МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

щодо виконання лабораторних робіт з вибіркової навчальної дисципліни
циклу дисциплин професійної і практичної підготовки

ОСНОВИ ОБРОБКИ РІЗАННЯМ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ (ЗАОЧНОЇ;ПРИСКОРЕНОЇ) ФОРМ НАВЧАННЯ

Галузь знань: 0505 «Машинобудування та матеріалообробка»
Напрям підготовки: 6.050503 «Машинобудування»

Розглянуто
на засіданні кафедри
«Технологія машинобудування»
Протокол № 6 від 16.12. 2010р.

Затверджено на засіданні
Навчально-видавничої
Ради ДонНТУ
Протокол №___ від «___» 2011р.

Донецк ДНТУ 2011

УДК 621.75.008.001.2 (071)

Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по курсу “Основы обработки резанием деталей машин ” (для студентов специальности 7.090202 “Технология машиностроения) / Т.Г. Ивченко, О.О.Кульбида, И.А. Петряева - Донецк: ДонНТУ, 2010. - 20с.

Приведен перечень лабораторных работ по дисциплине “ Теория резания”, их цель, объем, основные теоретические сведения, общие указания, содержание и последовательность выполнения, требования по оформлению отчетов. Приведен список рекомендуемой литературы.

Составители: Т.Г. Ивченко, доц.
О.О.Кульбида
И.А. Петряева

Отв. за выпуск А.Н. Михайлов, проф.

Рецензент П.Г. Матюха, проф.

Лабораторная работа № 1

СВОЙСТВА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы - изучить химический состав, физико-механические свойства, область рационального применения и методику выбора марок инструментальных материалов для различных условий обработки.

1. Теоретические сведения

Основные требования к инструментальным материалам: высокая твердость, прочность, износостойкость, красностойкость.

Основные группы инструментальных материалов:

1. Углеродистые (У7 -У13) и легированные (ХВ5, 9ХС, ХВГ, ХГСВФ, Х12) инструментальные стали.

2. Быстрорежущие стали

- нормальной производительности (Р18, Р12, Р9, Р6М5, Р6К5);
- повышенной производительности (вольфрамокобальтовые Р9К5, Р9К10; вольфрамованадиевые Р9Ф5, Р12Ф3, Р14Ф4; вольфрамованадиевые с кобальтом Р10Ф5К5, Р12Ф4К5, Р18К5Ф2; вольфрамованадиевые с кобальтом и молибденом Р1212Ф3, К10М3, Р12Ф2К5М3).

3. Вольфрамовые твердые сплавы (металлокерамика)

- однокарбидные вольфрамовые (ВК3, ВК4, ВК6, ВК8);
- двухкарбидные титановольфрамовые (Т5К10, Т15К6, Т30К4);
- трехкарбидные титанотанталовольфрамовые (ТТ7К12, ТТ8К6).

4. Безвольфрамовые твердые сплавы (ТМ-1, ТН-20, КНТ-16).

5. Минералокерамика

- оксидная (белая ЦМ-332, ВО-13);
- керметы (В3, ВОК-60, ВОК-63).

6. Сверхтвердые синтетические материалы

- эльбор (композит 01), белбор (композит 02), исмит (композит 03), ПТБ (композит 09), гексанит (композит 10).

2 Оборудование, приборы, инструменты

1. Резцы токарные проходные, отрезные, подрезные.
2. Сверла спиральные, зенкеры, развертки.
3. Фрезы торцовые, цилиндрические, концевые, червячные.
4. Твердомер.

3 Содержание и порядок выполнения работы

1. Для выданных режущих инструментов и пластин различных типов изучить особенности их маркировки и установить марку инструментального материала. Занести сведения о типе и материале инструмента в табл. 1.

2. С использованием справочной литературы установить и занести в таблицу 1 состав (основные химические элементы и их процентное содержание) и основные свойства (твердость, прочность, красностойкость) указанных инструментальных материалов

Таблица 1 - Свойства инструментальных материалов

	Инструмент		Состав	Свойства		
	Тип	Материал	Содержание элементов, %	Твердость HRC, HRA	Прочность $\sigma_и$, МПа	Красностойкость Θ, ^{0}C
..						

3. С помощью твердомера произвести измерение твердости образцов из различных инструментальных материалов - быстрорежущей стали и твердого сплава. Результаты измерений и обработки данных занести в табл. 2.

Таблица 2 - Результаты измерения твердости образцов

	Материал	Твердость образцов, HRC					Среднее значение твердости, X	Среднеквадратичное отклонение, S
		1	2	3	4	5		

4. Для заданных преподавателем условий обработки деталей резанием (обрабатываемый материал, вид и характер обработки) с помощью справочно-нормативной литературы выбрать инструментальный материал

Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Оборудование, приборы, инструменты.
4. Свойства инструментальных материалов (табл.1).
5. Результаты измерения твердости образцов (табл. 2).
6. Результаты выбора инструментальных материалов.
7. Выводы.

Лабораторная работа № 2

КИНЕМАТИКА РЕЗАНИЯ

Цель работы - изучить основные виды и кинематические схемы обработки резанием.

1 Теоретические сведения

Для осуществления резания необходимо относительное движение между заготовкой и инструментом. Совокупность относительных движений инструмента и заготовки, необходимых для получения заданной поверхности, называют кинематической схемой обработки.

При обработке резанием различают главное движение резания и движения подачи.

Главное движение резания D_r – прямолинейное поступательное и вращательное движение заготовки или режущего инструмента, происходящее с наибольшей скоростью в процессе резания.

Движение подачи D_S – прямолинейная поступательная или вращательное движение режущего инструмента или заголовки, скорость которого меньше скорости главного движения резания предназначенное для того, чтобы распространить отделение материала на всю обрабатываемую поверхность

Подача в оборот S_O – подача, соответствующая одному обороту инструмента или заготовки. Подача на зуб S_Z – подача, соответствующая повороту инструмента или заготовки на один угловой шаг зубьев режущего инструмента. Подача на ход S_x – подача, соответствующая одному ходу заготовки или инструмента. Подача на двойной ход S –подача, соответствующая одному ходу заготовки или инструмента.

Касательное движение $D_к$ – прямолинейное поступательное или вращательное движение режущего инструмента, скорость которого меньше скорости главного движения резания и направлена по касательной и режущей кромке, предназначенная для того, чтобы сменять контактирующие с заготовкой участки режущей кромки. Скорость касательного движения - скорость рассматриваемой точки режущей кромки или заготовки в касательном движении

Результирующее движение резания D_e - суммарное движение режущего инструмента относительно заготовки, включающее главное движение резания, движение подачи и касательное движение. Скорость результирующего движения резания V_e – скорость рассматриваемой точки режущей кромки и результирующем движении резания.

Виды движений в процессе резания при точении, сверлении, фрезеровании представлены на рис. 1.

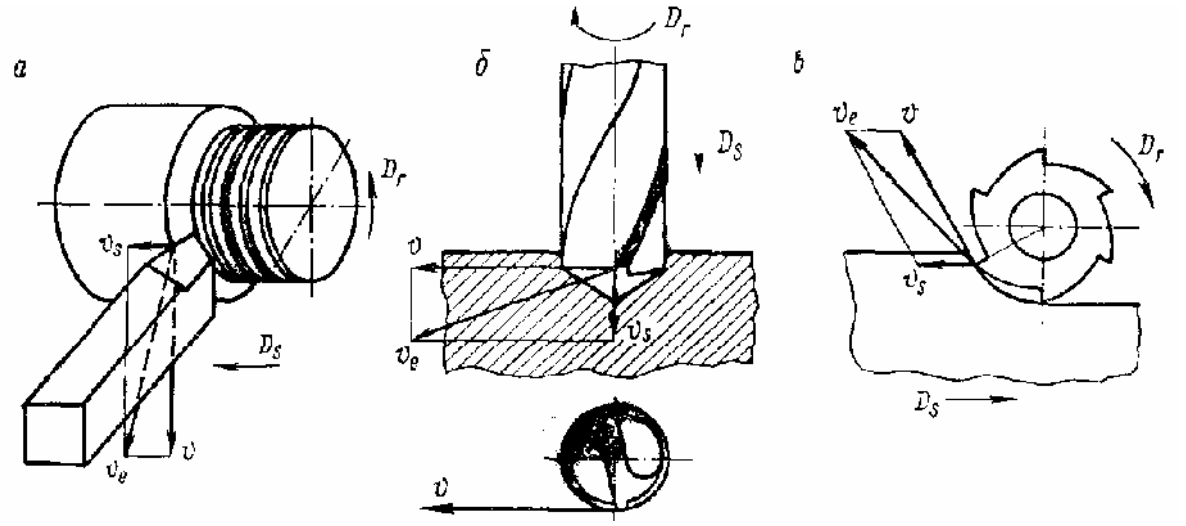

Рисунок 1 - Элементы движений в процессе резания:
а - при точении; *б* - сверлении; с - цилиндрическом фрезеровании.

2 Оборудование, приборы, инструменты

1. Токарно-винторезный станок
2. Вертикально-сверлильный станок
4. Универсально-фрезерный станок мод..
5. Кругло-шлифовальный станок

3 Содержание и порядок выполнения работы

1. Изучить определения основных кинематических элементов и характеристик резания.

2. Изучить классификацию и определения видов резания.

3. Произвести обработку поверхностей на различных типах металлорежущего оборудования определить вид резания и основные движения режущего инструмента и заготовки.

4. Выполнить эскизы кинематических схем обработки, на которых показать тип станка, энергию, вид резания и группу кинематической схемы.

5. Сделать выводы о влиянии сложности кинематической схемы обработки на технологические возможности металлорежущего станка.

Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Оборудование, приборы, инструменты.
4. Эскизы кинематических схем обработки.
5. Выводы.

Лабораторная работа № 3

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗЦОВ

Цель работы – ознакомиться с основными типами токарных резцов, изучить геометрические параметры токарного резца и методику их измерения.

1 Теоретические сведения

Системы координат. Для определения геометрических параметров приняты три системы координат (рис. 1.1).

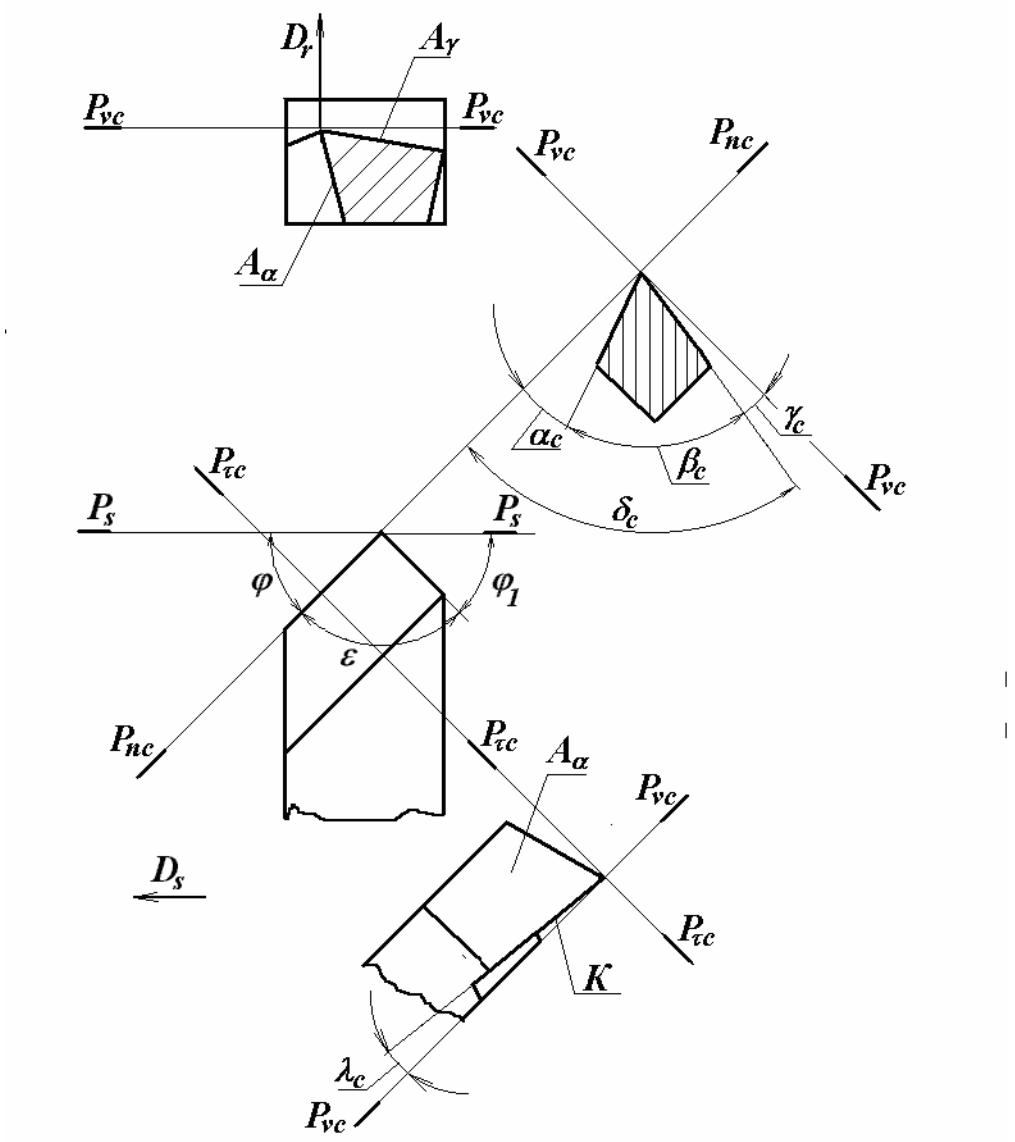

Рисунок 1.1 – Системы координат и углы лезвия резца

Инструментальная система координат – прямоугольная система координат с началом в вершине лезвия, ориентированная относительно геометрических элементов режущего инструмента в принятых за базу.

Статическая система координат – прямоугольная система координат с началом в рассматриваемой точке текущей кромки, ориентированная относительно направления скорости главного движения резания.

Кинематическая система координат – прямоугольная система координат с началом в рассматриваемой точке режущей комки, ориентированная относительно направления скорости результирующего движения резания.

Координатные плоскости.

Статическая основная плоскость $P_{ус}$ координатная плоскость, приведенная через рассматриваемую точку режущей кромки с перпендикулярно направлению скорости лавного движения резания в этой точке.

Статическая плоскость резания $P_{пс}$ – координатная плоскость, касательная к режущей кромке в рассматриваемой точке и перпендикулярная статической основной плоскости.

Статическая рабочая плоскость P_s – координатная плоскость, в которой расположены направления скоростей главного движения резания и движения подачи.

Статическая главная секущая плоскость $P_{сс}$ – координатная плоскость, перпендикулярная линии пересечения статических основной плоскости и плоскости резания.

Статическая вспомогательная секущая плоскость D_c – координатная плоскость, перпендикулярная и проекции вспомогательной режущей кромки на статическую основную плоскость.

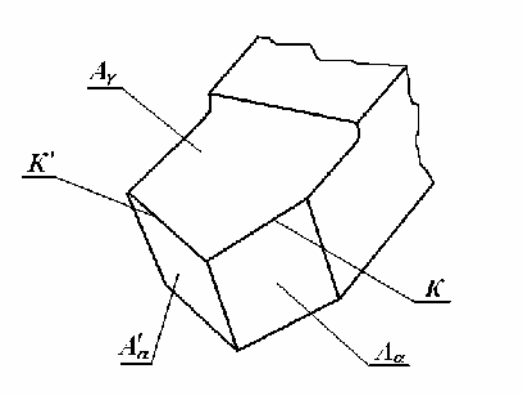

Рисунок 1.2 - Элементы резца

Элементы лезвия инструмента (рис. 1.2).

Передняя поверхность лезвия А – поверхность лезвия инструмента, контактирующая в процессе резания со срезаемым слоем и стружкой.

Задняя поверхности лезвия A_α - поверхность лезвия инструмента, контактирующая в процессе резания с поверхностями заготовки.

Режущая кромка К – кромка лезвия инструмента, образуемая пересечением передней и задней поверхности лезвия.

Главная режущая кромка К – часть режущей кром4и, формирующая большую сторону сечения срезаемого слоя.

Вспомогательная режущая кромка K' - часть режущей кромки, формирующая меньшую сторону сечения определяемого слоя.

Главная задняя поверхность A_α задняя поверхность лезвия инструмента, примыкающая к главной режущей кромке.

Вспомогательная задняя поверхность A'_α задняя поверхность лезвия инструмента, примыкающая к вспомогательной режущей кромке резца вершиной является участок лезвия в месте пересечения главной и вспомогательной режущей кромке.

Вершина лезвия – участок режущей кромке в месте пересечения двух задних поверхностей. У проходного токарного резца вершиной является участок лезвия

в месте пресечения главной и вспомогательной режущих кромок. Радиус вершины $\gamma_в$ – радиус кривизны вершины лезвия.

Геометрические параметры лезвия инструмента в статической системе координат.

Статический главный передний угол γ_c – угол в статической главной секущей плоскости между передней поверхностью лезвия и статической основной плоскостью.

Статический главный задний угол α_c – угол в статической главной секущей плоскости между главной задней поверхностью и статической плоскостью резания.

Статический главный угол заострения β_c – угол в статической главной секущей плоскости между передней и задней поверхностями лезвия.

Статический главный угол резания B_c – угол главной секущей плоскости между статической плоскостью резания и передней поверхностью лезвия.

$$\alpha_c + \beta_c + \gamma_c = 90^o; \quad \delta_c + \gamma_c = 90^o.$$

При $(\alpha_c + \beta_c) < 90^o$ угол γ_c считают положительным, при $(\alpha_c + \beta_c) > 90^o$ – отрицательным.

Статический вспомогательный задний угол α_{1c} – угол во вспомогательной секущей плоскости между вспомогательной задней поверхностью лезвия и плоскостью, касательной к вспомогательной режущей кромке и перпендикулярной и статической основной плоскости.

Статический вспомогательный передний угол γ_{1c} – угол во вспомогательной секущей плоскости между передней поверхностью и статической основной плоскостью

Статический угол наклона кромки λ_c – угол в статический плоскости резания между главной режущей кромкой и статической основной плоскостью. Если вершина резца является низшей точкой кромки, на угол λ - положительны, а если высшей – отрицательный. Если режущая кромка параллельна основной плоскости, то угол λ равен нулю.

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

Статический главный угол в плане- угол в статической основной плоскости между статической плоскостью резания и рабочей плоскостью.

Статический вспомогательный угол в плане φ_1 – угол в статической основной плоскости между проекцией вспомогательной режущей кромки на статическую основную плоскость и направлением подачи.

Статический угол в плане при вершине ε_c – угол в статической основной плоскости между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок на статическую основную плоскость.

$$\varphi_c + \varepsilon_c + \varphi_c = 180^o$$

2 Оборудование, инструменты, приборы.

1. Набор токарных резцов
2. Угломер для измерения углов призматических резцов
3. Универсальный угломер УМ.
4. Штангенциркуль.

3 Содержание и порядок выполнения работы

1.Ознкомиться с основными типами токарных резцов.

2. Выполнить эскиз резца в двух проекциях, на котором показать основные линейные размеры и углы. Определить тип резца.

3. Выполнить эскиз рабочей части резца, на котором показать основные элементы лезвия.

4. Изучить методику измерения геометрических параметров токарного резца при помощи настольного и универсального угломеров.

5. Измерить основные геометрические параметры и элементы токарного резца.

6. Для заданных преподавателем условий обработки деталей резанием (обрабатываемый материал, вид и характер обработки) с помощью справочно-нормативной литературы выбрать геометрические параметры инструментов

Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Оборудование, инструменты, приборы.
4. Эскиз резца в двух проекциях. (рис.1).
5. Эскиз рабочей части резца (рис.2).
6. Результаты измерений геометрических параметров и элементов лезвия токарного резца.
7. Результаты выбора геометрические параметры инструментов.
8. Выводы.

Лабораторная работа № 3

ПРОЦЕСС СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИИ

Цель работы – изучить виды стружек и условий их образования; исследовать влияние элементов режима и величина переднего угла на усадку стружки.

1 Теоретические сведения

При резании металлов в зоне стружкообразования возникают упругие и пластические деформации сжатия, сдвига и растяжения, приводящие к отделению деформированного объема металла от обрабатываемой заготовки. Пластическая деформация внешне проявляется в том, что длина стружки l_C обычно становится короче пути l, пройденного инструментом, толщина стружки a_C становится больше толщины среза a, а ее ширина b_C становится больше ширины срезаемого слоя b (рис. 3.1). Указанные изменения размеров срезаемого слоя называются усадкой стружки. Усадка стружки является внешним проявлением пластического деформирования и до некоторой степени характеризует протекание процесса резания: чем меньше усадка стружки, тем меньше пластическая деформация, более благоприятны условия для стружкообразования и меньше расход мощности на обработку.

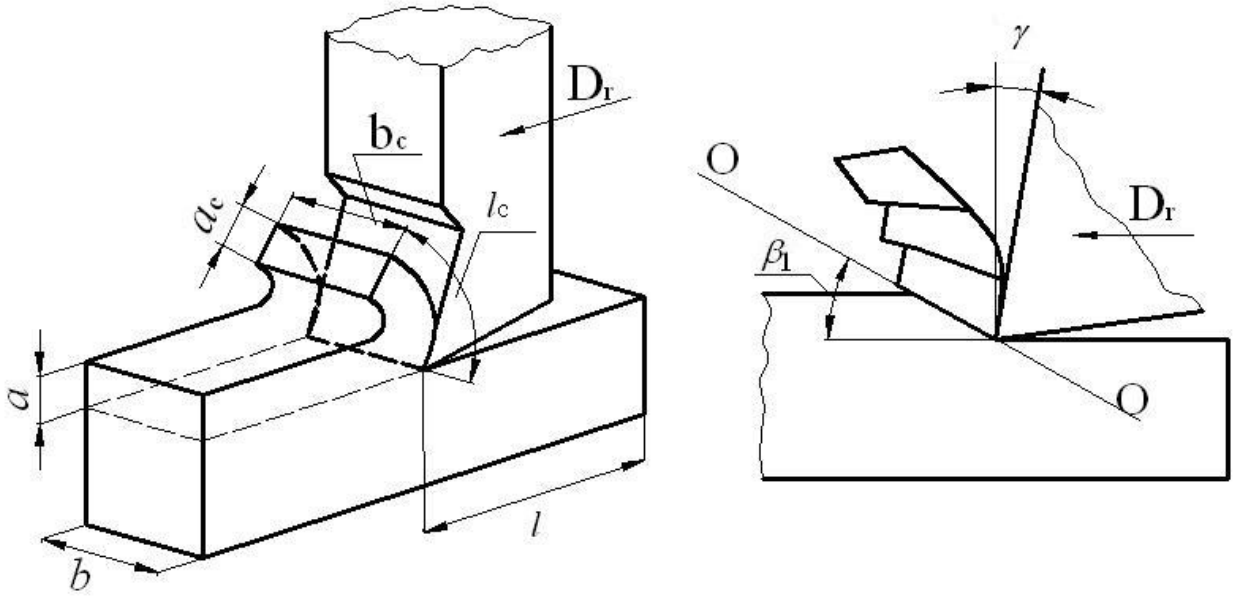

Рисунок 3.1 − Схема определения характеристик усадки стружки

Усадка стружки характеризуется коэффициентами, соответственно, укорочения K_l , утолщения K_a, и уширения K_b :

$$K_l = \frac{l}{l_c}; \qquad K_a = \frac{a_c}{a}; \qquad K_b = \frac{b_c}{b}. \tag{3.1}$$

Эти коэффициенты, как правило, больше единицы и являются косвенными показателями интенсивности пластической деформации при резании металлов. Они показывают, во сколько раз размеры стружки по длине, толщине и ширине меньше или больше соответствующих размеров срезаемого слоя.

Коэффициент усадки стружки позволяет выяснить влияние некоторых факторов на протекание процесса резания и объяснить ряд явлений, сопутствующих стружкообразованию.

Коэффициент усадки стружки можно определить двумя методами: измерением длины стружки, соответствующей базовой длине срезаемого слоя, и взвешиванием стружки. При использовании первого метода длину стружки ограничивают разделением длины срезаемого слоя на отдельные части, например в опытах при точении на заготовке делают один или несколько продольных пазов и фиксируют расстояния между ними. При прохождении лезвия инструмента через паз процесс резания прерывается. Стружку собирают и измеряют ее длину по контактной стороне. Если трудно получить непрерывную стружку в пределах достаточной длины срезаемого слоя, K_l определяют по соотношению площадей сечения стружки $f_{СТР}$ и срезаемого слоя $f_{СЛ}$ так называемым "весовым" методом. Так как

$$K_l = \frac{f_{СТР}}{f_{СЛ}} = \frac{a_C b_C}{ab}, \qquad (3.2)$$

то площадь $a_C b_C$ поперечного сечения стружки можно определить взвешиванием кусочков стружки произвольной длины l_C. Если массу стружки в миллиграммах обозначить через G, а плотность в граммах на кубический сантиметр – через ρ, то

$$G = \frac{a_c b_c l_c \rho}{10^3}; \quad a_c b_c = \frac{G 10^3}{l_c \rho}. \qquad (3.3)$$

Тогда коэффициент укорочения стружки

$$K_l = \frac{G 10^3}{l_c \rho a b}, \; K_l = \frac{G 10^3}{l_c \rho S t} \qquad (3.4)$$

Усадка стружки характеризуется также углом сдвига β_1 – углом между плоскостью сдвига и направлением движения инструмента. Известно, что чем больше угол β_1, тем меньше коэффициент укорочения стружки:

$$K_l = \frac{\cos(\beta_1 + \gamma)}{\sin \beta_1}. \qquad (3.6)$$

Данную формулу называют формулой И.А.Тиме. С ее помощью можно выразить угол сдвига β_1 через коэффициент K_l:

$$K_l = \frac{\cos \beta_1 \cos \gamma + \sin \beta_1 \sin \gamma}{\sin \beta_1} = ctg \beta_1 \cos \gamma + \sin \gamma, \qquad (3.6)$$

откуда

$$tg\beta_1 = \frac{\cos \gamma}{K_l - \sin \gamma}. \qquad (3.7)$$

2 Оборудование, приборы, принадлежности

1. Токарно-винторезный станок.
2. Аналитические виды и разновесы.

3. Линейка, проволока

4. Набор стружки.

3 Содержание и порядок выполнения работы.

1. Произвести точение заготовки при различных значениях *v, S, t* собрать образцы стружек.

2. При помощи аналитических весов определить массу образцов стружки; результаты занести в табл. 3.1.

3. При помощи проволоки и линейки определить длину образцов стружки; результаты занести в табл. 3.1.

4. Для каждого опыта рассчитать коэффициент укорочения стружки K_1 и угол сдвига β_1; результаты занесены в табл. 3.1.

5. По результатам опытов построить график зависимостей коэффициентов укороченная стружки соответственно от *v, s, t* γ.

Таблица 3.1 − Условия проведения и результаты опытов

Обрабатываемый материал			Режущий инструмент							
			Тип			Марка сплава		φ, град	α, град.	λ, град.
№ опыта	∅заг, мм	n, мин$^{-1}$	υ, м/мин	S, мм/об	t, мм	γ, град	l_c, мм	G, мг	K□	β_1, град

Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Оборудование, приборы и принадлежности.
4. Условия проведения и результаты опытов (см. табл. 2).
5. Расчеты коэффициентов укорочения и углов сдвига.
6. Графики зависимостей K = *f*(V), K = *f*(S), K = *f*(t), K =*f*(γ).
7. Выводы.

Лабораторная работа № 4

СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

Цель работы – изучить методику экспериментального исследования соответствующих силы резания и математической обработки результатов опытов; исследовать влияние элементов режима резания на составляющие силы резания.

1 Теоретические сведения

Для практических целей обычно рассматривается составляющие силы резания P. При точении силу P раскладывают на три составляющие, действующие вдоль координатных осей, принятых в теории резания. Такими осями для токарного станка являются: ось X – линия, параллельная к линии центров станка; ось Y – линия, перпендикулярная к линии центров станка; ось Z – линия, перпендикулярная к плоскости XY (рисунок 4.1).

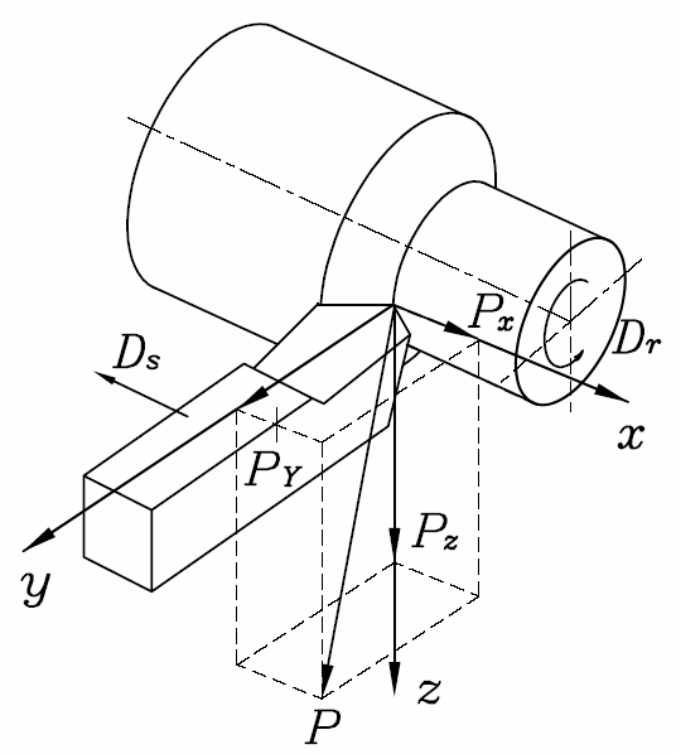

Рисунок 4.1 − Сила резания при точении и ее составляющие

Главная составляющая силы резания P_z – составляющая силы резания, совпадающая по направлению со скоростью главного движения резания в вершине лезвия. С учетом силы P_z рассчитывают на прочность детали и узлы коробки скоростей станка, а также прочность резца.

Радиальная составляющая силы резания P_y – составляющая силы резания, направленная по радиусу главного вращательного движения резания в вершине лезвия. Эта составляющая определяет силу отжима резца от заготовки и прогиб заготовки, влияющие на точность изготовления детали; по силе P_y рассчитывают на прочность механизм поперечной подачи.

Осевая составляющая силы резания P_x – составляющая силы резания, параллельная оси главного вращательного движения резания. По этой силе рассчитывают механизм продольной подачи станка и изгибающий момент, действующий на державку резца.

2 Оборудование, приборы, принадлежности

1. Токарно-винторезный станок мод..
2. Электрический универсальный динамометр УДМ-600 с комплектом усилительной и показывающей аппаратуры.
3. Тарировочные графики.
4. Набор резцов и заготовок.

Содержание и порядок выполнения работы

1. Изучить устройство электрического тензометрического универсального динамометра УДМ-600.
2. Составить план эксперимента (см. табл. 4.1).
3. Произвести точение заготовки при различных сочетаниях элементов режима резания согласно матрице планирования; при этом снять показания динамометра для трех составляющих силы резания показания динамометра в миллиамперах при помощи тарировочных графиков перевести Ньютоны и результаты занести в табл. 4.2.
4. Рассчитать средние значения сил по результатам трех опытов; результаты занести в табл. 4.3.
5. По результатам полного факторного эксперимента рассчитать коэффициенты уравнений регрессии для трех составляющих силы резания
6. По уравнениям регрессии получить эмпирические зависимости составляющих силы резания от элементов режима резания.
7. На основании анализа полученных эмпирических зависимостей сделать выводы о влиянии элементов режима резания на составляющие силы резания.

Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Оборудование, приборы и принадлежности.
4. Условия проведения полного факторного эксперимента (характеристика оборудования, приборов, обрабатываемой заготовки, режущего инструмента).
5. Матрица планирования полного факторного эксперимента и результаты исследования сил резания при точении.
6. Расчеты коэффициентов уравнения регрессии для трех составляющих силы резания.
7. Эмпирические зависимости составляющих силы резания от элементов режима резания.
8. Выводы.

Лабораторная работа № 5

ТЕМПЕРАТУРА РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

Цель работы – изучить методику измерения температуры резания; исследовать влияние элементов режима резания на температуру.

2 Теоретические сведения

Существуют различные методы измерения температуры в зоне резания: *калориметрический, термоэлектрический, термокрасок, радиационный* и др. Наиболее распространенным и точным является термоэлектрический метод, заключающийся в том, что если нагреть место спая двух проводников из различных металлов, оставляя при этом свободные концы при более низкой температуре, на последних возникает термоЭДС, которая зависит от разности температур спая и более холодных концов. Такая цепь называется термоэлектрической. Этот метод подразделяется на несколько разновидностей: методы искусственной, полуискусственной и естественной термопары (рис. 5.1).

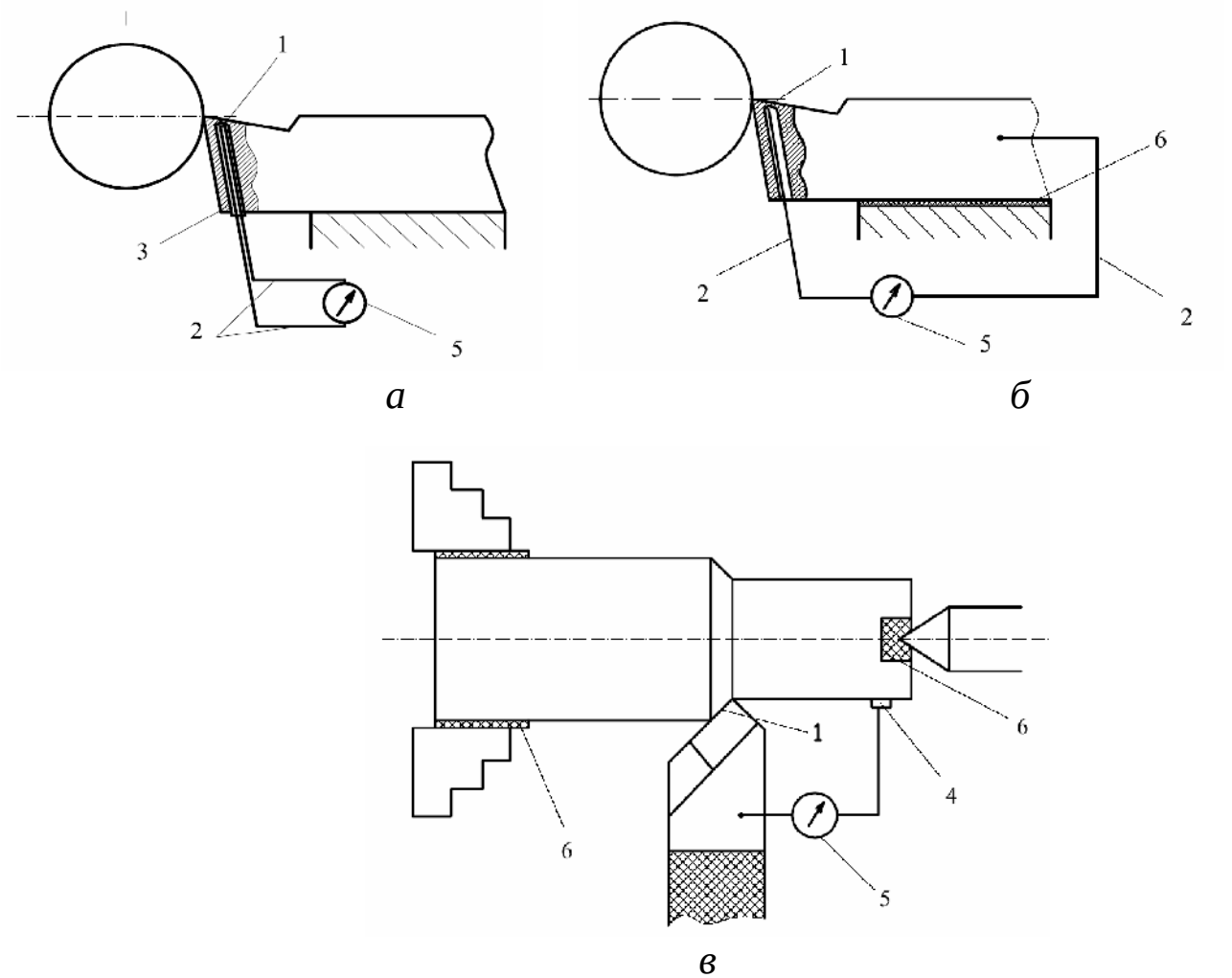

Рисунок 5.1 − Схемы термопар: а – искусственной; б – полуискусственной; в – естественной; 1 – спай термопары; 2 – проволока; 3 – изоляционная трубка; 4 – токосъемник; 5 – регистрирующий прибор; 6 – изоляция

Метод искусственной термопары заключается в том, что спай термопары вставляют в просверленное в определенном месте инструмента отверстие и рас-

полагают его возможно ближе к источникам теплоты (см. рис.5.1, *а*). Термопару изолируют от стенок отверстия в инструменте слюдой или стеклянной трубкой. Возникающую в цепи термоЭДС, пропорциональную разности температур места спая и холодных концов проволок, измеряют регистрирующим прибором. Для перевода электродвижущей силы в градусы термопару тарируют.

Недостатками схемы искусственной термопары являются сложность устройства и невозможность определить наивысшую температуру, так как измерение температуры фактически производится не на поверхности контакта резца и стружки, а на некотором удалении от них.

При измерениях методом полуискусственной термопары одним элементом является инструмент, другим – изолированная проволока, которую расклепывают на задней или передней поверхности инструмента (см. рис.5.1, *б*).

Метод естественной термопары заключается в том, что в качестве термопары служат резец и обрабатываемая заготовка, материал которых различен. “Спаем” термопары здесь является место контакта резца со стружкой и заготовкой в процессе резания (см. рис.5.1, *в*).

Для повышения точности показаний инструмент и заготовку изолируют от узлов станка. Для передачи термотока с вращающейся заготовки регистрирующим прибором применяют специальные токосъемники: скользящие контакты, ртутные ванночки, гибкие валики и т.п. Так как в разных точках контакта инструмента с заготовкой температура различна, естественная термопара измеряет некоторую усредненную температуру.

Наибольшее влияние на температуру резания оказывает скорость резания. При скоростях резания до 400 м/мин температура инструмента повышается быстро; при дальнейшем повышении скорости ее влияние заметно снижается. С увеличением подачи температура в зоне резания повышается, но менее интенсивно, чем при повышении скорости резания. Еще меньшее влияние на температуру оказывает глубина резания. Это объясняется тем, что с увеличением глубины резания возрастает длина активной части режущей кромки, что улучшает условия теплоотвода.

Зависимость температуры резания от элементов режима резания может быть записана в виде эмпирической формулы

$$\theta = C_\theta V^{Z_\theta} S^{Y_\theta} t^{X_\theta}, \qquad (5.1)$$

где C_θ – общий коэффициент, характеризующий условия обработки;

Z_θ, Y_θ, X_θ – показатели степени, характеризующие интенсивность прироста температуры с увеличением, соответственно, ***υ, S, t*** .

2 Оборудование, приборы, принадлежности

1. Токарно-винторезный станок.
2. Аппаратура для измерения температуры резания методом естественной термопары.
3. Набор резцов и заготовок.
4. Тарировочные графики.
5. Бумага логарифмическая.

Таблица 5.1 − Условия и результаты исследования влияния элементов режимов резания на температуру резания при точении стали

Номер опыта	n, мин$^{-1}$	V, м/мин	S, мм/об	t, мм	θ, град			
					θ_1	θ_2	θ_3	$\theta_{ср}$
1								
2								
……								

3 Содержание и порядок выполнения работы

1. Изучить аппаратуру для измерения температуры резания методом искусственной термопары.
2. Произвести точение заготовки при различных сочетаниях элементов режима резания; при этом снять показания милливольтметра в милливольтах, при помощи тарировочных графиков перевести их в градусы и результаты занести в таблицу.
3. Рассчитать средние значения температуры по результатам трех опытов; результаты занести в таблицу.
4. По результатам опытов построить на двойной логарифмической сетке графики зависимостей температуры резания от элементов режима резания; по полученным графикам определить коэффициенты с показателями степеней в частных зависимостях

Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Цель работ.
3. Оборудование, приборы, принадлежности.
4. Условия проведения эксперимента (характеристика оборудования, обрабатываемой заготовка, режущего инструмента).
5. План проведения эксперимента.
6. График зависимостей температуры резания от элементов режимов резания.
7. Выводы.

Лабораторная работа № 6

ИЗНОС И СТОЙКОСТЬ РЕЗЦОВ

Цель работы – изучить методики исследования износа и стойкости инструмента; установить функциональную зависимость стойкости от скорости резания при точении стали.

1. Теоретические сведения

Общий характер износа режущего инструмента на примере токарного резца показан на рис. 6.1. В результате изнашивания на передней поверхности лезвия образуется лунка длиной *lл* , шириной *bл* и глубиной *δл*, а на задней поверхности – площадка высотой *hз*, имеющая задний угол, равный нулю. В зависимости от условий обработки и свойств материала может преобладать износ по передней или по задней поверхности.

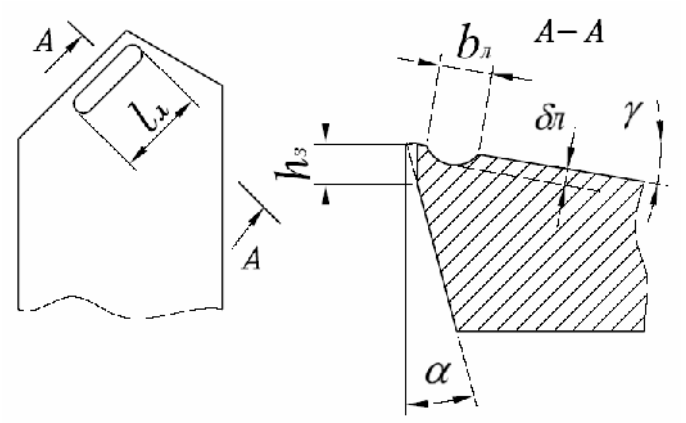

Рисунок 6.1 − Износ резца по передней и задней поверхности

Износ по задним поверхностям преобладает при обработке твердых хрупких материалов и при обработке пластичных материалов с малой толщиной срезаемого слоя *(a < 0,1* мм) и низкими скоростями резания. Износ по передней поверхности преобладает при обработке пластичных материалов с толщиной срезаемого слоя *a >0,5* мм и высокими скоростями резания без охлаждения.

Графическое изображение закономерности нарастания износа за время работы инструмента называется кривой износа (рис. 6.2).

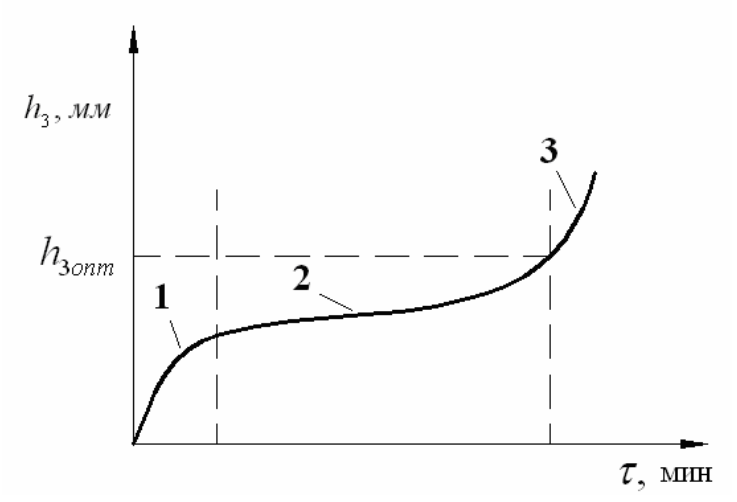

Рисунок 6.2 − Зависимость износа от времени работы

В общем случае на кривой износа можно выделить три участка: *1* – период приработки инструмента или начального изнашивания, продолжительностью в несколько минут. На этом участке наблюдается изнашивание, являющееся следствием истирания выступающих участков исходных неровностей на заточенной поверхности инструмента; *2* – период нормального изнашивания, когда шероховатость рабочих поверхностей лезвия инструмента

стабилизируется. При этом износ постепенно увеличивается приблизительно пропорционально времени работы; *3* – период катастрофического изнашивания, сопровождающегося выкрашиванием и даже поломками инструмента. Этот вид изнашивания недопустим для нормальной работы инструмента.

2. Оборудование, приборы , принадлежности

1.Токарно-винторезный станок.
2. Микроскоп МПВ-2.
4. Набор резцов и заготовки.

3 Содержание и порядок выполнения работы

1. Изучить методику исследования стойкости резцов способом продольной обточки с постоянной скоростью резания.
2. Изучить методику измерения износа при помощи микроскопа МПВ-2.
3. Изучить условия проведения испытаний, результаты исследований занести в табл.6.1.
4. Построить графики зависимости износа по задней поверхности от времени резания ри разных скоростях резания

Таблица 6.1 – Результаты испытаний резцов

υ, м/мин	Износ $h_з$, мм, при времени резания τ, мин												
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65

Содержание отчета

1. Наименование работы.
2 Цель работы.
3. Оборудование, приборы, принадлежности.
4. Условия проведения и результаты исследований.
5. Графики зависимости износа по задней поверхности от времени резания ри разных скоростях резания (кривые износа).
6. Выводы