

АНАЛИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Баракаев Нусратилла Ражабович –
д.т.н. профессор

Примкулов Азамат Баротович –
магистрант

Бухарский инженерно-
технологический институт

Аннотация. В статье описан анализ составляющих погрешностей резания перед выбором типа контроля и представлена модель погрешности обработки, основанная на анализе причин, вызывающих отклонение от линейных размеров при механической обработке.

Ключевые слова: качества погрешности обработки Точность размеров Погрешности точности технологического оборудования Систематические погрешности Случайные погрешности.

Annotation. The article covers the analysis of components of the cutting errors before choosing the type of control and presents a model of processing error based on analysis of reasons that cause deviation from linear dimensions during machining.

Keywords: characteristics of processing errors, accuracy of dimensions, process equipment accuracy errors, systematic errors, random errors.

В настоящее время до 75% предприятий отечественного машиностроения выпускают продукцию, которая по своему характеру является серийной и мелкосерийной. Ежегодно на каждом из таких предприятий выполняются десятки заказов на новые изделия, при этом номенклатура деталей, входящих в отдельные новые изделия, например, самолеты, достигает 150 тысяч наименований и более. Сами эти детали по своему составу и конструкции становятся все более труднообрабатываемыми и сложными.

Постоянно возрастающая номенклатура выпускаемых изделий с одновременным усложнением их конструкции и технологии изготовления вызывают необходимость использования для механообработки этих изделий станков с ЧПУ и модулей, т. к. в условиях серийного и мелкосерийного машиностроительного производства именно эти станки позволяют быстро перейти на выпуск новой продукции или её модернизацию при одновременном повышении производительности труда и снижении себестоимости производственного процесса.

Непрерывный рост требований к уровню качества выпускаемых изделий порождает увеличение количества и повышение качества контроля на всех этапах создания продукции. А известно, что любой контроль при дискретном характере получения измерительной информации и дискретном управлении технологическим процессом может выявить и компенсировать только часть составляющих погрешности обработки [1]. Поэтому перед выбором типа контроля необходимо иметь модель погрешности обработки, основанной на анализе причин, вызывающих отклонение от линейных размеров при механической обработке. Для этого необходимо анализировать составляющие погрешности резания не только на качественном уровне, но и их количественные показатели, то есть, определить способы и методы измерения этих величин.

Производственный опыт и проведенные исследования и показали, что параметры режимов резания и виды механической обработки оказывают значительное влияние на прочностные свойства деталей из титановых сплавов, но проявляется оно в различной степени и сказывается прежде всего в снижении

сопротивления вибрационным нагрузкам. Таким образом, эффективное и широкое использование титановых сплавов в машиностроении возможно лишь при решении двух основных задач: изыскания путей достижения требуемого качества обработанной поверхности и прилегающего к ней слоя и определения рациональных условий резания, в котором были бы сохранены исходные физико-механические свойства сплава или же получены иные их значения, гарантирующие надежность изделий и необходимые прочностные характеристики.

Таким образом, определение рациональных режимов резания, обеспечивающих необходимую точность и производительность обработки, а также, качество поверхностного слоя, требует изучения. Требования к качеству поверхности устанавливаются с целью обеспечения требуемых функциональных свойств поверхности, и определяется ее численными значениями, величина которых должна обеспечить требуемые эксплуатационные характеристики.

Точность размеров деталей зависит от числа воздействующих технологических факторов во время обработки. Они приводят к образованию составляющих суммарной погрешности обработки, которые складываются по своим правилам и смещают уровень настройки инструмента. К наиболее значимым относятся составляющие вызванные:

тепловыми деформациями элементов станка и режущего инструмента детали;

упругими деформациями технологической системы;

размерным износом режущего инструмента;

ошибками настройки инструмента на размер, в которые входят составляющие вызванные геометрическими погрешностями станка;

погрешностями измерения;

нестабильностью свойств заготовок.

Погрешности, возникающие в результате базирования и закрепления заготовки, из-за несовершенства технологического процесса, связанного с маршрута обработки деталей, выбором режимов резания и т. п. При разработке данной методики не рассматриваются, т. к. большая часть этих погрешностей может быть снижена или устранена полностью при создании технологического процесса.

Для обеспечения точности механической обработки необходимо создать математическую модель возникновения погрешности в зависимости от параметров технологического процесса. На основе этой модели можно выбрать рациональные режимы резания, обеспечивавшие минимальную погрешность обработки.

Исходя из нынешних требований технологии обработки деталей, наблюдается два подхода по созданию математических моделей изменения погрешности.

Подход 1.

Испытываются характеристики точности технологического оборудования (станков с ЧПУ или модулей), на нем же проводятся статистические мероприятия по обработке заготовок, после чего создается модель для определенных условий обработки.

Подход 2.

Создается специальная экспериментальная установка, способная в процессе резания накапливать большое количество информации о входных и выходных параметрах, производить обработку этой информации, проектировать модели в зависимости от условий резания и преобладающих составляющих погрешности обработки; проверять эти модели вычислительными и экспериментальными методами, а потом рекомендовать их использование с привязкой на конкретное рекомендуемое оборудование, где они дадут максимальный эффект по получению возможно максимальной точности обработки.

Дальше на основе данных моделей формируется методика оценки погрешности при обработке резанием. На ее основе делается предварительный расчет точности технологического процесса с целью оценки его возможностей, и исследуется тенденция изменения погрешности обработки и ее дальнейшие компенсации.

Главные причины, обуславливающие возникновение погрешностей обработки при точении, приведены ниже [2].

Неточность технологической схемы обработки.

Геометрическая неточность станка в ненагруженном состоянии.

Неточность мерного профильного инструмента.

Износ режущего инструмента.

Упругие деформации технологической системы и зазоры между ее звеньями.

Температурные деформации инструмента, детали и станка.

Неточность настройки станка на размер.

Деформации под влиянием внутренних напряжений, возникающих в металле в процессе получения заготовки или в процессе ее обработки.

Неточность измерительного инструмента.

Рассмотрим износ режущего инструмента и его температурную деформацию более подробно.

По методу профессора Соколовского А. П. [3] погрешности, вызванные износом резца при токарной обработке, можно рассчитать по формуле:

$$\Delta U = 2uL/1000 \quad (1)$$

где: ΔU – закономерно изменяющаяся погрешность, вызванная износом резца, мкм;

u – относительный износ резца, мкм;

L – путь резания при точении, км.

Путь резания L рассчитывается по формуле:

$$L = \pi D l / (1000 S), \quad (2)$$

где: D – диаметр заготовки, мм;

l – длина обработки, мм;

S – подача резца, мм/об.

Для определения тепловых деформаций резца в процессе точения существует следующая формула [4]:

$$\xi = \xi_m (1 - e^{-\frac{\tau}{\tau_0}}),$$

где: ξ – удлинение головки резца, мкм; соответствующее моменту времени τ ;

ξ_m – максимальное удлинение резца, мкм; соответствующее моменту достигнутого теплового равновесия; e – основание натуральных логарифмов; τ_0 – время нагрева, мин;

τ_0 – время наступления теплового равновесия, мин.

τ_0 – может быть найдена по формуле:

$$\tau_0 = m C / (h_1 F), \quad (4)$$

где: m – масса головки резца, кг;

C – теплоемкость резца;

h_1 – коэффициент теплоотдачи резца при нагревании;

F – площадь сечения резца, м².

В среднем время наступления теплового равновесия составляет от 12 до 20 минут.

ξ_m – может быть найдена по формуле:

$$\xi_m = C L_p \sigma_B (t S)^{0.75} V^{0.5} / F,$$

где: L_p – длина рабочей части резца, приблизительно равная вылету резца, мм;

σ_B – предел прочности обрабатываемого материала, кг/мм²,

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

V – скорость резания, м/мин.

Анализ методов получения измерительной информации при резании привел к необходимости представлять составляющие погрешности обработки включающими:

Литература

1. Анухин В.И., Макарова Т.А. Возможности управляющего контроля. Л.: ЛДНТП, 1990. 30 с.
2. Технология машиностроения: в двух кн. Учебное пособие для вузов/ Э. Л. Жуков, И. И. Козарь, С. Л. Мурашкин и др.; Под ред. С. Л. Мурашкина. – 3 –е изд., доп. – М.: Высш.шк, 2008.
3. Соколовский А.П. Точность механической обработки и пути ее повышения. М.: Машгиз, 1951. 487 с.
4. Соколовский А.П. Расчеты точности обработки на металлорежущих станках. М.: Машгиз, 1952. 288 с.