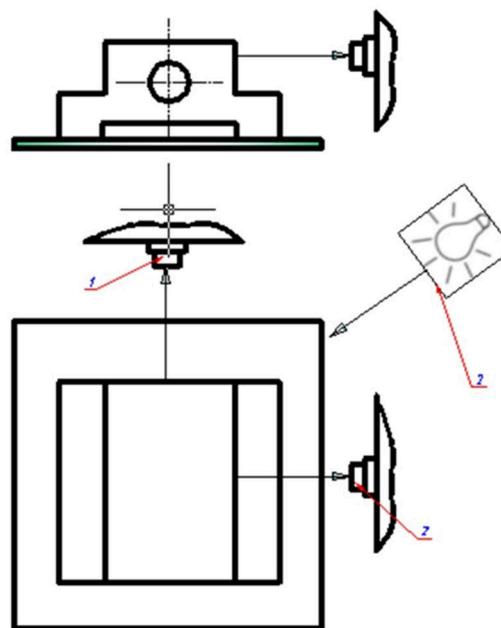


Рисунок 5 – Принципиальная схема оптической системы: 1 – камеры; 2 – источник света

В рассмотрении данного метода контроля попадает только та часть детали, на которую попадает световой поток. В качестве источника света используется монохроматический свет, т.е источник одной электромагнитной волны с определенной и строго постоянной длиной волны, воспринимаемой камерой. Изображение камер масштабируется, что регламентируется расстоянием от объекта до камеры, и может быть отторировано при помощи контрольной детали. Изображение, полученное камерой, фиксируется и заносится в память компьютера в виде двумерного массива, которое в дальнейшем сопоставляется с проектной моделью, т.к. количество камер две, что дает возможность произвести необходимые пересчеты и подналадки с использованием пространственной модели.

Использование такого устройства в составе станка с ЧПУ позволяет производить координатные бесконтактные измерения поверхностей объектов различной (в том числе сложной) формы с получением пространственной точечной модели. Последующее исследование характеристик полученных с устройства позволяет более точно определить порядковые значения погрешностей, а также выявить их источники и принять необходимые меры для коррекции характеристик в сторону улучшения посредством изменения положения режущей кромки инструмента по отношению к обрабатываемой поверхности.

Литература:

1. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения : учебник. – 3-е изд., доп. – М. : Машиностроение, 1969. – 561 с.
2. <http://www.intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1390?page=1>

References:

1. Balakshin B.S. Bases of technology of mechanical engineering : textbook. – 3rd prod., additional. – М. : Mechanical engineering, 1969. – 561 p.
2. <http://www.intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1390?page=1>