

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 17.09.2023 23:00:22
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 14 » _____ г.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО
РАСПОЛОЖЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТА,
ИЗДЕЛИЯ И СРЕЗАЕМОГО СЛОЯ**

Методические указания к выполнению лабораторной
и самостоятельной работы для студентов
по направлению подготовки 15.03.01

Курск 2023

УДК 519.6

Составитель Куц В.В.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент А.Н. Гречухин

Моделирование пространственного расположения рабочей части инструмента, изделия и срезаемого слоя: методические указания к выполнению лабораторной и самостоятельной работы для студентов по направлению подготовки 15.03.01 / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Куц. – Курск, 2023. – 8 с.

Содержат сведения. Указывается порядок выполнения лабораторной работы и правила оформления отчета.

Предназначены для студентов по направлению подготовки 15.03.01 всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 0,87 . Уч.-изд. л. 0,79.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1. Цель работы

Научиться определять положение базовых систем координат и координатных плоскостей для установки угловых характеристик рабочей части инструмента.

Ознакомиться с классификацией угловых характеристик режущих инструментов.

Изучить методику определения положения в пространстве рабочей части инструментов с помощью углов заточки, изменения координат и угловых характеристик инструмента при повороте режущих инструментов в процессе изготовления и в процессе движения.

2. Задачи работы

Построение геометрических моделей рабочих поверхностей режущего инструмента, изделия и срезаемого слоя в системе координатных плоскостей.

Геометрическое описание положения в пространстве рабочих поверхностей и режущих кромок инструмента.

Математическое моделирование поворота рабочей части инструмента в системе координат.

3. Общие сведения и указания

Резцы имеют разнообразные формы рабочей части, однако расположение основных поверхностей резцов, режущих кромок (РК) и назначение отдельных углов между поверхностями являются общими для многих типов резцов. Резец так же, как и РИ всех других видов, состоит из двух частей: рабочей, производящей работу резания, и крепежной, служащей для закрепления резца в резцедержателе станка (рис. 3.1). На рабочей части различают следующие элементы: переднюю поверхность; задние поверхности; РК; вершину. Передней поверхностью называется поверхность резца, по которой сходит срезанная стружка.

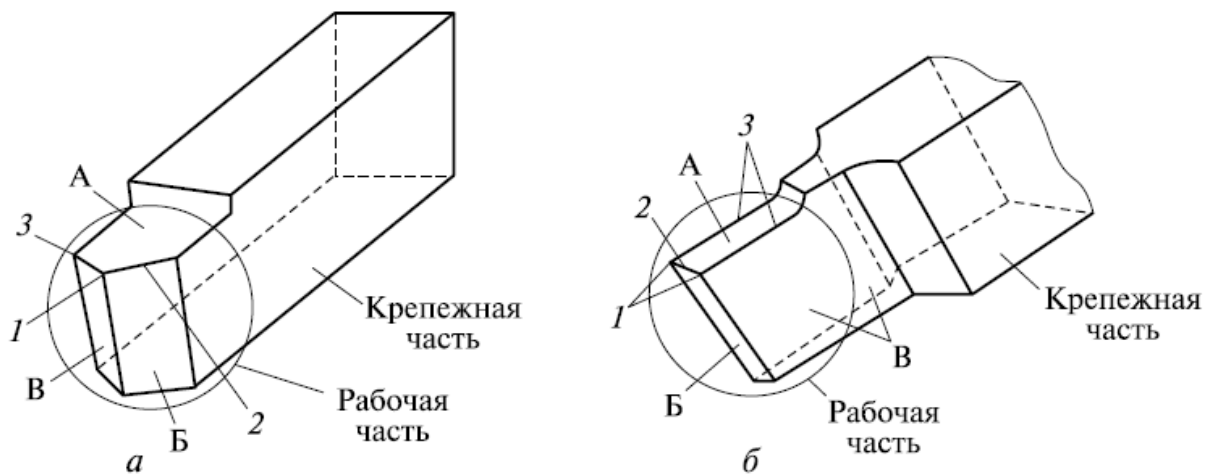


Рис. 3.1. Элементы рабочей части проходного (а) и отрезного (б) резца: 1 — вершина резца; 2 — главная режущая кромка; 3 — вспомогательная режущая кромка; А — передняя поверхность; Б — главная задняя поверхность; В — вспомогательная задняя поверхность

Задняя поверхность, примыкающая к главной РК, называется главной задней поверхностью, примыкающая к вспомогательной РК — вспомогательной задней поверхностью. Отрезные и долбежные резцы в отличие от резцов проходных имеют по две вспомогательные задние поверхности. Вершиной резца называется место пересечения главной и вспомогательной РК. У проходного токарного резца вершиной является участок лезвия в месте пересечения главной и вспомогательной РК (рис. 3.1, а). Вершина резца может быть в плане острой или закругленной. Отрезные и долбежные резцы (рис. 3.1, б) имеют две вершины. Форма лезвия резца определяется конфигурацией и расположением его поверхностей и РК. Форму лезвия, т. е. взаимное расположение передней и задних поверхностей и РК в пространстве, определяют углы резца.

На заготовке (рис. 3.2) при срезании с нее стружки резцом различают следующие поверхности: обрабатываемую; обработанную; поверхность резания.

Обрабатываемой поверхностью называется та поверхность заготовки, которая будет удалена в результате обработки.

Обработанной поверхностью называется поверхность детали, полученная после срезания стружки.

Поверхностью резания называется поверхность, образуемая на заготовке непосредственно главной РК резца. Поверхность резания является промежуточной, переходной между обрабатываемой и обработанной поверхностями. Для определения углов резца установлены исходные плоскости: основная плоскость и плоскость резания

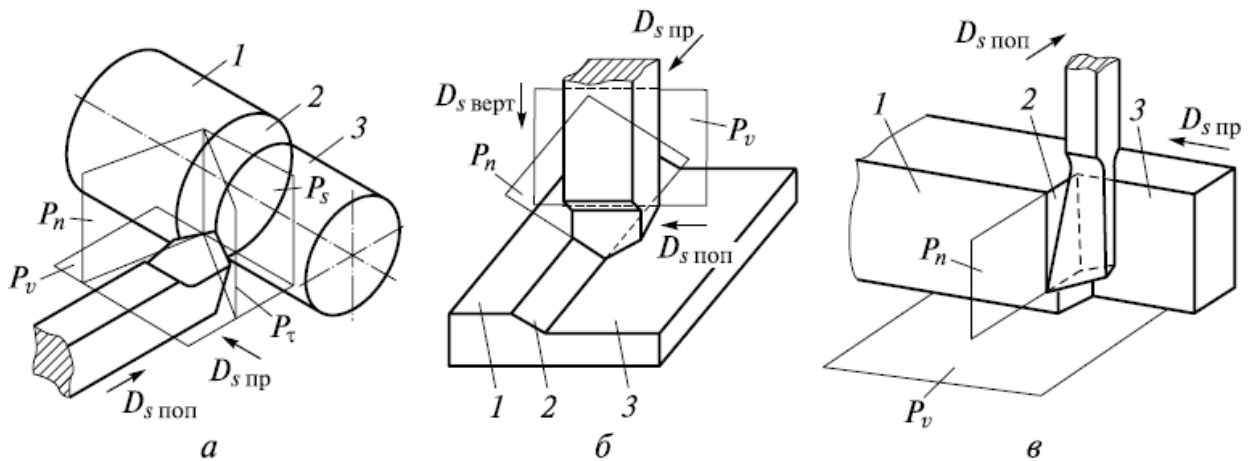


Рис. 3.2. Исходные плоскости для определения углов резца при обработке

резцами: а – токарным; б – строгальным; в – долбежным; 1 – обрабатываемая поверхность; 2 – поверхность резания; 3 – обработанная поверхность; P_v – основная плоскость; P_n – плоскость резания; P_τ – главная секущая плоскость; P_s – рабочая плоскость; $D_s \text{ пр}$ – движение продольной подачи; $D_s \text{ поп}$ – движение поперечной подачи; $D_s \text{ верт}$ – движение вертикальной подачи

Для определения углов резца приняты четыре координатные плоскости: основная плоскость; плоскость резания; главная секущая плоскость; рабочая плоскость.

Основной плоскостью P_v называется плоскость, параллельная направлениям продольной и поперечной подач и перпендикулярная плоскости резания в рассматриваемой точке главной РК.

У токарных и строгальных резцов за основную плоскость может быть принята опорная поверхность резца. У долбежных резцов основная плоскость перпендикулярна опорной поверхности.

Плоскостью резания P_n называется плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через главную РК резца в рассматриваемой точке главной РК.

У резцов с фасонной или криволинейной РК плоскость резания заменяется линейчатой поверхностью, образованной движением вдоль РК прямой линии, касательной к поверхности резания.

У строгальных и долбежных резцов с прямолинейным движением плоскость резания совпадает с поверхностью резания.

Главная секущая плоскость P_t — координатная плоскость, перпендикулярная линии пересечения основной плоскости и плоскости резания.

Рабочая плоскость P_s — плоскость, в которой расположены направления скоростей движения резания и движения подачи.

4. Задание

По индивидуальному плану составляют список из 25-30 резцов. Для каждого из резцов изображают условное сечение срезаемого слоя плоскостями, перпендикулярными к векторам скорости главного движения и суммарной скорости с выделением остаточных гребешков на обработанной поверхности; всех параметров, характеризующих сечение среза и остаточные гребешки.

Для заданной группы резцов в принимаемой последовательности дают их изображения в виде соответствующих проекций с выделением методам начертательной геометрии статических, кинематических и инструментальных углов, характеризующих положение главной и вспомогательной режущих кромок (ГРК, ВРК), а также рабочих поверхностей в заданных секущих плоскостях.

Методами аналитической геометрии моделируют положение режущих кромок и рабочих поверхностей (посредством учета координат отрезков, лежащих на них) в системах координат, построенных на базе векторов скорости главного движения и суммарной скорости резания.

5. Содержание работы

По каждому виду заданий составляют краткие алгоритмы построений, изображения резцов, нанесения заданных сечений и определяющих ориентиров, поиска устанавливаемых геометрических параметров.

Отдельно оформляется графоаналитический материал по каждому виду заданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гречишников В.А., Григорьев С. Н. и др. Процессы и операции формообразования и инструментальная техника. – М.: МГТУ «СТАНКИН», Янус-К, 2006.– 280 с.
2. Барботько А.И. Моделирование геометрических параметров режущих инструментов. Курск. Изд-во КГУ, 2004, 53 с.
3. Гречишников В.А., Сахаров Г.И., Арбузов О.Б. и др. Металлорежущие инструменты: Учебник для ВУЗов – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Жилимонова
« 14 » _____ 2023 г.



ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Методические указания к выполнению лабораторной
и самостоятельной работы для студентов
по направлению подготовки 15.03.01

Курск 2023

УДК 519.6

Составитель Куц В.В.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент А.Н. Гречухин

Измерение геометрических параметров металлорежущих инструментов: методические указания к выполнению лабораторной и самостоятельной работы для студентов по направлению подготовки 15.03.01 / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Куц. – Курск, 2023. – 18 с.

Содержат сведения. Указывается порядок выполнения лабораторной работы и правила оформления отчета.

Предназначены для студентов по направлению подготовки 15.03.01 всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 0,87 . Уч.-изд. л. 0,79.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1. Цель работы

Закрепление терминов, определений и понятий, составляющих основу кинематики процесса резания при точении.

Усвоение методики выделения рабочих поверхностей и режущих кромок токарных резцов, движений режущей кромки токарного резца в процессе обработки.

Изучение методов определения направлений векторов подачи, скоростей главного движения, резания и формообразования.

Ознакомление с конструктивными элементами различных типов токарных резцов.

Изучение конструкции измерительных приборов и приемов работы при измерении геометрических и конструктивных параметров токарных резцов.

2. Инструменты и материалы для работы

1. Комплект резцов различных типов
2. Штангенциркуль
3. Угломер флажковый
4. Угломер Семенова

3. Общие сведения

Обработка резанием заключается в срезании с обрабатываемой заготовки некоторой массы металла, специально оставленной на обработку и называемой припуском. Для этого инструменту и заготовке сообщают движения с определенными направлениями и скоростями. Количество движений, с помощью которых происходит формообразование поверхности, бывает различно. Сочетание движений, сообщаемых механизмом станка в процессе резания инструменту и заготовке, представляет собой принципиальную кинематическую схему резания. При механической обработке наибольшее распространение получили кинематические схемы с

одним прямолинейным движением и одним вращательным движением.

Наибольшее распространение при формообразовании поверхностей получила токарная обработка (точение с помощью резцов).

К видам точения можно отнести: растачивание – обработка внутренних поверхностей; подрезание – обработка плоских (торцевых) поверхностей; разрезание – разделение заготовок на части.

Формообразующими движениями при точении являются вращательное движение заготовки и поступательное движение инструмента – резца. Движение подачи осуществляется параллельно оси вращения заготовки (продольное движение подачи), перпендикулярно оси вращения заготовки (поперечное движение подачи), под углом к оси вращения заготовки (наклонное движение подачи).

Поверхности и координатные плоскости резца

Слой металла, срезаемый с заготовки в процессе изготовления детали, называется припуском на обработку. Величина припуска определяется разностью размеров заготовки и обработанной детали.

На заготовке (рис. 2.1) при срезании с нее стружки резцом различают следующие поверхности: обрабатываемую; обработанную; поверхность резания.

Обрабатываемой поверхностью называется та поверхность заготовки, которая будет удалена в результате обработки.

Обработанной поверхностью называется поверхность детали, полученная после срезания стружки.

Поверхностью резания называется поверхность, образуемая на заготовке непосредственно главной РК резца. Поверхность резания является промежуточной, переходной между обрабатываемой и обработанной поверхностями. Для определения углов резца установлены исходные плоскости: основная плоскость и плоскость резания.

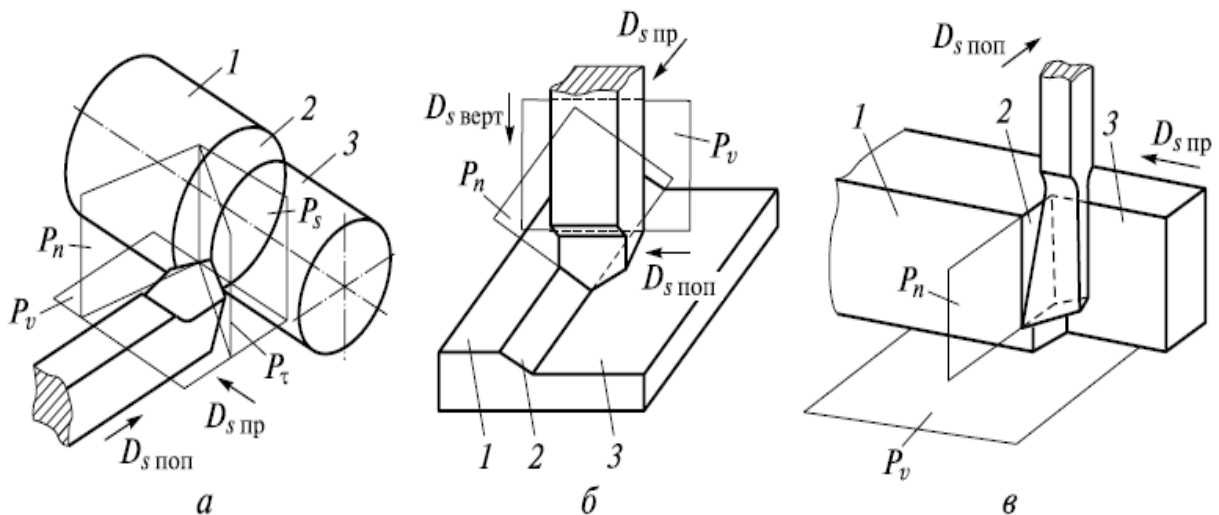


Рис. 2.1. Исходные плоскости для определения углов резца при обработке резцами: а – токарным; б – строгальным; в – долбежным; 1 – обрабатываемая поверхность; 2 – поверхность резания; 3 – обработанная поверхность; P_v – основная плоскость; P_n – плоскость резания; P_τ – главная секущая плоскость; P_s – рабочая плоскость; $D_s \text{ пр}$ – движение продольной подачи; $D_s \text{ поп}$ – движение поперечной подачи; $D_s \text{ верт}$ – движение вертикальной подачи

Для определения углов резца приняты четыре координатные плоскости: основная плоскость; плоскость резания; главная секущая плоскость; рабочая плоскость.

Основной плоскостью P_v называется плоскость, параллельная направлениям продольной и поперечной подач и перпендикулярная плоскости резания в рассматриваемой точке главной РК.

У токарных и строгальных резцов за основную плоскость может быть принята опорная поверхность резца. У долбежных резцов основная плоскость перпендикулярна опорной поверхности.

Плоскостью резания P_n называется плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через главную РК резца в рассматриваемой точке главной РК.

У резцов с фасонной или криволинейной РК плоскость резания заменяется линейчатой поверхностью, образованной

движением вдоль РК прямой линии, касательной к поверхности резания.

У строгальных и долбежных резцов с прямолинейным движением плоскость резания совпадает с поверхностью резания.

Главная секущая плоскость P_t — координатная плоскость, перпендикулярная линии пересечения основной плоскости и плоскости резания.

Рабочая плоскость P_s — плоскость, в которой расположены направления скоростей движения резания и движения подачи.

Конструктивные параметры токарных резцов

Многие способы обработки металлов резанием предусматривают применение режущих инструментов, работающих по принципу резца. В основу обработки резцом положена работа режущего клина, поэтому режущая часть резца и представляет собой режущий клин. Основные части резца, режущие кромки и поверхности головки резца показаны на рис. 2.1.

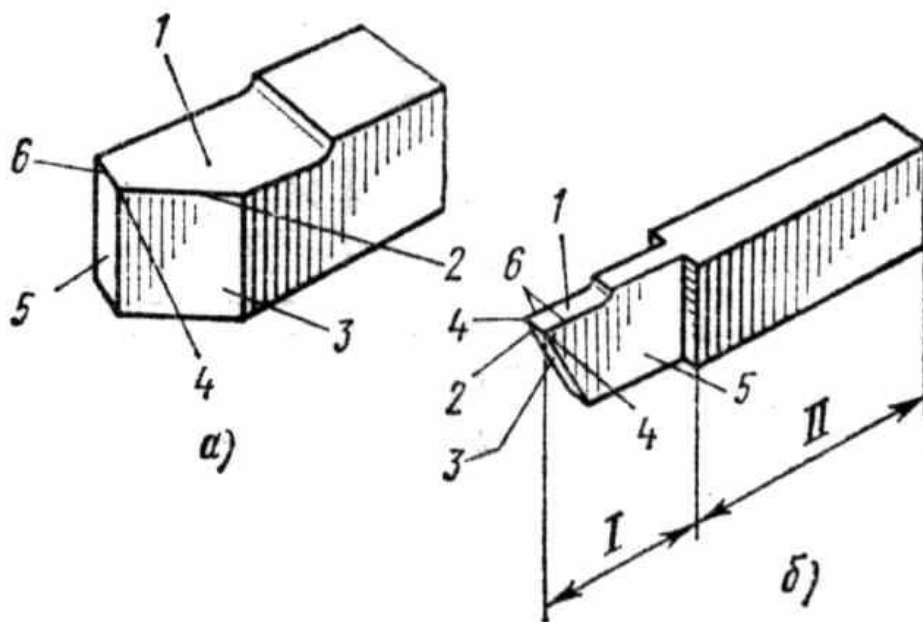


Рис. 2.2. Конструктивные параметры резца: а-проходной прямой; б - отрезной

Резец состоит из двух основных частей: режущей I, которая является рабочей частью с режущими кромками и тела II,

служащего для закрепления резца в специальной державке или резцедержателе станка.

На режущей части резца различают следующие элементы. Передняя поверхность 1, по которой сходит стружка. От ее правильного наклона в значительной степени зависит успех работы резца.

Главная задняя поверхность 3, обращена к обрабатываемому изделию в направлении подачи.

Вспомогательная задняя поверхность 5, обращена к обрабатываемому изделию в направлении, противоположном направлению подачи.

Вспомогательных задних, поверхностей может быть несколько, например, две у отрезного резца (рис. 2.2. б).

Главная режущая кромка 2 образуется пересечением передней и главной задней поверхностями и выполняет основную работу резания. Вспомогательная режущая кромка 6, образуется пересечением передней и вспомогательной задней поверхностями и осуществляет вспомогательное резание.

Вершиной резца 4 является место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок. Вершина резца может быть острой, но обычно ее закругляют для большей стойкости резца, а также для повышения чистоты обработанной поверхности.

Режущая часть любого инструмента выполнена в форме клина. Геометрия режущего инструмента характеризуется формой его режущей части и углами, определяющими положение рабочих поверхностей. Эти параметры оказывают существенное влияние на стойкость инструмента, условия образования стружки, силы резания и качество обработанной поверхности.

Геометрические параметры режущей части токарных резцов

Геометрия РИ оказывает большое влияние на производительность процесса резания, поэтому геометрические параметры РИ являются важным фактором в выборе параметров режима резания.

Различают геометрию РИ в статике и в процессе резания. В первом случае РИ рассматривается как геометрическое тело,

находящееся в неподвижном состоянии; во втором случае геометрия РИ рассматривается с учетом траектории относительного движения главного лезвия и фактического его расположения относительно заготовки.

Углы, соответствующие статическому положению РИ, называются углами в статике или углами заточки.

Углы, соответствующие положению РИ в процессе резания, называются кинематическими углами. Между статическими и кинематическими углами существует математическая зависимость.

Кинематические углы характеризуют режим работы РИ и определяют его режущие способности. Режим работы РИ влияет на его износ, качество обработанной поверхности и усилия, возникающие в процессе резания. Непосредственное измерение кинематических углов на РИ невозможно. Кроме того, они при одной и той же геометрии РИ могут изменяться в зависимости от условий работы.

Статические углы не определяют режима работы РИ, но знание их необходимо для изготовления и контроля его геометрической формы. Следует стремиться к тому, чтобы геометрические параметры РИ в процессе резания незначительно отличались от статических параметров. В этом случае отпадает необходимость производить соответствующие пересчеты из одной системы в другую, и статические параметры будут с достаточной для практики точностью характеризовать условия резания.

Рассмотрим углы токарного резца прямоугольного сечения в статике. Тогда направление скорости главного движения резания принимается перпендикулярным конструкторской установочной базе резца.

Углы резца подразделяют на главные, вспомогательные и углы в плане (рис. 2.3, а, б).

В главной секущей плоскости P_t измеряют главные углы резца: передний угол γ ; главный задний угол α ; угол заострения β .

Передним углом γ называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью, проведенной через главную РК перпендикулярно к плоскости резания. Передний угол может

быть положительным или отрицательным. Основное назначение переднего угла – обеспечение процесса образования и схода стружки.

Главным задним углом α называется угол между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания, основное назначение – обеспечение свободного рабочего движения РИ.

Углом заострения β называется угол между передней и главной задней поверхностями резца. Между этими углами существует зависимость $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$.

Вспомогательным задним углом α_1 называется угол между вспомогательной задней поверхностью резца и плоскостью, проходящей через вспомогательную РК перпендикулярно основной плоскости. Этот угол измеряется во вспомогательной секущей плоскости, перпендикулярной к проекции вспомогательной РК на основную плоскость.

В основной плоскости P_v измеряют углы в плане: главный угол в плане φ ; вспомогательный угол в плане φ_1 ; угол при вершине ε .

Главным углом в плане φ называется угол между проекцией главной РК на основную плоскость и направлением подачи резца.

Вспомогательным углом в плане φ_1 называется угол между проекцией вспомогательной РК на основную плоскость и направлением, противоположным направлению подачи резца.

Углом при вершине ε называется угол между проекциями главной и вспомогательной РК на основную плоскость. Сумма углов $\varphi + \varphi_1 + \varepsilon = 180^\circ$.

В плоскости резания измеряется угол наклона главной РК λ – угол между РК и основной плоскостью. Угол наклона главной РК считается положительным, когда вершина резца является самой низкой точкой РК, отрицательным, когда вершина является самой высокой точкой РК (рис. 2.3, в) и равным нулю, когда РК параллельна основной плоскости (рис. 2.3, г).

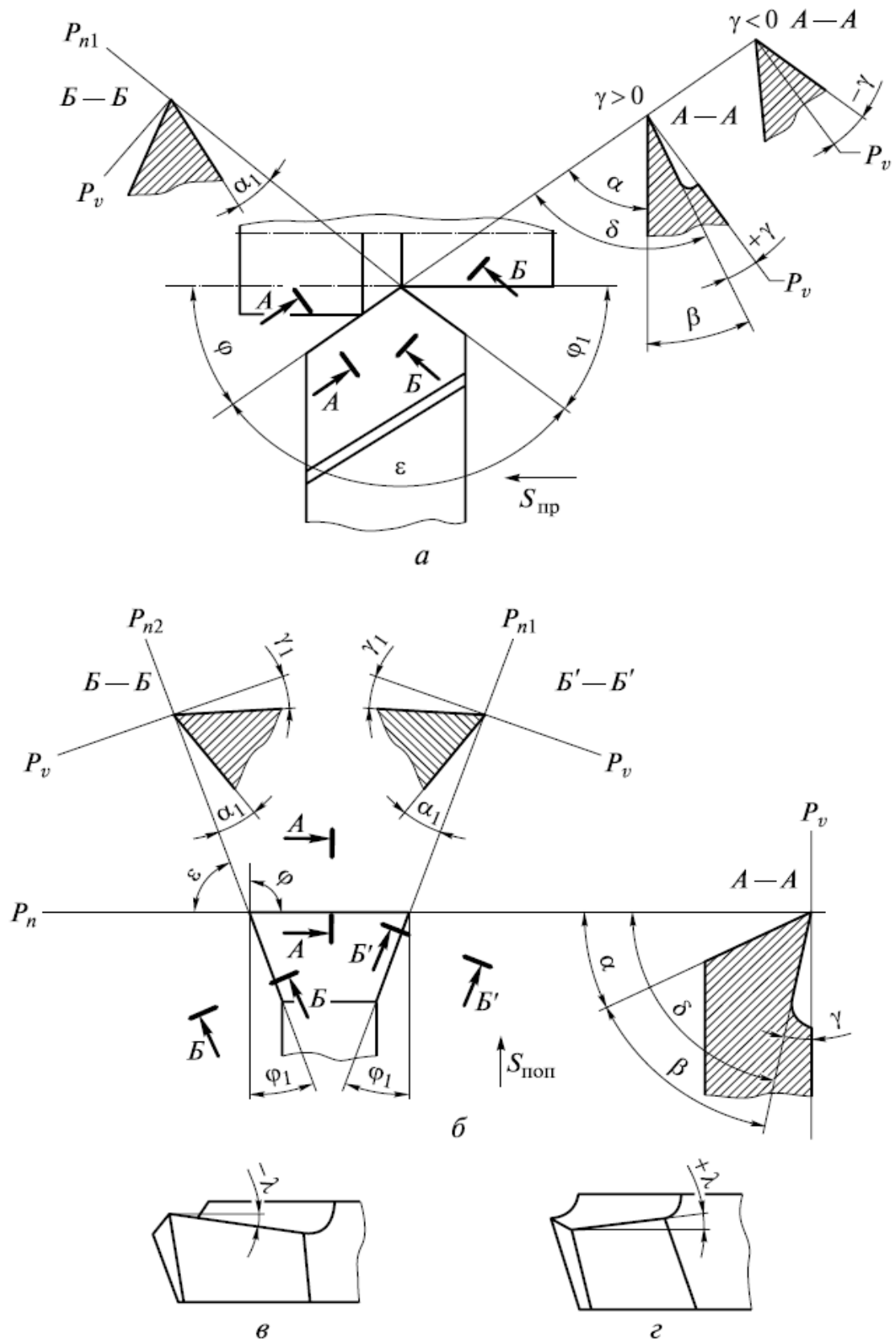


Рис. 2.3. Геометрия проходного резца (а), геометрия отрезного резца (б), углы наклона главной режущей кромки (в, г): $S_{пр}$ – продольная подача; $S_{поп}$ – поперечная подача; P_{n1} , P_{n2} – вспомогательные плоскости резания

4. Измерение геометрических параметров резца

Геометрические параметры резца измеряются универсальными угломерами - приборами, служащими для измерения отдельных геометрических параметров (абсолютный метод), и шаблонами (относительный метод).

Одним из наиболее распространенных приборов для измерения геометрических параметров резцов является универсальный угломер ЛМТ конструкции Ленинградского механического техникума.

Универсальный угломер ЛМТ предназначен для измерения основных углов резца - переднего γ , заднего α , главного и вспомогательного в плане φ и φ_1 , наклона режущих кромок λ ; λ_1 .

Плита (основание) угломера служит основной плоскостью. На вертикальной стойке 2 перемещается устройство, состоящее из блока 3 и трех шкал с измерительными линейками 4 (ножами). Шкальное устройство перемещается на стойке по шпоночному пазу и при необходимости (после ослабления фиксатора б) может поворачиваться вокруг оси стойки и фиксироваться в любом положении по высоте. Измерительные ножи шкальных устройств снабжены винтами, позволяющими фиксировать требуемое положение ножей по отношению к измеряемой поверхности. Основная плоскость угломера снабжена направляющей линейкой 5, служащей для правильной ориентации резца при измерении углов φ и φ_1 .

Для измерения переднего угла γ измерительная линейка шкального блока настраивается «на глаз» перпендикулярно главной режущей кромки до соприкосновения с передней поверхностью резца. При этом указатель измерительной линейки, отклоняясь влево от нуля, показывает положительное значение угла γ . При отрицательном значении γ отсчет угла производится вправо от нуля.

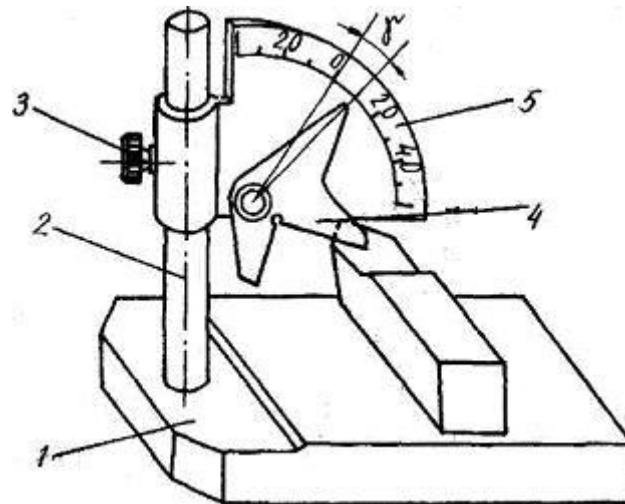


Рис. 3.1. Измерение угла γ токарного проходного резца

Задний угол измеряется аналогично переднему. В этом случае измерительная линейка доводится до полного контакта с главной задней поверхностью. Значение угла α отсчитывается вправо от нуля.

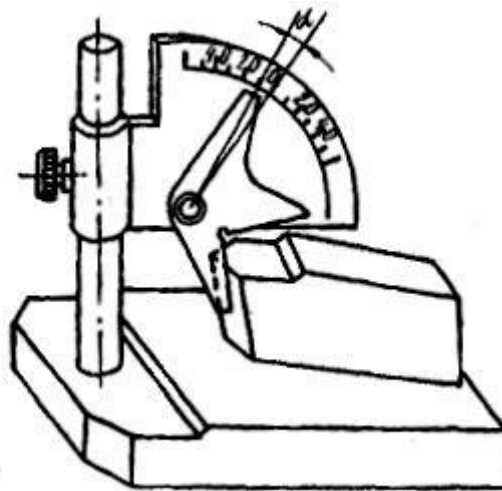


Рис. 3.2. Измерение угла α токарного проходного резца

Углы в плане φ и φ_1 измеряют универсальным угломером. При измерении главного угла в плане φ (рис.1.16) планку 1 угломера прикладывают к режущей кромке лезвия, а планку 2 - к боковой стороне резца 3. Показания на шкале угломера дают значения φ . Подобным же методом измеряют вспомогательный угол в плане φ_1

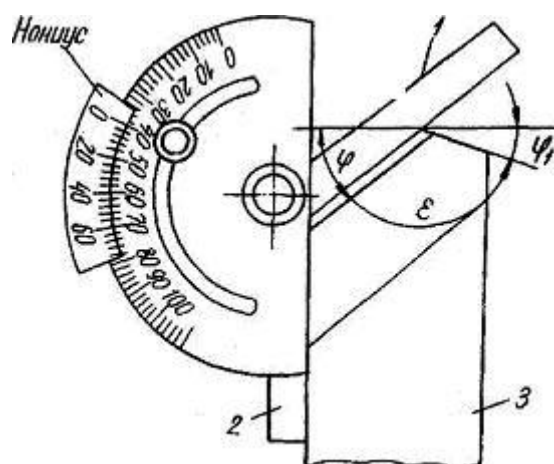


Рис. 3.3. Измерение угла φ токарного проходного резца

Для измерения угла наклона главной режущей кромки шкальное устройство поворачивается на стойке в требуемое положение до соприкосновения с вершиной резца. При этом положение главной режущей кромки устанавливается параллельно вертикальной плоскости измерительного ножа. При повороте измерительной линейки до соприкосновения с главной режущей кромкой указатель фиксирует значение угла наклона λ . Отсчет угла λ вправо от нуля характеризуется его отрицательным значением, а влево - положительным (для правого резца, для левого - наоборот).

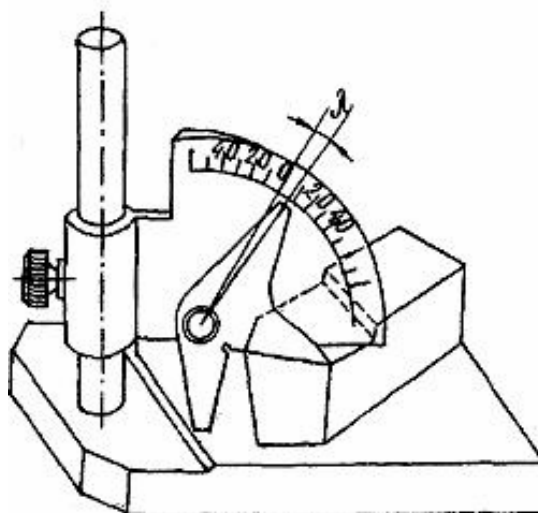


Рис. 3.3. Измерение угла λ токарного проходного резца

Для измерения геометрических параметров резцов имеются и другие конструкции угломеров, методы измерения которых аналогичны рассмотренному и подробно описаны в работе.

5. Последовательность выполнения лабораторной работы

Лабораторная работа выполняется в следующей последовательности:

- 1) изучение основных понятий и определений теории резания;
- 2) изучение геометрических параметров металлорежущих инструментов;
- 3) изучение причин изменения геометрических параметров инструментов при резании;
- 4) ознакомление с устройством универсального угломера ЛМТ и методом измерения геометрических параметров;
- 5) самостоятельное измерение геометрических параметров резцов и других инструментов (по указанию преподавателя);
- 6) оформление отчета.

6. Содержание отчета

1. Введение. Цель работы.
2. Эскизы режущих инструментов. На эскизах выделяют рабочую и присоединительную части, переднюю поверхность, главную и вспомогательную задние поверхности, главную и вспомогательную режущие кромки (ГРК, ВРК).
3. Схемы расположения системы координат инструмента относительно системы координат станка, схемы расположения координатных плоскостей (плоскости резания и основной), построенных на базе вектора скорости главного движения и вектора скорости резания.
4. Эскизы режущих инструментов с наложением на них систем геометрических параметров (по результатам измерений).
5. Таблицы результатов измерения.
6. Схемы графического определения переднего и заднего углов на операции отрезки при установке резца: а) по оси, б) выше оси, в) ниже оси детали (при $S = 0$, а также при $S \neq 0$).
7. Примеры пересчета угловых параметров (углов между режущими кромками, между кромкой и плоскостью, между плоскостями в сечении третьей плоскостью).

Таблица 5.1. Геометрические параметры лезвия резцов

№ резца	Наименование резца	Размеры резца; ВхН, мм	Углы резца в градусах														
			α	γ	β	δ	λ	λ_1	φ	φ_1	α_1	β_1	γ_1				

7. Контрольные вопросы по лабораторной работе

1. Многообразие типов и видов режущих инструментов.
2. Краткая классификация основных типов резцов.
3. Схемы резания при токарной обработке, строгании, сверлении, развертывании, протягивании плоскостей, нарезании резьбы резцом и метчиком, цилиндрическом и торцевом фрезеровании, обработки зубчатых колес червячными фрезами.
4. Характерные поверхности заготовки в процессе срезания припуска:
обработанная поверхность, поверхность резания, обрабатываемая поверхность.
5. Элементы рабочей части режущих инструментов: передняя поверхность, главная и задние вспомогательные поверхности, главная и вспомогательная режущие кромки, вершина инструмента.
6. Классификация движений режущей кромки инструмента в процессе обработки: движение резания, движение подачи, вспомогательные движения.
7. По какому признаку металлорежущие инструменты разделяются на инструменты с простым и сложным рабочими движениями. Приведите примеры.

8. Понятие о векторе суммарной скорости относительного движения (векторе истинной скорости резания). Какое положение он занимает в пространстве?

9. Методы определения направления подачи.

10. Метод определения направления подачи с помощью трех векторов: вектора скорости резания; вектора, перпендикулярного к поверхности движения; перпендикулярного к ним вектора подачи.

11. Примеры установления направления подачи для основных видов обработки.

12. Поверхность резания как основная база для установления угловых характеристик рабочей части режущего инструмента.

13. Понятие о системах координатных (базовых) плоскостей, проводимых через вектор скорости резания с целью создания прямоугольной системы отсчета угловых характеристик рабочей части инструмента.

14. Что называют свободным и несвободным резанием?

15. Классификация угловых характеристик рабочей части режущих инструментов.

16. Что называют рабочими геометрическими параметрами металлорежущих инструментов?

17. Перечислите и дайте определение геометрических параметров, измеряемых в главной секущей плоскости.

18. Напишите соотношение между геометрическими параметрами, измеряемыми в главной секущей плоскости.

19. Перечислите и дайте определения геометрических параметров, измеряемых во вспомогательной секущей плоскости, то же в основной плоскости.

20. Напишите зависимость между углами в плане.

21. Дайте определение угла наклона главной режущей кромки. В какой координатной плоскости измеряется угол наклона главной режущей кромки?

22. Перечислите причины отличия рабочих геометрических параметров от статических геометрических параметров.

23. Методика установления углов заточки рабочей части режущих инструментов.

24. Методика определения положения в пространстве рабочей части режущих инструментов с помощью углов заточки.

25. Принципы аналитического определения углов между режущими кромками, кромкой и плоскостью, плоскостями в сечении плоскостью.

26. Какими контрольными средствами измеряются геометрические параметры.

27. Опишите конструкцию универсального угломера ЛМТ. для измерения, каких геометрических параметров он предназначен?

28. Продемонстрируйте измерения с помощью универсального угломера ЛМТ главного переднего угла γ

29. То же заднего угла α

30. Углов в плане φ и φ_1

31. Угла наклона главной режущей кромки λ

32. Как с помощью угломера ЛМТ определить величины угла резания δ , угла заострения β и угла при вершине ε ?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гречишников В.А., Григорьев С. Н. и др. Процессы и операции формообразования и инструментальная техника. – М.: МГТУ «СТАНКИН», Янус-К, 2006.– 280 с.
2. Барботько А.И. Моделирование геометрических параметров режущих инструментов. Курск. Изд-во КГУ, 2004, 53 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Жолимонова
« 14 » _____ 20__ г.



ИЗУЧЕНИЕ И ТАРИРОВКА ДИНАМОМЕТРОВ
Методические указания к выполнению лабораторной
и самостоятельной работы для студентов
по направлению подготовки 15.03.01

Курск 2023

УДК 519.6

Составитель Куц В.В.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент А.Н. Гречухин

Изучение и тарировка динамометров: методические указания к выполнению лабораторной и самостоятельной работы для студентов по направлению подготовки 15.03.01 / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Куц. – Курск, 2023. – 13 с.

Содержат сведения. Указывается порядок выполнения лабораторной работы и правила оформления отчета.

Предназначены для студентов по направлению подготовки 15.03.01 всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 0,87 . Уч.-изд. л. 0,79.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1. Цель работы

Ознакомление с конструкцией динамометров, применяемых для экспериментального определения составляющих сил резания;

Ознакомление с конструкцией упруго – электрического трехкомпонентного динамометра;

Тарировка упруго - электрического динамометра.

2. Назначение динамометров

Связь между изменением факторов процесса резания и составляющими силы резания обычно находят экспериментально. Аналитические методы определения составляющих силы резания имеют преимущественно сравнительный характер и для инженерных расчетов применяются редко.

Приборы, предназначенные для измерения составляющих силы резания, называются динамометрами. В зависимости от количества измеряемых составляющих динамометры разделяются на однокомпонентные, двух и трехкомпонентные.

Трехкомпонентные динамометры предназначены для измерения технологических составляющих силы резания: F_z , F_x , F_y , являющихся проекцией общей равнодействующей сил резания R на оси координат z , x , y . За начало осей координат ориентировочно принимают центр давления стружки (точку O). Направление координатных осей выбирается таким образом, чтобы спроектированные на них векторы сил характеризовали нагрузки, действующие на основные узлы станка в процессе резания: на главный привод и механизм подачи.

Ось Z направлена по касательной к поверхности резания, и составляющая F_z нагружает механизм главного привода станка, определяя величину крутящего момента и оказывая преобладающее влияние на расход мощности. При обычных условиях резания F_z по абсолютной величине больше прочих составляющих.

Оси X и Y лежат в горизонтальной плоскости, параллельной основной плоскости. Ось X и сила F_x направлены параллельно продольной подаче. F_x - усилие, действующее на механизм продольной подачи станка. Ось Y перпендикулярна оси изделия, F_y - радиальная составляющая, которая определяет величину отжатия резца и суппорта от обрабатываемой заготовки, деформацию заготовки при недостаточной ее жесткости. Поэтому силу F_y необходимо учитывать в тех случаях, когда требуется высокая точность обработки.

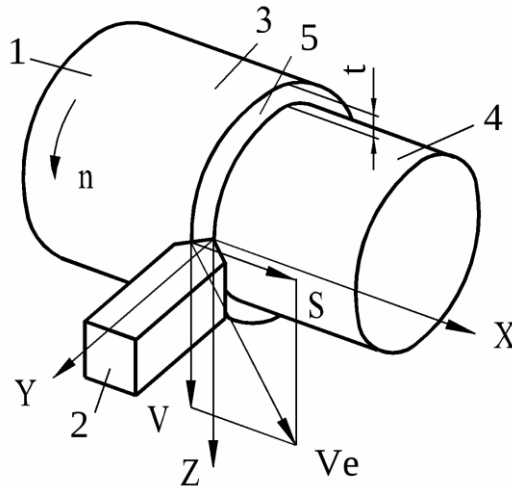


Рис. 2.1. Направление векторов скоростей и составляющих сил в зоне резания

Основным методом, используемым в динамометрах для измерения силы резания, является метод упругой деформации. Он основан на пропорциональности величины упругой деформации силе, действующей на упругий элемент.

Достоинствами упругих динамометров являются относительная компактность конструкции, возможность одновременного измерения средних значений нескольких составляющих силы резания и изменения их во времени.

По принципу действия различают динамометры: упруго-механические, гидравлические, и упруго-электрические [16].

В настоящее время наибольшее применение получили упруго-электрические динамометры. Их действие основано на преобразовании перемещения или деформации упругих звеньев динамометра в электрический сигнал с помощью электрических датчиков. Такие динамометры имеют высокую точность измерения, практически безынерционны, малогабаритны,

обладают высокой жесткостью и не чувствительны к вибрациям. В качестве датчиков наибольшее распространение нашли индуктивные и проволочные датчики, относящиеся к параметрическим электрическим датчикам. Эти датчики компактны и позволяют в качестве показывающих и записывающих устройств применять универсальные приборы (гальванометры, магнитоэлектрические и электронные осциллографы).

Проволочные датчики относятся к датчикам омического сопротивления. Датчик наклеивают на упругое звено динамометра, и при его нагружении датчик претерпевает те же деформации, что и поверхность, на которой он расположен. Растяжение или сжатие петель проволоки датчика позволяет изменять его омическое сопротивление; это изменение пропорционально величине действующей силы.

Среди динамометров с проволочными датчиками наибольшее распространение нашел универсальный динамометр УДМ конструкции Б.И. Мухина, выпускаемый ВНИИ. Динамометр позволяет одновременно измерять три составляющих силы резания: F_z , F_x , F_y и крутящий момент $M_{кр}$ при различных видах обработки материалов: точении, сверлении, фрезеровании и др.

В лабораторной работе измерения средних значений составляющих силы резания производятся с применением динамометра УДМ 600.

3. Описание динамометра

В комплект динамометра входят следующие устройства:

- динамометр-датчик;
- резцедержава, используемая при точении;
- столик, используемый при сверлении и фрезеровании;
- тензометрический усилитель 4АНЧ22;
- приборный щит;
- осциллограф;
- соединительные провода.

Динамометр снабжён следующими вспомогательными инструментами: гаечным ключом $S = 17$ мм, торцевым ключом $S = 6$ мм, накладным ключом $S = 14$ мм и отвёрткой.

Конструкция универсального динамометра показана на рис. 3.1.

Полость корпуса динамометра 1, в котором помещена державка 3 закрыта сверху крышкой 2. Державка 3 выполнена в виде квадратной пластины с круглым фланцем на верхней части. Круглый фланец державки предназначен для закрепления на динамометре сменных приспособлений: резцедержавки или столика.

Для предохранения механизма динамометра от пыли, стружки и жидкости зазор между корпусом динамометра и круглым фланцем державки закрыт резиновым кольцом 11.

Державка установлена в корпусе на 16 упругих опорах. Каждая опора состоит из тонкостенной втулки 9 и двух ножек - 7 и 8. Ножки образуют два упругих шарнира. Такая конструкция опоры обеспечивает большую жесткость в направлении ее оси и малую жесткость в направлении, перпендикулярном оси (отношение жесткостей примерно 100:1). Благодаря этому опоры в динамометре воспринимают нагрузку лишь в одном направлении - вдоль оси опоры. Площади сечений втулки и ножек опоры равновелики и выбраны так, чтобы материал опоры работал в области упругих деформаций. Все опоры выполнены из термически обработанной стали 60С2А. Опоры установлены в направляющих втулках 6. Каждая из опор динамометра имеет предварительный натяг, который, несколько (примерно на 10%) превышает половину нагрузки, максимально допустимой для опоры. Благодаря натягу опор устраняются все зазоры и контактные деформации в стыках деталей динамометра.

Величину натяга опор регулируют поворотом гаек 4. После регулирования величины натяга гайки 4 фиксируют с помощью сухарей 5 и закрывают крышками: верхние гайки - крышками 17, боковые гайки - крышками 16.

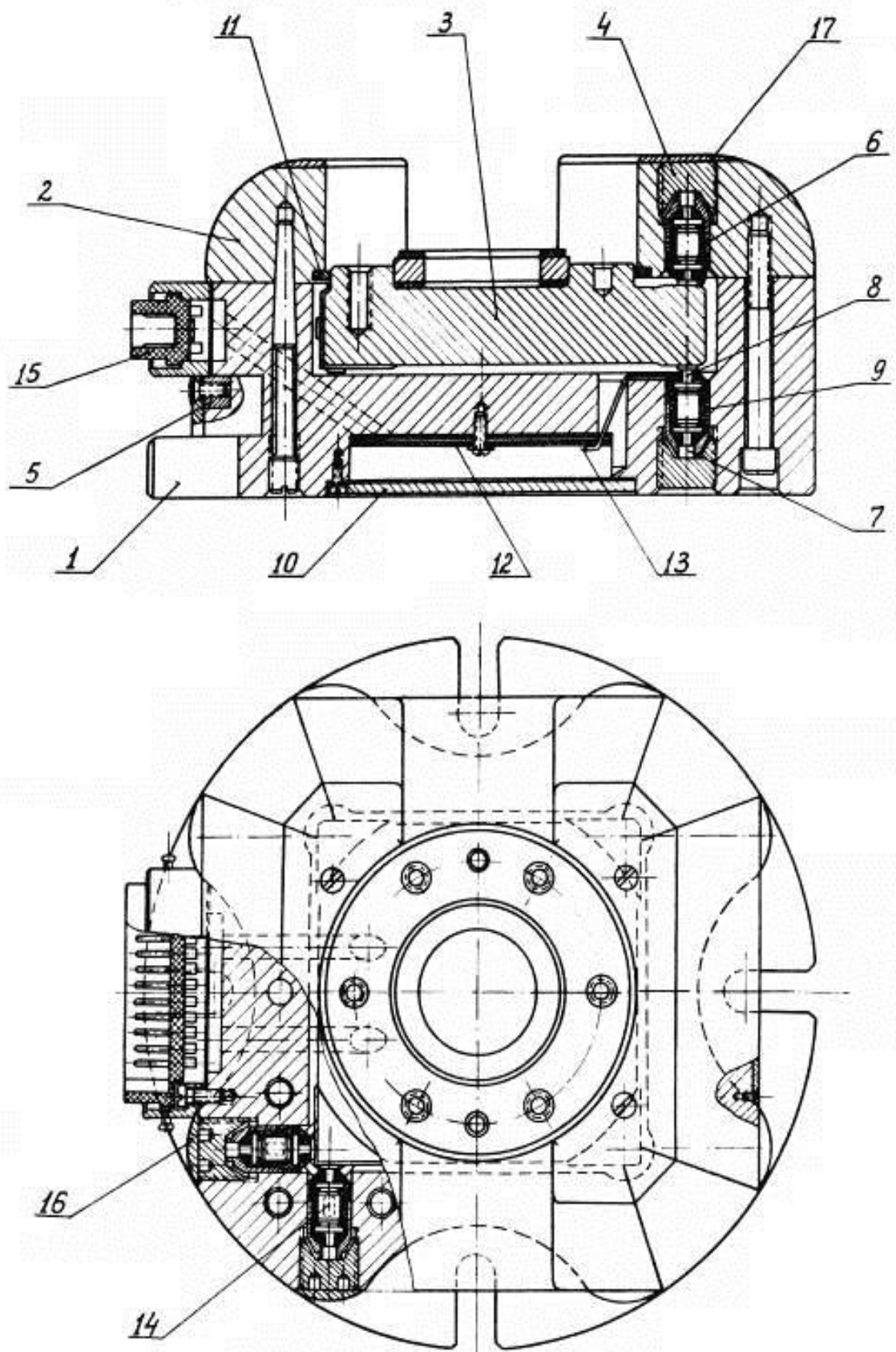


Рис. 3.1. Конструкция универсального динамометра

На втулки опор наклеены (строго вдоль образуют втулки) проволочные датчики сопротивления 14 с базой 10 мм и с номинальным сопротивлением 100 Ом. На опоры, оси которых расположены вертикально, наклеено по одному датчику, которые соединены в схему измерения силы P_z . На опоры, оси которых расположены горизонтально, наклеено по два датчика: первые датчики соединены в схемы измерения сил P_y и P_x , вторые датчики - в схему измерения $M_{кр}$. Провода от каждого датчика выведены через отверстия в корпусе динамометра на панель 12 и присоединены к клеммам 13. На панели 12 датчики соединяют в измерительные схемы.

Полость корпуса динамометра, в которой расположена панель 12, закрывают крышкой 10. Провода от измерительных схем выведены на разъемное шасси 15. При работе динамометра к разъемному шасси 15 подсоединяют экранированный кабель от усилителя 4АНЧ22.

Динамометр работает следующим образом. Под действием силы резания деформируются в основном опоры, как наименее жесткие детали динамометра; например, при нагружении вертикальной силой P_z деформируются вертикальные опоры.

Проволочные датчики, наклеенные на вертикальные опоры, соединены таким образом, что сигнал измерительной схемы пропорционален алгебраической сумме деформаций всех верхних и нижних вертикальных опор. При таком включении проволочных датчиков показания динамометра не зависят от точки приложения силы резания. Сигнал с измерительной схемы поступает далее на вход электронного усилителя 4АНЧ22, усиливаются и затем передается на параллельно соединенные макроамперметр М266 и вибратор осциллографа, с помощью которых можно регистрировать показания динамометра.

Работа динамометра при измерении P_y и P_x аналогична его работе при измерении P_z . При действии крутящего момента деформируются все горизонтальные опоры. Вторые проволочные датчики, наклеенные на эти опоры, соединены таким образом, что сигнал измерительной схемы пропорционален крутящему моменту $M_{кр}$.

4. Подготовка динамометра к работе

Подготовка динамометра к работе должна проводиться в следующей последовательности:

1. Установить динамометр на станок и закрепить на нем резец.
2. Соединить экранированными проводами динамометр с усилителем ТА-5. Включить усилитель в электросеть через стабилизатор напряжения.
3. Произвести выдержку в течение 14-20 мин, необходимую для стабилизации температуры всей аппаратуры динамометра.
4. Совместно с преподавателем настроить усилитель согласно «Краткому описанию усилителя для термических измерений типа ТА-5», которое прилагается к динамометру.
5. Соединить проводами усилитель ТА-5 с приборным щитом.
6. Ручками «регулирование нуля» усилителя ТА-5 установить нулевые показания отсчетных микроамперметров М266.

5. Тарирование динамометра

5.1. Установка динамометра при тарировании

При тарировании любого динамометра устанавливается соответствие между показаниями регистрирующих приборов динамометра и фактической величиной нагрузки, действующей на режущий инструмент.

Тарировка осуществляется последовательным статическим нагружением и разгрузением динамометра в направлении действия каждой из составляющей силы резания: F_z , F_x и F_y .

Для регистрации величины, силы, действующей на динамометр, между нагружающим элементом тарируемым динамометром устанавливается контрольный упруго-механический динамометр (например, системы Токаря).

Подготовка токарного динамометра к тарировке производится в следующей последовательности:

1. Динамометр устанавливается на станке.
2. В гнезде динамометра вместо резца закрепляется оправка. На трех ее поверхностях находятся лунки, которые являются местом приложения нагрузки в направлении действия трех составляющих сил. Лунки выполнены таким образом, что перпендикуляры к поверхности Оправки, проходящие через центр лунок, пересекаются при продолжении в одной точке. Эта точка является фактическим центром приложения сил F_z , F_x и F_y .
3. Оправку при установке необходимо выверить таким образом, чтобы лунки для нагружения F_x и F_y располагались на уровне горизонтальной плоскости динамометра. Такая установка является одним из условий, обеспечивающих необходимую точность нагружения динамометра при тарировке.
4. Производится установка динамометра и приспособлений, необходимых для его нагружения при тарировке.
5. Динамометр устанавливается так, чтобы центр лунок оправки совпадал с линией центров станка, а продольная ось динамометра была перпендикулярна ей.
6. Нагружение токарного динамометра в направлении действия F_x и F_y производится специальной резьбовой оправкой, закрепляемой в патроне станка.
7. Нагружение F_z производится винтом струбцины, устанавливаемой на станке. Положение винта струбцины относительно оправки и динамометра необходимо выверить так, чтобы оси нагружающих винтов строго совпадали с направлением действия сил, а также с соответствующими лунками оправки. В противном случае неизбежно взаимное влияние составляющих силы резания на показания приборов. Выверка производится при помощи уровня, отвеса и угольника.

5.2. Методика проведения тарирования

1. Перед тарированием динамометра включить электрическую схему для прогрева.
2. Произвести выверку динамометра на станке.

3. Установить контрольный динамометр в направлении действия одной из составляющих силы резания.

4. Установить шкалу индикатора контрольного динамометра на нуль и записать условный нуль микроамперметра тарируемого динамометра.

5 . Нагружать тарируемый динамометр ступенями желательно через разные интервалы. При каждом нагружении фиксировать показания контрольного и тарируемого динамометра. Количество нагружений - не менее 6, а величина суммарной нагрузки не должна быть больше предельной для контрольного динамометра нагрузки и приблизительно равной силе, обычно возникающей при резании.

6. Произвести разгрузку динамометра (тоже ступенями, через равные интервалы), до возвращения стрелки индикатора в нулевое положение. При разгрузке также фиксировать показания приборов контрольного и тарируемого динамометров.

7. Вычислить абсолютные отклонения стрелки микроамперметра от условного нуля, соответствующие каждой ступени нагружения и разгрузки. Для этого вычесть из показаний микроамперметра, записанных в каждом опыте, условное нулевое значение. Если условный ноль до и после тарировки не совпадает, при вычислении нужно брать его среднее арифметическое значение.

8. Показания индикатора контрольного динамометра, зафиксированные при тарировке, перевести в килограммы и занести в протокол.

9. На тарировочные графики с координатами (сила - показание тарируемого динамометра в микроамперметрах) нанести экспериментальные точки, полученные при нагружении и разгрузке динамометра.

10. По экспериментальным точкам построить графики нагружения и разгрузки и затем провести по ним одну, усредняющую, линию. Эта линия и является тарировочным графиком, по которому переводят показания регистрирующих приборов динамометра при резании в значения составляющих силы резания.

6. Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткое описание конструкции тарируемого динамометра. Указать, какие контрольные и измерительные приборы применялись.
3. Схема установки динамометра при тарировке.
4. Таблица результатов тарирования.
5. Тарировочные графики для всех составляющих.

7. Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. Какова цель лабораторной работы?
2. Как расположены в пространстве координатные оси, по которым раскладывается на составляющие сила резания?
3. Как называются составляющие силы резания?
4. Проанализируйте приборы, предназначенные для измерения составляющих силы резания?
5. В чем особенности одно-, двух-, трех - компонентных динамометров?
6. Какие требования предъявляются к динамометрам?
7. Перечислите названия динамометров, различающихся по принципу резания?
8. Каков принцип работы упруго-электрических динамометров? Каковы их преимущества?
9. Какие параметры можно измерять динамометром УДМ, и при каких видах обработки?
10. Перечислите и изобразите основные элементы устройства УДМ.
11. В какой последовательности производится подготовка УДМ к работе?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гречишников В.А., Григорьев С. Н. и др. Процессы и операции формообразования и инструментальная техника. – М.: МГТУ «СТАНКИН», Янус-К, 2006.– 280 с.
2. Барботько А.И. Моделирование геометрических параметров режущих инструментов. Курск. Изд-во КГУ, 2004, 53 с.
3. Гречишников В.А., Сахаров Г.И., Арбузов О.Б. и др. Металлорежущие инструменты: Учебник для ВУЗов – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Жемимонова
« 14 » _____ г.



ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЦА НА СОСТАВЛЯЮЩИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ ТОЧЕНИИ

Методические указания к выполнению лабораторной
и самостоятельной работы для студентов
по направлению подготовки 15.03.01

Курск 2023

УДК 519.6

Составитель Куц В.В.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент А.Н. Гречухин

Влияние геометрических параметров резца на составляющие силы резания при продольном точении: методические указания к выполнению лабораторной и самостоятельной работы для студентов по направлению подготовки 15.03.01 / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Куц. – Курск, 2023. – 7 с.

Содержат сведения. Указывается порядок выполнения лабораторной работы и правила оформления отчета.

Предназначены для студентов по направлению подготовки 15.03.01 всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 0,87 . Уч.-изд. л. 0,79.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1. Цель работы

Целью работы является исследование влияния геометрических параметров резца (φ , γ , α , λ , r) на составляющие F_z , F_x и F_y силы резания при продольном точении.

2. Влияние геометрических параметров резца на составляющие силы резания при продольном точении

При выполнении лабораторной работы исполнители должны:

1) ознакомиться с основными закономерностями, связывающими величины составляющих силы резания с геометрическими параметрами. Такими как:

2) главный угол в плане φ ;

3) главный передний угол γ ;

4) главный задний угол α ;

5) угол наклона ГРК λ ;

6) радиус сопряжения ГРК и ВРК – r ;

7) ознакомиться с аппаратурой, применяемой в лабораторной работе для измерения составляющих силы резания;

8) ознакомиться с методикой проведения исследований влияния геометрических параметров резца на составляющие силы резания;

9) в соответствии с методикой провести эксперименты, необходимые для раскрытия изучаемых закономерностей;

10) провести обработку экспериментальных данных;

11) оформить отчет.

Геометрические параметры резца влияют на составляющие силы резания. Основное влияние на составляющие силы резания оказывают: главный угол в плане φ , главный передний угол γ , главный задний угол α , угол наклона ГРК - λ , радиус r .

3. Методика проведения исследования влияния геометрических параметров резца на составляющие силы резания при продольном точении

При выполнении лабораторной работы возможно проведение экспериментов по выявлению закономерностей влияния главного угла в плане φ , главного переднего угла γ , главного заднего угла α , угла наклона главной режущей кромки и радиуса r на составляющие F_z , F_x и F_y силы резания.

3.1 Исследование влияния главного угла в плане (φ)

Исследования проводятся в следующей последовательности:

1) по указанию преподавателя устанавливают режим резания:

2) в резцедержателе динамометра закрепляют резец с определенным значением φ , которое заносят в таблицу отчета;

3) производят подстройку нулевых значений микроамперметров;

4) проводят опыт, фиксируют показания микроамперметров и заносят их в таблицу отчета:

5) для получения достоверных результатов каждый опыт проводят 3-5 раз;

6) устанавливают в резцедержатель динамометра очередной резец с новым значением φ и повторяют эксперимент при неизменных режимах резания.

Перед каждым новым измерением производят подстройку нулевых показаний микроамперметров. Во время исследования следят за тем, чтобы горячая стружка не скапливалась на динамометре.

3.2. Исследование влияния углов: γ , α , λ и радиуса r

Каждое исследование проводят в аналогичной последовательности при различных значениях γ , α , λ , r и

постоянных остальных факторах. При проведении исследований заполняют соответствующие таблицы отчета.

3.3. Методика обработки экспериментальных данных

Используя тарировочные графики производят перевод показаний микроамперметров в величину сил и заполняют соответствующие таблицы отчета.

На основании значений составляющих, внесенных в таблицы, в прямоугольной системе координат строят графики зависимостей составляющих F_z , F_x и F_y от геометрических параметров φ , γ , α , λ , r и производят статистическую обработку экспериментальных данных по одной из стандартных методик (по указанию преподавателя).

4. Порядок выполнения лабораторной работы

Лабораторная работа проводится в следующей последовательности:

1) изучают описание лабораторной работы, знакомятся с аппаратурой, применяемой для измерения составляющих силы резания;

2) знакомятся с правилами техники безопасности, которые необходимо строго соблюдать при выполнении лабораторной работы;

3) готовят динамометр к работе;

4) совместно с лаборантом устанавливают и надежно закрепляют заготовку;

5) получают у лаборанта резцы с различными геометрическими параметрами;

б) заносят в таблицу постоянные факторы-параметры системы резания;

7) проводят эксперименты, экспериментальные данные заносят в таблицу отчета;

8) убирают рабочее место;

9) используя тарировочные графики, производят обработку экспериментальных данных;

10) оформляют отчет, делают выводы по существу исследования.

5. Оформление отчета

Общая структура отчета определяется преподавателем.

В заключительной части отчета излагают общие выводы, в краткой и четкой форме, без описания общеизвестных положений.

6. Контрольные вопросы к лабораторной работе

1) Какова цель лабораторной работы?

2) Перечислите геометрические параметры токарного резца, оказывающие основное влияние на составляющие силы резания.

3) Проанализируйте механизмы влияния на силы F_z , F_x и F_y углов γ , α , λ и радиуса, r .

4) Предложите новые методы проведения исследования по выявлению влияния геометрических параметров резца на составляющие силы резания при продольном точении.

5) Проанализируйте методы планирования ОПЫТОВ и обработки экспериментальных данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гречишников В.А., Григорьев С. Н. и др. Процессы и операции формообразования и инструментальная техника. – М.: МГТУ «СТАНКИН», Янус-К, 2006.– 280 с.
2. Барботько А.И. Моделирование геометрических параметров режущих инструментов. Курск. Изд-во КГУ, 2004, 53 с.
3. Гречишников В.А., Сахаров Г.И., Арбузов О.Б. и др. Металлорежущие инструменты: Учебник для ВУЗов – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Жемимонова
« 14 » _____ г.



ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ НА СОСТАВЛЯЮЩИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ ТОЧЕНИИ

Методические указания к выполнению лабораторной
и самостоятельной работы для студентов
по направлению подготовки 15.03.01

Курск 2023

УДК 519.6

Составитель Куц В.В.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент А.Н. Гречухин

Влияние элементов режима резания на составляющие силы резания при продольном точении: методические указания к выполнению лабораторной и самостоятельной работы для студентов по направлению подготовки 15.03.01 / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Куц. – Курск, 2023. – 9 с.

Содержат сведения. Указывается порядок выполнения лабораторной работы и правила оформления отчета.

Предназначены для студентов по направлению подготовки 15.03.01 всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 0,87 . Уч.-изд. л. 0,79.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1. Цель работы

Целью работы является исследование влияния режима резания на величины составляющих силы резания F_z , F_x и F_y при продольном точении заготовки.

2. Составляющие силы резания при точении

Срезаемый слой давит на резец с силой резания F , являющейся геометрической суммой нормальных сил и сил трения, действующих на его передней и задней поверхностях.

В общем случае сила резания F не расположена в главной секущей плоскости, и составляет с ней некоторый угол. При изменении обрабатываемого материала, геометрических параметров резца и режима резания (V , S , t) сила резания F изменяет не только свою величину, но и направление относительно заготовки и резца. Поэтому, при определении расходуемой на резание мощности, в расчетах на прочность и жесткость резца, отдельных деталей и узлов токарного станка силу резания раскладывают по трем координатным осям X , Y , Z получая составляющие F_z , F_x и F_y . Ось Z направляют вертикально, оси Y и X - располагают в горизонтальной плоскости, соответственно перпендикулярно и параллельно оси обрабатываемой заготовки.

Составляющие силы резания имеют свои названия. Составляющую F_z называют окружной силой или главной составляющей силы резания, составляющую F_y - радиальной силой, составляющую F_x - осевой силой или силой подачи.

Главная составляющая силы резания F_z , действуя на резец, изгибает его в вертикальной плоскости, а ее реакция также в вертикальном направлении изгибает деталь. Радиальная сила F_y стремится оттолкнуть резец от детали в направлении, перпендикулярном к ее оси, а реакция силы F_y изгибает деталь в горизонтальной плоскости. Осевая сила F_x препятствует продвижению суппорта станка вдоль оси заготовки. По ее величине рассчитывают на прочность механизм подачи станка. Осевая сила F_x изгибает резец в горизонтальной плоскости.

Таким образом, под действием составляющих F_z и F_x державка резца испытывает кривой изгиб. Реакция осевой силы F_x стремится сдвинуть заготовку вдоль ее оси. Составляющие F_z , F_x и F_y в общем случае не одинаковы и соотношение между ними изменяется при изменении обрабатываемого материала, геометрических параметров и режима резания.

При $\varphi = 45^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, $\gamma = 15^\circ$ и $t/S > 10$ можно пользоваться следующим приближенным соотношением:

$$F_z : F_y : F_x = 1 : (0,4 \div 0,5) : (0,25 \div 0,30).$$

Из соотношения следует, что главная составляющая по величине мало отличается от силы резания F .

$$F = \sqrt{F_z^2 + [(0,4 \div 0,5)F_z]^2 + [(0,25 \div 0,30)F_z]^2} = (1,1 \div 1,15)F_z.$$

3. Методика проведения экспериментов и обработки экспериментальных данных

3.1. Исследование влияния глубины резания

Для исследования влияния глубины резания t на составляющие силы резания F_z , F_x и F_y может быть реализован однофакторный эксперимент. При этом для каждого опыта изменяют значения глубины резания t при постоянных значениях скорости резания V и подачи S , регистрируя показания микроамперметров. Перед каждым новым измерением производят подстройку нулевых показаний микроамперметров. Во время опытов следят за тем, чтобы горячая стружка не скапливалась на динамометре. Показания микроамперметров, глубины резания t , скорости резания V , подачи S , и частоты вращения шпинделя n , диаметра заготовки D для каждого опыта (при общем количестве опытов 5-7) заносят в таблицу отчета.

3.2. Исследование влияния подачи

Данный раздел исследования можно выполнять аналогично предыдущему. Переменной здесь является величина подачи S (5

- 7 значений) при постоянных: скорости резания V и глубине резания t . Регистрируемые показания микроамперметров, значения S , t , n , V , D заносят в таблицу отчета.

3.3. Исследование влияния скорости резания

При постоянных S и t изменяют скорость резания V (5 - 7 значений). Показания микроамперметров V , n , S , t , D заносят в таблицу отчета.

3.4. Методика обработки экспериментальных данных

1. Используя тарировочные графики, производят перевод показаний микроамперметров в значения сил и заполняют соответствующие столбцы таблицы отчета. Для упрощенной обработки экспериментальных данных можно использовать метод графологарифмических построений.

2. На основании экспериментальных данных, полученных при переменной глубине резания, строят в двойной логарифмической системе координат графики зависимостей.

$$F_z = C'_{F_z} t^{x_{F_z}},$$

$$F_y = C'_{F_y} t^{x_{F_y}},$$

$$F_x = C'_{F_x} t^{x_{F_x}}.$$

По построенным графикам определяют показатели степени x_{F_z} , x_{F_y} , x_{F_x} , которые численно равны тангенсу угла наклона линии $F=f(t)$ к оси 1.

3. На основании экспериментальных данных, полученных при переменной подаче S , строят в двойной логарифмической системе координат графики зависимостей.

$$F_z = C''_{F_z} t^{y_{F_z}},$$

$$F_y = C''_{F_y} t^{y_{F_y}},$$

$$F_x = C''_{F_x} t^{y_{F_x}}.$$

По построенным графикам определяют показатели степени $y_{F_z}, y_{F_y}, y_{F_x}$, которые численно равны тангенсу угла наклона линии $F=f(S)$ к оси S .

4. Подобным образом устанавливают соотношения линии $F=f(V)$

5. Обобщая формулы типа линии $F=f(t)$; линии $F=f(S)$; линии $F=f(V)$ получают общие формулы, определяющие зависимости сил резания от $t, S,$ и

$$F_z = C_{F_z} t^{x_{F_z}} S^{y_{F_z}} V^{n_{F_z}},$$

$$F_y = C_{F_y} t^{x_{F_y}} S^{y_{F_y}} V^{n_{F_y}},$$

$$F_x = C_{F_x} t^{x_{F_x}} S^{y_{F_x}} V^{n_{F_x}}.$$

Для определения C_{F_z} в эмпирическую формулу для силы подставляют значения силы резания, глубины, подачи и скорости, характерные для одного из проведенных опытов и решают уравнение с одним неизвестным C_{F_z} . Такой расчет проводят по данным 3 - 4 опытов, а затем находят среднее арифметическое значение коэффициента.

Аналогично определяют коэффициенты C_{F_x} и C_{F_y} .

Схема статистической обработки экспериментальных данных может устанавливаться преподавателем конкретно каждому студенту.

3. Порядок выполнения лабораторной работы

Лабораторная работа выполняется в следующей последовательности:

1) изучают описание лабораторией работы, знакомятся с аппаратурой, применяемой для измерения составляющих сил резания;

2) знакомятся с правилами техники безопасности, которые необходимо строго соблюдать при выполнении лабораторной работы;

3) готовят динамометр к работе;

4) проводят эксперименты, необходимые для раскрытия изучаемых закономерностей;

5) используя тарировочные графики, производят заполнение протоколов исследования;

6) оформляют отчет, излагают выводы по работе.

4. Рекомендации по оформлению отчета

Проведение исследований влияния элементов режима резания на составляющие силы резания при продольном тчении завершается представлением отчета по установленной преподавателем форме.

В заключительной части отчета излагают в краткой форме общие выводы по лабораторной работе. Заключение о результатах экспериментов при необходимости сопровождается теоретическим обоснованием.

5. Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. Какова цель лабораторной работы?

2. Какова природа образования силы резания?

3. Чем вызвано разложение силы резания на составляющие?

4. Как расположены в пространстве координатные оси, по которым раскладывается на составляющие сила резания?

5. Как называются составляющие силы резания?

6. Опишите, как действуют составляющие силы резания на резец и их реакции на заготовку.

7. Перечислите переменные факторы, влияющие на составляющие силы резания.

8. В каком соотношении находятся составляющие силы резания?

9. Как влияют глубина резания, подача и скорость на составляющие силы резания в большом диапазоне их измерения?

10. Проанализируйте эмпирические формулы, описывающие влияние элементов режима резания на составляющие силы резания при продольном точении.

11 . Интенсивность влияния глубины резания и подачи на составляющие F_z , F_x и F_y при обратных срезах.

12. Как влияет скорость резания V на составляющие F_z , F_x и F_y при резании материалов с предварительным подогревом?

13. Каков характер кривой $F_z=f(V)$ при обработке материалов в условиях наростообразования?

14. Предложите методику лабораторного исследования сил, действующих на задней грани инструмента.

15. Проанализируйте методы планирования экспериментов и обработки экспериментальных данных, приемлемые для условий этой работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гречишников В.А., Григорьев С. Н. и др. Процессы и операции формообразования и инструментальная техника. – М.: МГТУ «СТАНКИН», Янус-К, 2006.– 280 с.
2. Барботько А.И. Моделирование геометрических параметров режущих инструментов. Курск. Изд-во КГУ, 2004, 53 с.
3. Гречишников В.А., Сахаров Г.И., Арбузов О.Б. и др. Металлорежущие инструменты: Учебник для ВУЗов – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Жемимонова
« 14 » _____ 2023 г.



ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ МЕТАЛЛА СТРУЖКИ ПРИ РЕЗАНИИ ПЛАСТИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

Методические указания к выполнению лабораторной
и самостоятельной работы для студентов
по направлению подготовки 15.03.01

Курск 2023

УДК 519.6

Составитель Куц В.В.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент А.Н. Гречухин

Исследование деформации металла стружки при резании пластичных металлов: методические указания к выполнению лабораторной и самостоятельной работы для студентов по направлению подготовки 15.03.01 / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Куц. – Курск, 2023. – 8 с.

Содержат сведения. Указывается порядок выполнения лабораторной работы и правила оформления отчета.

Предназначены для студентов по направлению подготовки 15.03.01 всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 0,87 . Уч.-изд. л. 0,79.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1. Цель работы

Целью работы является:

- 1) ознакомление с методикой определения усадки стружки, характеризующей проявление деформации металла в срезаемом слое;
- 2) экспериментальное исследование влияния параметров режима резания на усадку стружки.

2. Методика эксперимента

Классическое исследование влияния режима резания на проявление деформации срезаемого слоя включает три серии опытов. В каждой серии переменным является только тот параметр, влияние которого на усадку стружки исследуется.

Опыты проводятся на токарном станке при продольном точении. В каждом опыте собирают стружку в количестве, достаточном для последующего определения усадки (не менее 4-5 отрезков).

Выбранные режимы резания и параметры обрабатываемого материала должны гарантировать получение сливной стружки, резание без вибрации.

Влияние скорости резания на усадку определяется при изменении скорости в широком диапазоне: от 5-7 м / мин до 80 - 150 м/мин. Для получения достаточно четкой графической зависимости усадки стружки от скорости проводят не менее 10 опытов.

При исследовании влияния подачи следует провести 5-6 опытов. Минимальная подача при опытах - 0,14 - 0,15 мм/об, т.к. при меньших ее значениях радиус округления режущей кромки резца становится соизмеримым с толщиной срезаемого слоя. Это может оказывать дополнительное влияние на деформацию металла, образующего стружку.

В серии опытов по изучению влияния глубины резания на усадку. Глубина резания не должна превышать 4-5 мм. В противном случае возможно возникновение вибрации, которая вызовет собственное дополнительное влияние на усадку

стружки. Для получения четкой зависимости нужно получить не менее 5-6 экспериментальных точек.

3. Обработка результатов эксперимента

1. Усадка стружки для каждого из проведенных опытов определяется методом расчета.

Усадка стружки равна отношению длины срезаемого слоя металла к длине полученной стружки l_1 , т.е.

$$K = \frac{l}{l_1}.$$

Усадку можно вычислить по формуле

$$K = \frac{a_1 * b_1}{a * b}.$$

где a_1 и b_1 - толщина и ширина стружки; a и b - толщина и ширина срезаемого слоя.

Изменение параметров срезаемого слоя при образовании стружки весьма незначительно. Ширина стружки практически равна ширине срезаемого слоя. Недостатки использования толщины стружки для вычисления усадки связаны с погрешностями измерения, т.к. внешняя поверхность стружки имеет неровности. Условную толщину стружки можно определить микрометром со специальным наконечником или на микроскопе.

Более точным является весовой метод определения усадки. Он основан на постоянстве объема металла до и после деформации, т.е. на равенстве объемов стружки $V = a_1 b_1 l_1$ и снятого для ее образования металла $V = a b l$.

Учитывая приблизительное равенство ширины стружки и ширины срезаемого слоя, получаем уравнение:

$$a_1 l_1 = a l \text{ или } \frac{a_1}{a} = \frac{l}{l_1} = K.$$

В полученном выражении величина l_1 определяется непосредственным измерением длины отрезка стружки или ее проекции.

Длину слоя металла 1, снятого в процессе образования стружки, можно рассчитать. для этого:

а) определяют вес отрезка стружки G и его объем $V = \frac{G}{q}$,

где q - удельные вес (плотность) обрабатываемого материала,

б) исходя из равенства объемов металла до и после деформации, определяют

$$l = \frac{V}{ab} = \frac{V}{st} \text{ и } K = \frac{G}{qstl_1}.$$

Усадка стружки определяется в каждом опыте по трем отрезкам стружки. Результаты измерения заносятся в протокол наблюдений.

2. Предварительная статистическая обработка результатов измерений может заключаться в определении среднего арифметического значения усадки, оценке точности использованного метода по величине среднеквадратического отклонения, коэффициента вариации, интервала варьирования.

3. Графически зависимость усадки стружки от скорости резания подачи и глубины резания, представляется в обычной системе координат. На оси ординат откладывают величины усадки стружки, на оси абсцисс - переменные параметры.

4. Анализ полученных результатов. Полученные в результате анализа выводы содержат физически обоснованное объяснение установленного экспериментом влияния подачи, глубины резания и скорости на усадку стружки, сопоставление результатов эксперимента с известными, типичными для данного обрабатываемого материала, зависимостями.

4. Содержание отчета

1. Цель работы.

2. Материалы исследования (с включением данных станка, на котором проводились опыты, физико-механических характеристик обрабатываемого материала, вида инструментального материала, геометрии режущего

инструмента, сводных таблиц результатов расчета усадки стружки и эксперимента).

3. Графики зависимости усадки стружки от скорости, подачи и глубины резания.

4. Физически обоснованный анализ всех полученных зависимостей.

5. Контрольные вопросы

1. Виды стружки при резании.
2. Зависимость вида стружки от условий резания.
3. Строение сливной стружки.
4. Основные зоны деформации металла при резании.
5. Дайте характеристику зоны стружкообразования.
6. Как зависят размеры зоны стружкообразования от скорости резания?
7. Что такое плоскость сдвига? Чем характеризуется ее положение относительно вектора скорости резания?
8. Назовите основные характеристики степени деформации материала стружки.
9. Что называется продольной (поперечной) усадкой стружки?
10. Какой вид деформации имеет место при резании металлов?
11. Каким образом усадка стружки связана с углом плоскости сдвига и передним углом резца?
12. Имеет ли место деформация стружки при усадке стружки равной единице?
13. Что называется относительным сдвигом?
14. Какой зависимостью связан относительный сдвиг с усадкой стружки?
15. Назовите факторы, определяющие ориентацию плоскости максимальных касательных напряжений и деформаций в зоне резания.
16. Каким образом наростообразование влияет на степень деформации стружки?

17. Влияние скорости резания и подачи на степень деформации стружки.

18. Влияние переднего угла на степень деформации стружки.

19. Влияние свойств обрабатываемого и инструментального материалов на усадку стружки.

20. Методы измерения усадки стружки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гречишников В.А., Григорьев С. Н. и др. Процессы и операции формообразования и инструментальная техника. – М.: МГТУ «СТАНКИН», Янус-К, 2006.– 280 с.
2. Барботько А.И. Моделирование геометрических параметров режущих инструментов. Курск. Изд-во КГУ, 2004, 53 с.
3. Гречишников В.А., Сахаров Г.И., Арбузов О.Б. и др. Metallорежущие инструменты: Учебник для ВУЗов – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Жолимонова
« 14 » _____ 20__ г.



ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

Методические указания к выполнению лабораторной
и самостоятельной работы для студентов
по направлению подготовки 15.03.01

Курск 2023

УДК 519.6

Составитель Куц В.В.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент А.Н. Гречухин

Влияние элементов режима резания на температуру резания при точении : методические указания к выполнению лабораторной и самостоятельной работы для студентов по направлению подготовки 15.03.01 / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Куц. – Курск, 2023. – 13 с.

Содержат сведения. Указывается порядок выполнения лабораторной работы и правила оформления отчета.

Предназначены для студентов по направлению подготовки 15.03.01 всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 0,87 . Уч.-изд. л. 0,79.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1. Цель работы

Целью работы является:

- 1) ознакомление с источниками образования теплоты при резании конструкционных материалов и распределением теплоты между стружкой, заготовкой и инструментом;
- 2) определение переменные факторы системы резания, влияющие на температуру резания;
- 3) изучение основными закономерностей, связывающих температуру резания с переменными факторами системы резания;
- 4) ознакомление с экспериментальными методами изучения тепловых явлений и измерения температуры резания;
- 5) изучение с методики проведения исследований влияния элементов режима резания на температуру резания;
- б) проведение экспериментов, необходимых для раскрытия изучаемых закономерностей.

2. Экспериментальные методы изучения тепловых явлений

Несмотря на значительные успехи, в использовании аналитических методов для изучения тепловых явлений в зоне деформации и на контактных поверхностях инструмента, экспериментальные методы благодаря их надежности и простоте являются главным инструментом исследования. Основными объектами изучения являются: а) количество выделяемой при резании теплоты, б) схемы распределения ее между стружкой, заготовкой и инструментом; в) температура, устанавливающаяся на контактных поверхностях инструмента; г) температурные поля в зоне деформации и режущем клине инструмента.

Для исследования тепловых явлений используются следующие экспериментальные способы:

- калориметрический;
- методы цветов побегалости и термокрасок;
- метод термопар;

— оптический и радиационный методы измерения температуры;

— метод электрического моделирования тепловых явлений.

Калориметрический метод был впервые предложен Савниным Н.Н.

Для определения средней температуры стружки часть стружки улавливают калориметром (рис. 1), заполненным предварительно водой. Изменение температуры воды зависит от количества теплоты, перешедшей в воду из нагретой при резании стружки. В этом случае температура стружки определяется по формуле

$$\Theta_{стр} = \Theta_{см} + \frac{q_в (\Theta_{см} - \Theta_в)}{q_{стр} * C_{стр}},$$

где $\Theta_{стр}$ - температура стружки;

$\Theta_в$ ($\Theta_{см}$) - температура воды (смеси воды со стружкой);

$q_в$ ($q_{стр}$) - масса воды (стружки);

$C_{стр}$ - теплоёмкость стружки.

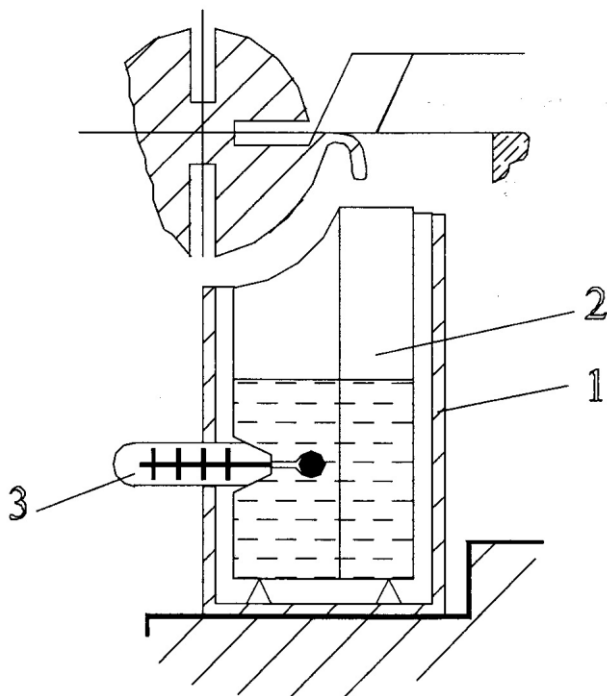


Рис. 1.

Калориметр:

1- стакан, 2 - сосуд, 3-термометр

Определение стружки по цветам требует приспособлений, однако точность метода невелика. Температура определяется по цвету тончайшей пленки окисла, образующейся на контактной поверхности стружки. Например при 220° контактная стружки из конструкционной стали окрашивается в светло - желтый цвет, при 290° - темно - синий, при 400° - светло - серый. Цвет пленки зависит не только от

температуры, но и от продолжительности действия тепла, от химического состава обрабатываемого материала и других факторов. Этим обусловлена низкая точность метода.

Метод термокрасок используется, в основном, для исследования температуры на задних гранях инструмента и заключается в следующем. На поверхности резца наносятся специальные краски, изменяющие цвет при определенной температуре. Например, при 150°C цвет из пурпурного переходит в голубой, при 190°C из белого - в зелено - коричневый. Широкого распространения этот метод не нашел отчасти из-за того, что на поверхностях, контактирующих с изделием, краски при резании стираются.

Оптический метод основан на применении оптических пирометров.

Радиационный метод основан на измерении теплоты лучеиспускания. Улавливаются тепловые лучи, испускаемые теми участками стружки или резца, температуру которых необходимо замерить. Лучи пропускаются через систему соляных линз и концентрируются на фотоэлементе, с которым соединен регистрирующий гальванометр. Сложность метода, влияние пленок окислов на поверхности стружки и шероховатости поверхности резца на точность измерения ограничили его применение.

Метод искусственной термопары был впервые применен Усачевым Я. Г. В теле резца сверлится канал, в который вставляется изолированная термопара. Положение канала выбирается таким образом, чтобы спай термопары совпал с точкой поверхности, в которой необходимо измерить температуру.

Для получения возможно более точных результатов дно канала должно быть минимально удалено от измеряемой поверхности. Чем больше перемычка, тем больше будет погрешность измерения в сторону занижения. При переточке инструмента это расстояние может меняться, влияя на показания гальванометра, регистрирующего температуру.

Большим достоинством способа является возможность использования стандартных термопар с известными термоэлектрическими характеристиками, а поэтому не

нуждающихся в специальной тарировке. Располагая отверстия в различных точках передней и задней поверхностей, можно составить представление о температурном поле в режущем клине инструмента.

Однако методу присущи и серьезные недостатки, ограничивающие область его применения. Измеряемая термопарой температура ниже температуры на контактных поверхностях инструмента, и разность температур зависит от расстояния спая термопары от указанных поверхностей, увеличиваясь при увеличении толщины режущей пластинки. Данный метод трудно использовать при вращающемся инструменте.

Более широкое применение находит метод естественной термопары, элементами которой является материал изделия и режущего инструмента. Горячие спаи этих двух элементов образуются в месте контакта стружки и заготовки с резцом. Поскольку металлы разнородны, при нагреве в зоне их контакта возникает термоэлектродвижущая сила, величина которой зависит от свойств металлов. Изменение термоэлектродвижущей силы пропорционально разности температур спая термопары и ее сводных (холодных) концов.

Таким образом, измеряется некоторая усредненная температура. Регистрирующим прибором может быть гальванометр, микроамперметр или осциллограф. Одна из возможных схем установки приведена на рис. 4.17 [4].

Термоток направляется по обрабатываемой заготовке через токосъемник 2 на одну из клемм регистрирующего прибора - гальванометра 4. К другой клемме прибора подводится проводник от резца, изолированного от станка. Таким образом, цепь замыкается.

При измерении температуры методом естественной термопары возможны погрешности. Источником их могут являться паразитные термотоки, возникающие в месте контакта деталей из разноименных металлов при их нагреве: заготовки с патроном и задним центром, режущей пластинки с державкой резца.

Для оценки температуры по показаниям гальванометра деления его шкалы переводят в градусы. Для этого производят тарирование термопары.

В тигель с расплавленным свинцом погружают столбик, изготовленный из материала режущего инструмента, и отрезок стружки, снятый с заготовки. Свинец создает горячий спай, между этими двумя элементами, образует термопару, аналогичную естественной термопаре резец-изделие. Одновременно в тигель помещают контрольную термопару, позволяющую вести отсчет температуры свинца в градусах.

По полученным данным строят тарировочный график.

3. Порядок выполнения лабораторной работы

Лабораторная работа проводится в следующей последовательности:

- 1) изучают описание лабораторной работы;
- 2) знакомятся с правилами техники безопасности, которые необходимо строго соблюдать при выполнении лабораторной работы;
- 3) готовят термопару к работе;
- 4) совместно с лаборантом устанавливают и надежно закрепляют заготовку;
- 5) согласно указаниям преподавателя проводят эксперименты, экспериментальные данные заносят в таблицу;
- 6) убирают рабочее место;
- 7) используя тарировочный график, производят обработку экспериментальных данных;
- 8) оформляют отчет.

4. Методика проведения исследования влияния элементов режима резания на температуру резания

Перед проведением исследования измеряют геометрические параметры резца, т. к. они оказывают существенное влияние на температуру резания и должны

сохраняться неизменными на протяжении всех опытов. Опыты проводят остро заточенным резцом.

При выполнении лабораторной работы реализуют однофакторные или многофакторные эксперименты. Их целью является выявление закономерностей влияния скорости резания V , глубины резания t и подачи S на температуру резания Θ . На основе экспериментальных данных, полученных в результате проведения одно - и многофакторных экспериментов, устанавливают зависимость $\Theta = f(V, S, t)$ в виде степенного комплекса:

$$\Theta = C_{\Theta} V^m S^n t^q.$$

4.1. Исследование влияния скорости резания

Исследование влияния скорости резания на температуру резания по методике однофакторного эксперимента проводят в следующей последовательности:

- 1) изменяют режим резания (8-10 значений частоты вращения шпинделя) при заданных значениях глубины резания t и подачи S (действительное значение скорости резания рассчитывают по измеренному диаметру обработанной поверхности и принятой частоте вращения шпинделя);
- 2) проводят эксперимент, фиксируют показания гальванометра и заносят в таблицу (с целью получения достоверных результатов при данных значениях V , S и t опыт повторяют 3-5 раз).

4.2. Исследование влияния подачи

Данный этап работы выполняют аналогично предыдущему. Переменной здесь является величина подачи S (5 - 7 значений) при постоянных значениях скорости резания, глубины резания, указанных преподавателем. Каждый опыт при конкретном значении подачи S проводят 3-5 раз. Регистрируемые показания гальванометра заносят в таблицу отчета.

4.3. Исследование влияния глубины резания

Данный этап работы выполняют аналогично разделу 4.1. Переменной здесь является глубина резания t (5-7 значений) при постоянных значениях скорости резания и подачи. Каждый опыт при конкретном значении подачи, скорости резания и глубины резания повторяют 3-5 раз. Регистрируемые показания гальванометра заносят в таблицу отчета.

5. Обработка экспериментальных данных

При исследовании влияния элементов режима резания на температуру резания фиксируются показания гальванометра, подключенного к концам естественной термопары.

Обработку экспериментальных данных графо-логарифмическим методом производят в следующей последовательности:

а) определяют для каждой серии опытов среднее значение показаний гальванометра;

б) используя тарировочный график, производят перевод показаний гальванометра в средние значения температуры;

в) заполняют соответствующие столбцы таблицы отчета;

г) на основании экспериментальных данных, полученных при переменной скорости резания V , строят в двойной логарифмической системе координат график зависимости

$$\Theta = C_V V^m.$$

По построенному графику определяют показатель степени m , который численно равен тангенсу угла наклона линии $\Theta = f(V)$ к оси V ;

д) на основании экспериментальных данных, полученных при переменной подаче, строят в двойной логарифмической системе координат график зависимости

$$\Theta = C_S S^n.$$

По построенному графику определяют показатель степени n , который численно равен тангенсу угла наклона линии $\Theta = f(S)$ к оси S ;

е) на основании экспериментальных данных, полученных при переменной глубине резания, строят в двойной логарифмической системе координат график зависимости

$$\Theta = C_t t^q.$$

По построенному графику определяют показатель степени q , который численно равен тангенсу наклона линии $\Theta = f(t)$ к оси t ;

ж) анализируют частные случаи полученных в эксперименте зависимостей. При

$$V = 1 \text{ м/мин} \quad C_v = \Theta_{V=1}$$

$$S = 1 \text{ мм/об} \quad C_s = \Theta_{S=1}$$

$$t = 1 \text{ мм} \quad C_t = \Theta_{t=1}$$

з) находят общее уравнение $\Theta = f(V, S, t)$ при $V = 1$; $S = 1$; $t = 1$.

$$\Theta_{V=1} = C_{(VSt)1} S_{const}^n t_{const}^q,$$

$$\Theta_{S=1} = C_{(VSt)2} S_{const}^m t_{const}^q,$$

$$\Theta_{t=1} = C_{(VSt)3} S_{const}^m t_{const}^n;$$

и) определяют три значения постоянного коэффициента

$$C_{(VSt)1} = \frac{\Theta_{V=1}}{S_{const}^n t_{const}^q}$$

$$C_{(VSt)2} = \frac{\Theta_{S=1}}{S_{const}^m t_{const}^q}$$

$$C_{(VSt)3} = \frac{\Theta_{t=1}}{S_{const}^m t_{const}^n};$$

где $\Theta_{V=1}$, $\Theta_{S=1}$, $\Theta_{t=1}$ находят на соответствующих графиках;

к) определяют значения коэффициента C_Θ ,

$$C_\Theta = \frac{C_{(VSt)1} + C_{(VSt)2} + C_{(VSt)3}}{3};$$

л) представляют итоговое соотношение в виде степенного комплекса

$$\Theta = C_{\Theta} S^n V^m t^q;$$

м) для сравнения на основании данных экспериментов строят графики зависимостей в прямоугольной системе координат

$$\Theta = f_1(V); \Theta = f_2(S); \Theta = f_3(t).$$

6. Рекомендации по составлению отчета

По итогам выполнения лабораторной работы исполнители составляют отчет. В отчете представляют экспериментальные данные, полученные при исследовании влияния элементов режима резания на температуру резания по соответствующей методике эксперимента.

Схема отчета устанавливается преподавателем.

В отчете раскрывают технологию получения степенных комплексов, на основе соответствующей методики проведения одно или многофакторного эксперимента, излагают в краткой и четкой форме общие выводы по работе.

7. Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. Какова цель лабораторной работы?
2. Из каких частей состоит минутная работа, затрачиваемая на процесс резания?
3. Проанализируйте выражения, описывающие тепловой баланс при резании металлов.
4. Перечислите источники образования теплоты в зоне резания.
5. Назовите потоки теплоты от источников теплообразования в стружку, инструмент и заготовку.
6. Проанализируйте переменные факторы системы резания, оказывающие влияние на общее количество теплоты в зоне резания.

7. Как изменяется распределение теплоты между стружкой, инструментом и заготовкой с изменением скорости резания?

8. Как влияют глубина резания и подача на распределение теплоты между стружкой инструментом и заготовкой?

9. дайте определение температуры резания.

10. Как влияют элементы режима резания на температуру резания?

11. Что обеспечивает подвод в зону резания СОЖ?

12. Проанализируйте экспериментальные способы исследования тепловых явлений в зоне резания, в технологической системе.

13. В чем сущность метода подведенной термопары, используемой для измерения температуры резания?

14. Предложите методику исследования влияния элементов режима резания на температуру резания при обработке неметаллических материалов.

15. Методика расчета теплового потока в условной плоскости сдвига.

16. Предложите схему экспериментального исследования между напряжениями в условной плоскости сдвига и температурой резания.

17. Интенсивность теплового потока на передней поверхности.

18. Тепловая модель зоны резания.

19. Влияние на температуру главного угла в плане.

20. Понятие о теплоемкости и коэффициенте линейного расширения материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гречишников В.А., Григорьев С. Н. и др. Процессы и операции формообразования и инструментальная техника. – М.: МГТУ «СТАНКИН», Янус-К, 2006.– 280 с.
2. Барботько А.И. Моделирование геометрических параметров режущих инструментов. Курск. Изд-во КГУ, 2004, 53 с.
3. Гречишников В.А., Сахаров Г.И., Арбузов О.Б. и др. Металлорежущие инструменты: Учебник для ВУЗов – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.