

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**Ташкентский Государственный Технический Университет
им. Абу Райхана Беруни**

МЕХАНИКО-МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Технология машиностроения»

**ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ
по курсу «Основы теории резания и инструменты»**

Выполнил: _____
студент гр. Валиев С.
Принял: асс. Желтухин А.В.

(подпись)

(подпись)

Ташкент 2012 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Классификация токарных резцов.....	_____
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Геометрические параметры токарного резца.....	_____
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Определение зависимости коэффициента усадки от режима резания.....	_____
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Определение температуры резания методом естественной термопары при точении.....	_____
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. Определение зависимости износа токарного резца от времени его работы.....	_____
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. Определение зависимости стойкости токарного резца от скорости резания и подачи.....	_____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
Классификация токарных резцов.

Выполнил: _____
Студент гр. _____

Длительность - ____ часа.

«____» _____ 20__ г.

Цель работы: Изучить классификацию и виды токарных резцов.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При работе на токарных станках применяют различные режущие инструменты: резцы, сверла, зенкеры, развертки, метчики, плашки, фасонный инструмент и др. Токарные резцы являются наиболее распространенным инструментом, они применяются для обработки плоскостей, цилиндрических и фасонных поверхностей, нарезания резьбы и т. д.

Резец (англ. tool bit) — режущий инструмент, предназначен для обработки деталей различных размеров, форм, точности и материалов.

Для достижения требуемых размеров, формы и точности изделия с заготовки снимаются (последовательно срезаются) слои материала при помощи резца. Жёстко закреплённые в станке резец и заготовка в результате относительного перемещения контактируют друг с другом, происходит врезание рабочего элемента резца в слой материала и последующее его срезание в виде стружки.

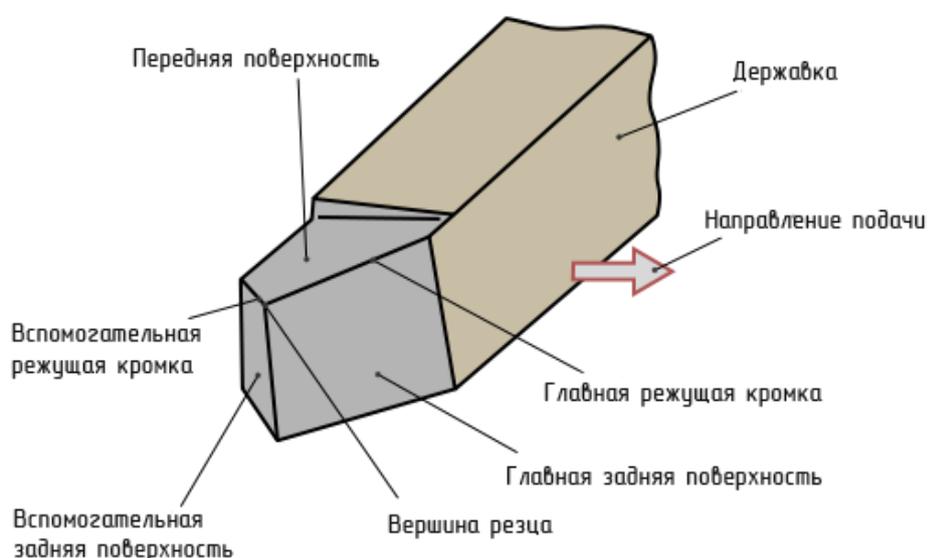


Рис.1. Основные элементы токарного резца.

Рабочий элемент резца представляет собой острую кромку (клин), который врезается в слой материала и деформирует его, после чего сжатый элемент материала скалывается и сдвигается передней поверхностью резца (поверхностью схода стружки). При дальнейшем продвижении резца процесс

скалывания повторяется и из отдельных элементов образуется стружка. Вид стружки зависит от подачи станка, скорости вращения заготовки, материала заготовки, относительного расположения резца и заготовки, использования СОЖ (смазочно-охлаждающие жидкости) и других причин. Элементы резца показаны на рисунке 1.

Токарный проходной резец состоит из следующих основных элементов:

1. Рабочая часть (головка);
2. Стержень (державка) — служит для закрепления резца на станке.

Рабочую часть резца образуют:

1. Передняя поверхность — поверхность, по которой сходит стружка в процессе резания.
2. Главная задняя поверхность — поверхность, обращенная к поверхности резания заготовки.
3. Вспомогательная задняя поверхность — поверхность, обращенная к обработанной поверхности заготовки.
4. Главная режущая кромка — линия пересечения передней и главной задней поверхностей.
5. Вспомогательная режущая кромка — линия пересечения передней и вспомогательной задней поверхностей.
6. Вершина резца — точка пересечения главной и вспомогательной режущих кромок.

Резцы классифицируются:

1. по виду обработки,
2. по направлению подачи,
3. по конструкции головки,
4. по роду материала рабочей части,
5. по сечению тела резца и другие.

По виду обработки различают резцы:

- Проходной – для точения плоских торцовых поверхностей;
- Расточные – для точения сквозных и глухих отверстий;
- Отрезные – для разрезания заготовок на части и для протачивания кольцевых канавок;
- Резьбовые наружные и внутренние – для нарезания резьб;
- Галтельные – для точения закруглений;
- Фасонные – для обтачивания фасонных поверхностей.

По направлению подачи (рис.2) резцы делятся на:

- правые, работающие с подачей справа на лево;
- левые, работающие с подачи слева направо.

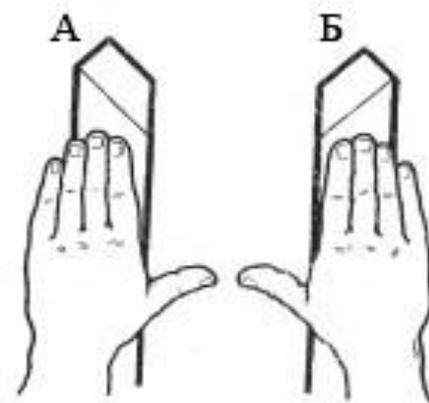


Рис.2. Определение направления подачи.

А - левый, Б - правый.

По конструкции бывают:

- Прямые — резцы, у которых ось головки резца является продолжением или параллельна оси державки.
- Отогнутые — резцы, у которых ось головки резца наклонена вправо или влево от оси державки.
- Изогнутые — резцы, у которых ось державки при виде сбоку изогнута.
- Оттянутые — резцы, у которых рабочая часть (головка) уже державки.
- Конструкции токарей- и конструкторов-новаторов (частные случаи) и прочие.
 - Конструкции Трутнева — с отрицательным передним углом γ , для обработки весьма твердых материалов.
 - Конструкции Меркулова — с повышенной стойкостью.
 - Конструкции Невеженко — с повышенной стойкостью.
 - Конструкции Шумилина — с радиусной заточкой на передней поверхности, применяются на высоких скоростях обработки.
 - Конструкции Лакура — с повышенной виброустойчивостью, которая достигается тем, что главная режущая кромка расположена в одной плоскости с нейтральной осью стержня резца.
 - Конструкции Борткевича — имеет криволинейную переднюю поверхность, что обеспечивает завивание стружки и фаску, упрочняющую режущую кромку. Предназначен для получистовой и чистовой обработки стальных деталей, а также для обточки и подрезки торцов.
 - Расточный резец Семинского — высокопроизводительный расточный резец.
 - Расточный резец «улитка» Павлова — высокопроизводительный расточный резец.
 - Резьбонарезной резец Бирюкова.

По сечению стержня бывают:

- прямоугольные.

- квадратные.
- круглые.

По способу изготовления бывают:

- цельные — это резцы, у которых головка и державка изготовлены из одного материала.
- составные — режущая часть резца выполняется в виде пластины, которая определённым образом крепится к державке из конструкционной углеродистой стали. Пластины из твердого сплава и рапида припаиваются или крепятся механически.

По характеру обработки бывают:

- обдирочные (черновые).
- чистовые. Чистовые резцы отличаются от черновых увеличенным радиусом закругления вершины, благодаря чему шероховатость обработанной поверхности уменьшается.
- резцы для тонкого точения.

По виду обработки

По применяемости на станках резцы разделяются на:

- токарные
- строгальные
- долбежные

Выводы:

Принял: асс. Желтухин А.В.	Дата:	Подпись:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 Геометрические параметры токарного резца.

Выполнил: _____
Студент гр. _____

Длительность - ____ часа.

«____» _____ 20__ г.

Цель работы: Изучить геометрические параметры токарных резцов.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Из всех видов токарных резцов наиболее распространенными являются проходные резцы. Они предназначены для точения наружных поверхностей, подрезки торцов, уступов и т.д.

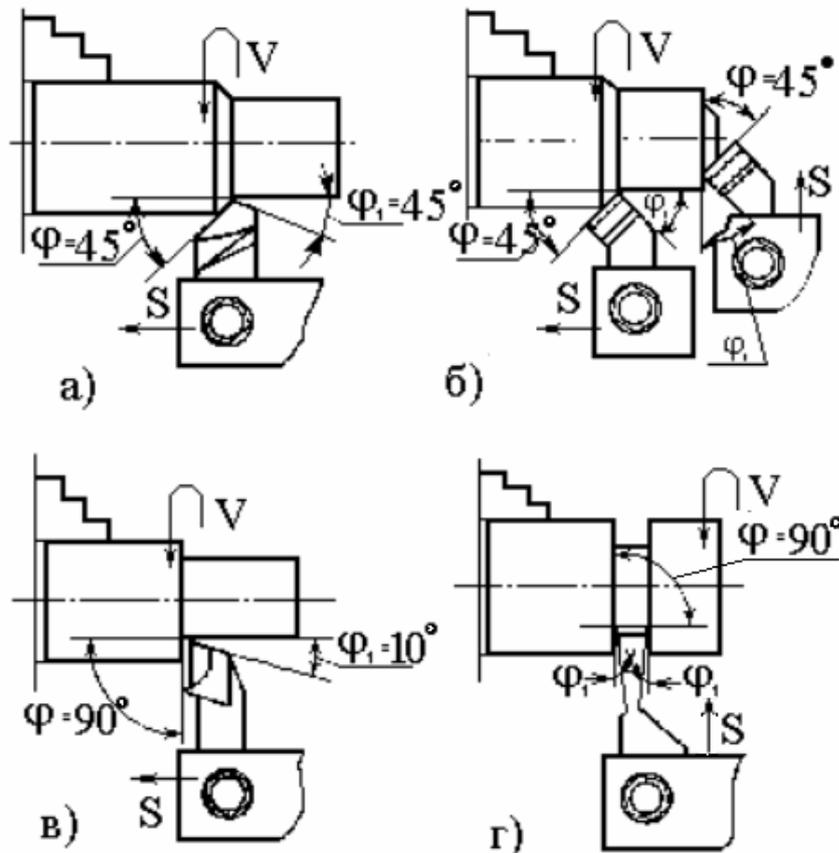


Рис. 1. Основные типы токарных резцов: а – проходной прямой; б – проходной отогнутый; в – проходной упорный; г – отрезной

Проходные прямые резцы предназначены для обработки наружных поверхностей с продольной подачей (рис. 1, а).

Проходной отогнутый резец наряду с обтачиванием с продольной подачей может применяться для подрезания торцов с поперечной подачей (рис. 1, б).

Проходной упорный резец применяется для наружного обтачивания с подрезкой уступа под углом 90° к оси (рис. 1, в).

Отрезной резец предназначен для отрезания частей заготовок и протачивания кольцевых канавок (рис. 1, г).

Для определения углов резца установлены понятия: плоскость резания и основная плоскость. Плоскостью резания называют плоскость, касательную к поверхности резания и проходящую через главную режущую кромку резца.

Основной плоскостью называют плоскость, параллельную направлению продольной и поперечной подач; она совпадает с нижней опорной поверхностью резца.

Главные углы (рис.2.) измеряются в главной секущей плоскости.

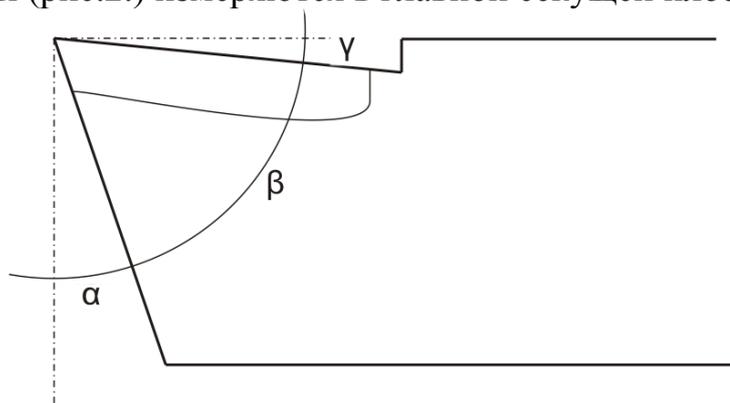


Рис.2. Главная секущая плоскость.^[1]

Главные углы измеряются в главной секущей плоскости.

Сумма углов $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$.

- Главный задний угол α — угол между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания. Служит для уменьшения трения между задней поверхностью резца и деталью. С увеличением заднего угла шероховатость обработанной поверхности уменьшается, но при большом заднем угле резец может сломаться. Следовательно чем мягче металл, тем больше должен быть угол.
- Угол заострения β — угол между передней и главной задней поверхностью резца. Влияет на прочность резца, которая повышается с увеличением угла.

¹ На рисунке показана главная секущая плоскость. Передняя поверхность направлена вниз от главной режущей кромки, передний угол γ в этом случае считается положительным.

- Главный передний угол γ — угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания, проведённой через главную режущую кромку. Служит для уменьшения деформации срезаемого слоя. С увеличением переднего угла облегчается врезание резца в металл, уменьшается сила резания и расход мощности. Резцы с отрицательным γ применяют для обдирочных работ с ударной нагрузкой. Преимущество таких резцов на обдирочных работах заключается в том, что удары воспринимаются не режущей кромкой, а всей передней поверхностью.
- Угол резания $\delta = \alpha + \beta$.

Вспомогательные углы измеряются во вспомогательной секущей плоскости.

- Вспомогательный задний угол α_1 — угол между вспомогательной задней поверхностью резца и плоскостью, проходящей через его вспомогательную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости.
- Вспомогательный передний угол γ_1 - угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания, проведённой через вспомогательную режущую кромку
- Вспомогательный угол заострения β_1 - угол между передней и вспомогательной задней плоскостью резца.
- Вспомогательный угол резания $\delta_1 = \alpha_1 + \beta_1$.

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ

Углы резца измеряют с помощью универсального настольного угломера, состоящего из основания, в котором закреплена вертикальная стойка с измерительным устройством. При настройке угломера измерительное устройство перемещают по вертикальной стойке и в нужном положении фиксируют стопорным винтом.

Для измерения главного переднего угла g планку угольника b поворачивают до соприкосновения с передней поверхностью резца. При этом риска на указателе покажет значение угла (рис. 3).

При измерении главного заднего угла a пользуются вертикальной планкой угольника a , которой касаются главной задней поверхности резца.

Необходимо помнить, что главные углы резца a и g измеряют в плоскости нормальной к проекции главной режущей кромки на основную плоскость. Полученные значения заносят в таблицу 1.

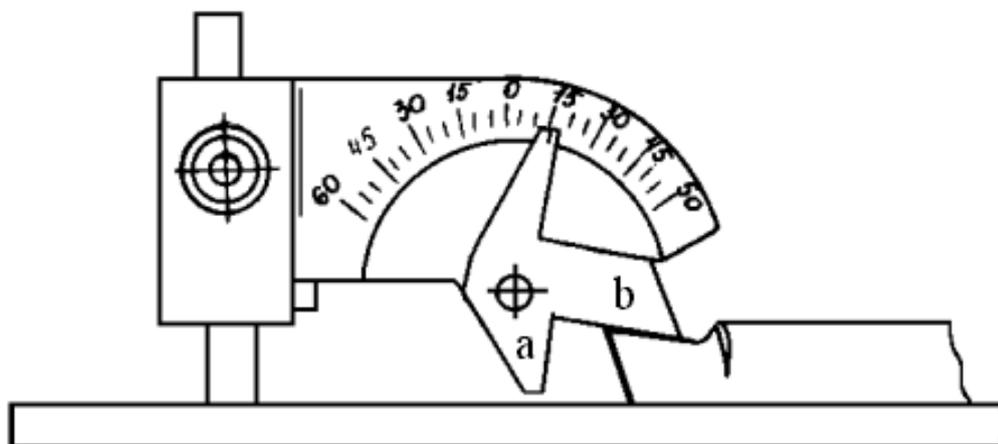


Рис. 3. Схема измерения углов в главной секущей плоскости.

Перед измерением углов в плане j и j_1 измерительное устройство поворачивают на 180° и снова фиксируют (рис. 4). При измерении главного угла в плане j резец прижимают к упору стола, а поворотную планку разворачивают до соприкосновения с главной режущей кромкой. Тогда указатель покажет значение угла j .

Аналогично измеряют вспомогательный угол в плане j_1 , только в этом случае поворотную планку разворачивают до соприкосновения со вспомогательной режущей кромкой.

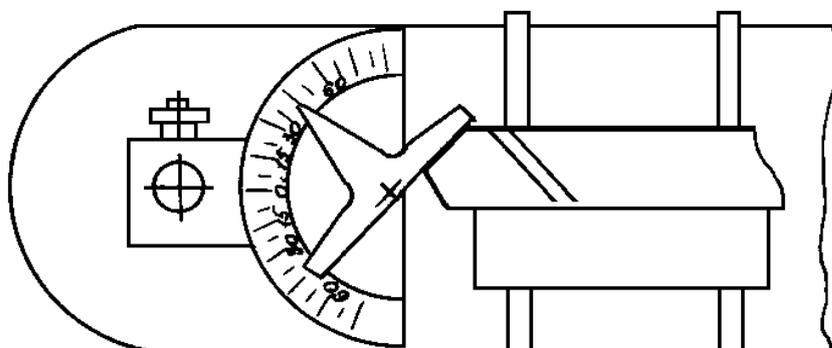


Рис. 4. Схема измерения углов в основной плоскости.

Для определения величины угла 1 , регулируя положение измерительного устройства по высоте, горизонтальную планку приводят в соприкосновение с главной режущей кромкой без зазора (рис. 5).

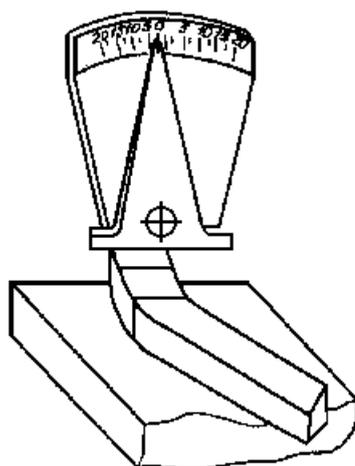


Рис. 5. Схема измерения угла 1.

С целью повышения прочности режущей части резца предусматривается также радиус скругления его вершины в плане: $r = 0,1 \dots 3,0$ мм. При этом большее значение радиуса применяется при обработке жестких заготовок, так как с увеличением этого радиуса возрастает радиальная составляющая силы резания.

РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ

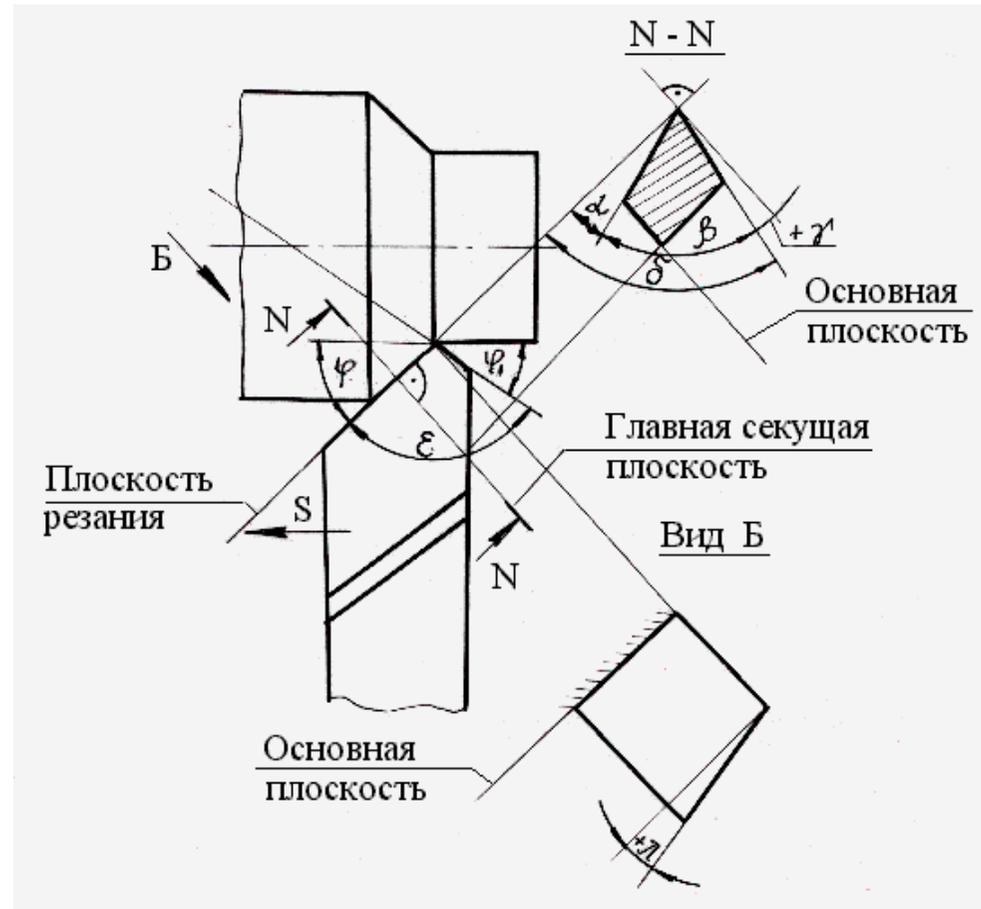
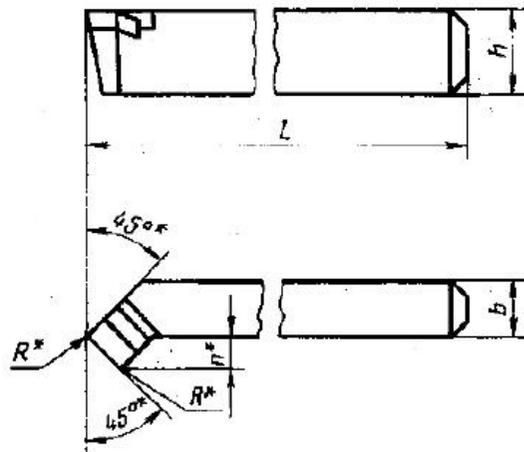


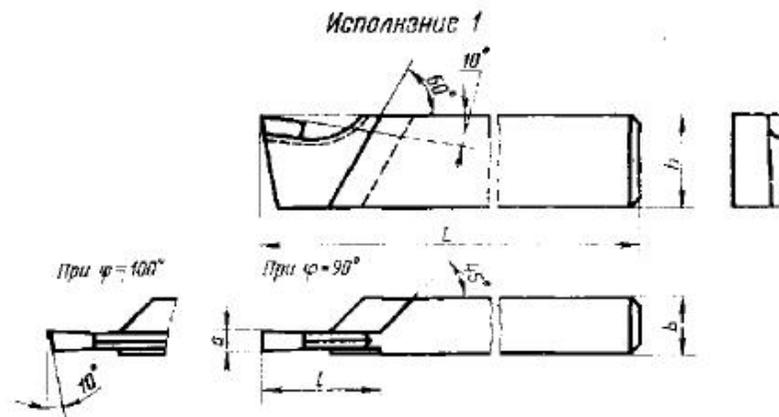
Рис. 6. Углы проходного резца.

Таблица- 1. Значения углов резцов

№	Наименование резцов	Основные параметры						
		ГОСТ	hxb	L	n	R	Тип пластин по ГОСТ 25395-82	
							10°	0°
1.	Токарный проходной отогнутый резец (рис.1)	ГОСТ 18877-73. Настоящий стандарт распространяется на токарные проходные отогнутые резцы общего назначения, с углами $\varphi=45^\circ$, $\varphi^1=45^\circ$, с напаянными пластинами из твердого сплава.						
	Пример условного обозначения		hxb	L	l	a	Тип пластин по ГОСТ 25395-82	
							1	2
2.	Токарный отрезной резец (рис.2)	ГОСТ 18884-73. Настоящий стандарт распространяется на токарные отрезные резцы общего назначения, с углами $\varphi=90^\circ$, $\varphi=100^\circ$, с напаянными пластинами из твердого сплава.						
	Пример условного обозначения							



Токарный проходной отогнутый резец (рис.1)



Токарный отрезной резец (рис.2)

Выводы:

Принял: асс. Желтухин А.В.	Дата:	Подпись:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Выполнил:

Определение зависимости коэффициента усадки от
режима резания.

Студент гр. _____

Длительность - ____ часа.

«____» _____ 20__ г.

Цель работы: *Определить зависимость коэффициента усадки от режима резания.*

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Стружка - это деформированный и отделенный в результате обработки резанием поверхностный слой материала заготовки.

В результате деформации срезаемого металла обычно оказывается, что длина срезанной стружки короче пути, пройденного резцом.

Это явление профессор И. А. Тиме назвал усадкой стружки. При укорочении стружки размеры ее поперечного сечения изменяются по сравнению с размерами поперечного сечения срезаемого слоя металла. Толщина стружки оказывается больше толщины срезаемого слоя, а ширина стружки примерно соответствует ширине среза.

Чем больше деформация срезаемого слоя, тем больше отличается длина стружки от длины пути, пройденного резцом.

Усадку стружки можно характеризовать коэффициентом усадки i , представляющим собой отношение длины пути реза L к длине стружки l :

$$i = \frac{L}{l}; \quad (1)$$

На коэффициент усадки стружки основное влияние оказывают род и механические свойства материалов обрабатываемой детали, передний угол инструмента, толщина срезаемого слоя, скорость резания и применяемая смазочно-охлаждающая жидкость.

Коэффициент усадки стружки не может служить количественным показателем степени деформированности срезаемого слоя. На рис. 1 изображена связь между коэффициентом усадки и относительным сдвигом при различных передних углах инструмента. Хотя с увеличением коэффициента усадки в пределах его значений, встречающихся при применяемых режимах резания, относительный сдвиг при постоянном переднем угле ϕ возрастает, но при различных передних углах одному и тому же коэффициенту усадки соответствует различная величина относительного сдвига.

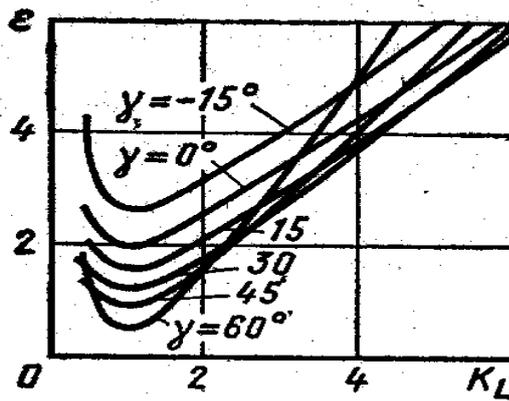


Рис. 1. Связь между относительным сдвигом и коэффициентом усадки стружки при различных передних углах.

Если для оценки степени деформации срезаемого слоя пользоваться коэффициентом усадки стружки, то при $K_L = 1$ можно прийти к выводу, что деформация при резании отсутствует, хотя срезаемый слой и превратился в стружку. Это противоречит элементарным законам механики, а из рис. 1 следует, что при $K_L = 1$ относительный сдвиг не равен нулю, имея тем большую величину, чем меньше передний угол инструмента. Таким образом, коэффициент усадки стружки может являться лишь внешним и только качественным показателем тех деформационных процессов, которые происходят в срезаемом слое.

При резании пластичных материалов коэффициент усадки больше, чем при резании материалов хрупких. Чем прочнее и тверже материал обрабатываемой детали, тем меньше коэффициент усадки.

Влияние переднего угла на коэффициент K_L представлено на рис. 2. По мере увеличения угла γ коэффициент усадки стружки уменьшается, а горбы на кривых $K_L = f(v)$ сглаживаются. Кроме того, чем больше величина переднего угла, тем при большем значении скорости резания кривая K_L достигает вторичного максимума. Последнее вполне естественно, так как при увеличении переднего угла исчезновение нароста происходит при больших скоростях резания. При углах $\gamma > 30^\circ$ скорость резания практически не влияет на коэффициент усадки стружки.

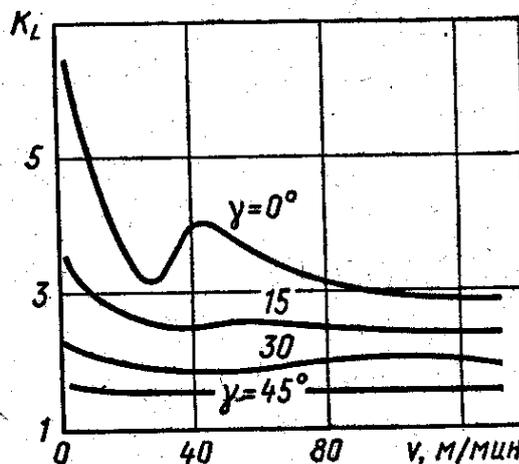


Рис. 2. Влияние переднего угла на K_L при различных скоростях резания.

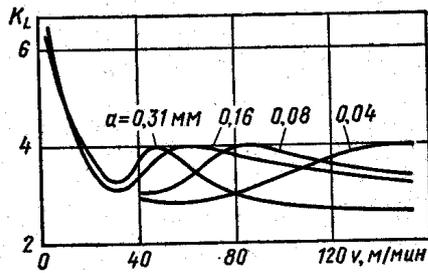


Рис. 3. Влияние толщины срезаемого слоя на KL при различных скоростях резания

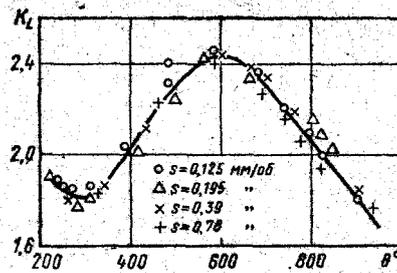


Рис. 4. Влияние температуры резания на KL при разных подачах S

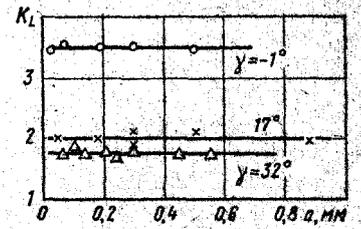


Рис. 5. Влияние толщины срезаемого слоя a на KL при постоянной температуре резания

Для определения коэффициента усадки был применен весовой метод. Длина стружки измерена с помощью гибкой нити, прилегающей к гладкой поверхности куска стружки. Масса стружки найдена взвешиванием на аналитических весах. Учитывая полученные данные, коэффициент усадки рассчитан по формуле:

$$KL = \frac{G}{S \cdot t \cdot lc \cdot \rho}; \quad (2)$$

где G - масса стружки, мг; S - подача, мм/об; ρ - плотность обрабатываемого материала; t - глубина резания, мм:

$$t = \frac{D_1 - D_2}{2}; \quad (3)$$

где D_1 - диаметр обрабатываемой поверхности, мм;
 D_2 - диаметр обработанной поверхности, мм.

Выводы:

Принял: асс. Желтухин А.В.	Дата:	Подпись:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Выполнил:

Определение температуры резания методом естественной термопары при точении.

Студент гр. _____

Длительность - ____ часа.

« ____ » _____ 20 ____ г.

Цель работы: *Ознакомление со способом измерения температуры резания методом естественной термопары, приобретение навыков работы с соответствующими приборами и оборудованием; изучение методики исследования температуры резания и обработки экспериментальных данных*

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При обработке материалов резанием почти вся механическая энергия, затраченная на пластическую деформацию срезаемого слоя и преодоление сил трения по передней и задней поверхностям инструмента, превращается в тепло.

Источниками тепла являются зоны контакта стружки с передней поверхностью режущего инструмента и главной задней поверхности инструмента с обрабатываемой деталью. Эти зоны расположены в непосредственной близости от главной режущей кромки инструмента, поэтому вызывают её интенсивный нагрев и снижение прочностных и режущих свойств, что в значительной мере определяет стойкость инструмента и производительность процесса.

Для того чтобы обеспечить возможность регулирования температуры и назначать в соответствии с этим наиболее производительные режимы обработки, необходимо знать её величину и зависимость от различных условий обработки.

Температура резания измеряется различными методами. Наиболее простым из них является метод естественной термопары, на основании которого измеряется некоторая средняя температура в зоне контакта инструмента с деталью и стружкой.

Естественной термопарой является режущий инструмент и обрабатываемая деталь (рис. 1). Спаром термопары служит зона контакта резца с деталью и стружкой. В цепь «деталь—резец» включается милливольтметр 1, который регистрирует в милливольтках величину термо-ЭДС, возникающей вследствие нагрева спая термопары (зоны контакта) в процессе резания.

Щеточное устройство 2 осуществляет контакт подводящего провода с вращающейся деталью.

Теплота Q в процессе резания образуется в результате:

1. внутреннего трения между частицами обрабатываемого металла в

- процессе деформации $Q_{\text{деф}}$;
2. внешнего трения стружки о переднюю поверхность резца $Q_{\text{п.т.}}$;
 3. внешнего трения поверхности резания и обработанной поверхности о задние поверхности резца $Q_{\text{з.тр.}}$;
 4. отрыва стружки, диспергирования $Q_{\text{дисп.}}$ (образования новых поверхностей);

$$Q = Q_{\text{деф}} + Q_{\text{п.т.}} + Q_{\text{з.тр.}} + Q_{\text{дисп.}} ; \quad (1)$$

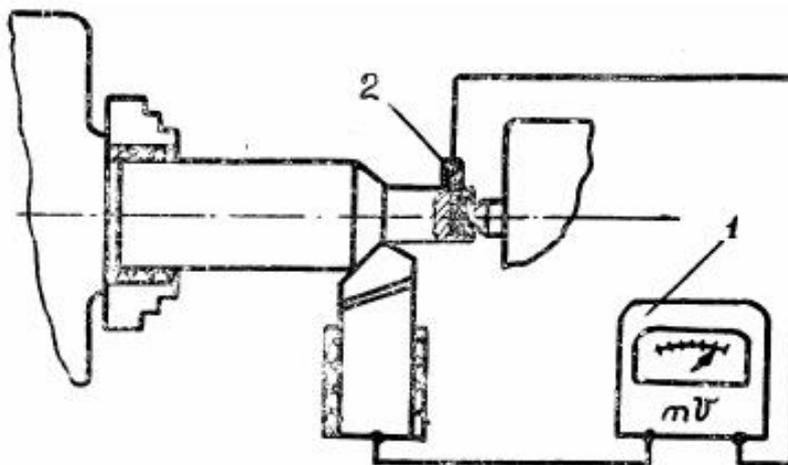


Рис.1. Схема измерения температуры резания методом естественной термопары.

Во избежание возникновения паразитной термо - ЭДС между деталью и щеткой, щетка изготавливается из материала детали. Резец и деталь должны быть изолированы от станка.

С помощью тарировочного графика по известным значениям термо - ЭДС можно определить соответствующую им температуру в месте спая.

В ходе проведения лабораторной работы ставится задача: при заданных условиях найти экспериментальную зависимость температуры резания от параметров режима резания (скорости, подачи и глубины резания).

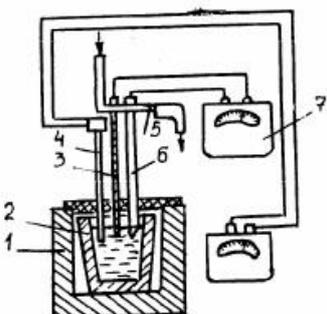
Для этого исследуются зависимости температуры:

- от скорости резания при постоянной подаче и глубине резания;
- от подачи при постоянной скорости и глубине резания;
- от глубины резания при постоянной скорости резания и подаче.

Каждому инструментальному материалу свойственна своя температура теплостойкости, выше которой инструмент теряет режущие свойства. Так, для быстрорежущих сталей температура теплостойкости $\theta^{\circ}\text{T} = 500 \dots 550^{\circ}\text{C}$; для вольфрамокобальтовых твердых сплавов— $700 \dots 800^{\circ}\text{C}$; для титанокобальтовых твердых сплавов— $800 \dots 900^{\circ}\text{C}$ и для минералокерамических твердых сплавов - $1100 \dots 1200^{\circ}\text{C}$.

РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ

1. По исходным данным полученным в результате эксперимента построить тарировочный график (рис.3).
2. Построить график зависимости температуры резания от скорости резания (рис.4).

№	Температура [°C]	Термо ЭДС [mv]	Рис.2. Схема градуировки термопары «резец деталь»	Термо ЭДС [mv]	Значения температуры по тарировочному графику
1.	200				
2.	300				
3.	400				
4.	500				
5.	600				
6.					
7.					

В расплавленную алюминий ванны 2 (рис. 2) опускается естественная термопара, состоящая из стружки обрабатываемого материала 3 и резца 6, и контрольная хромель-алюмелевая термопара 4. Контрольная термопара подсоединяется к милливольтметру, проградуированному в градусах, а естественная термопара — к рабочему милливольтметру 7. К свободным концам термоэлектродов (резца и стружки) припаяна латунная трубка 5, через которую проходит охлаждающая вода, поддерживающая постоянную температуру свободных концов термопары.

По мере нагрева или охлаждения алюминиевой ванны через определенные промежутки времени по показаниям контрольной термопары фиксируется её температура, а параллельно по показаниям рабочего милливольтметра регистрируется термо-ЭДС естественной термопары. На основании полученных данных строится тарировочный график (рис. 3).

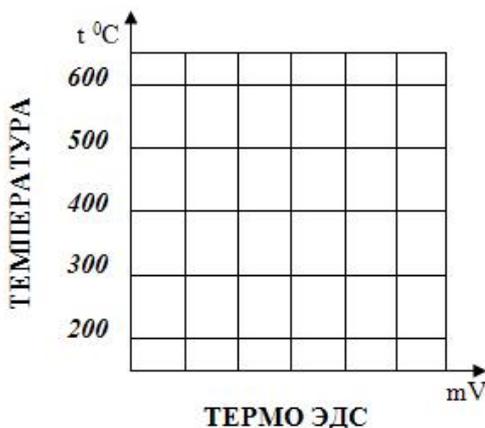


Рис.3. Тарировочный график.



Рис.4. График зависимости температуры резания от скорости резания.

Выводы:

Принял: асс. Желтухин А.В.	Дата:	Подпись:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Выполнил:

Определение зависимости износа токарного резца от времени его работы.

Студент гр. _____

Длительность - ____ часа.

« ____ » _____ 20__ г.

Цель работы: *Определить зависимость износа токарного резца от времени его работы. Изучить виды изнашивания токарных резцов.*

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В процессе работы резцы изнашиваются (затупляются). При малых скоростях резания износ происходит сравнительно медленно и равномерно, при высоких же быстрее.

Износ резцов увеличивается при обработке металлов со шлаковыми включениями, а также неочищенных отливок от песка и поковок от окалины.

На практике полного износа резцов не допускают, так как при заточке чрезмерно изношенного резца приходится снимать толстый слой материала.

В зависимости от материала резца и условий резания допускается различная величина износа. Так, при обработке резцами из быстрорежущей стали изделий из ковкого чугуна, стального литья и катаной стали износ резца по задней грани с применением охлаждения допускается 1,5-2 мм, а без применения охлаждения 0,3-0,5 мм. При черновой обточке серого чугуна износ резца допускается 3-4 мм; при этом резко ухудшается чистота обрабатываемой поверхности.

Для резцов с пластинками из твердого сплава допускается меньший износ. Так, при обточке стали и стального литья износ резца допускается от 0,4 до 1 мм, а при обточке чугуна - в пределах 0,8-1,7 мм.

Признаком допустимого износа резцов при чистовом точении является чрезмерное ухудшение чистоты поверхности, а при точном точении - чрезмерное отклонение размеров изделия по обработанной поверхности.

Стойкость резца определяется временем его работы до такого затупления, при котором недопустимо увеличивается сила резания, ухудшается чистота обработанной поверхности или снижается точность обработки.

Стойкость резца зависит от свойств материала обрабатываемого изделия и резца, величины углов, формы граней и размеров резца, размеров и формы поперечного сечения стружки, скорости резания и применяемого охлаждения.

Повышение твердости и вязкости обрабатываемого металла уменьшает стойкость резца. При этом увеличивается сопротивление отделению стружки, сопровождающееся выделением большого количества тепла, вследствие чего резец, сильно нагреваясь, быстрее изнашивается и затупляется.

На первом месте по стойкости находятся резцы, оснащенные пластинками из твердых сплавов, на втором - резцы из быстрорежущей стали и на третьем - резцы из углеродистой стали. Правильный выбор углов заточки головки резца, особенно переднего угла, заднего угла и главного угла в плане, значительно увеличивает стойкость резца.

Величины углов головки резца выбирают главным образом в зависимости от материалов обрабатываемого изделия и резца. При обработке вязких металлов стойкость резца увеличивается, если на его передней грани у режущей кромки оставить узкую фаску с выточкой неглубокой канавки.

Для обработки твердых сталей следует применять резцы с пластинками твердых сплавов с малым или отрицательным передним углом. Увеличение размеров резца способствует лучшему отводу теплоты от режущей кромки и устраняет его дрожание, в результате чего повышается его стойкость. С увеличением площади поперечного сечения стружки стойкость резца значительно понижается.

Однако при одной и той же площади сечения стружки стойкость резца может повыситься, если увеличить глубину резания и соответственно уменьшить подачу или увеличить ширину стружки и уменьшить ее толщину, а также если уменьшить главный угол в плане.

Повышение скорости резания снижает стойкость резца. Однако применение резцов с пластинками из твердых сплавов с отрицательным передним углом, тщательная доводка резцов, обильное охлаждение и устранение вибраций настолько повышают стойкость резца, что становится возможным работать при высоких скоростях резания.

Под стойкостью инструмента T , понимается время его работы до достижения им определенной величины износа. Чаще всего инструмент и после времени T , остается работоспособным, однако вероятность его отказа становится высокой, неприемлемой для автоматизированного производства.

Любой инструмент в процессе обработки изнашивается, при этом изменяются его геометрические характеристики, влияющие в свою очередь на точность и качество обработки. Например, радиальный износ δ_p токарного резца приводит к увеличению диаметра обрабатываемого вала, и при некотором значении износа, диаметр может выйти за регламентированные пределы.

При «правильном» назначении режимов резания процесс инструмента проявляется как абразивное истирание передней и задней поверхностей инструмента. Зависимость параметра износа δ_p в таком случае обычно имеет вид, представленный на рис. 1.

Тем не менее, фактическая стойкость инструмента - величина случайная, а для каждой режущей пластины график износа свой.

Некоторое устранение влияния износа на точность обработки может быть достигнуто вводом коррекции траекторию движения инструмента. Так после

обработки одной или нескольких деталей, можно измерить величину радиального износа резца, и ввести коррекцию в управляющую программу. Задача технолога - разработать технологию, обеспечивающую точностью и качество обработки. При этом необходимо выбрать такой инструмент и назначить такие режимы резания, при которых отказ (превышение предельного износа или поломка) инструмента в пределах времени T был бы маловероятен.

При этом выделяют три режима работы:

- I - приработка, характеризующая относительно высокой скоростью изнашивания;
- II - нормальная работа, характеризующаяся медленным ростом износа;
- III - зона катастрофического износа в любой момент возможна поломка.

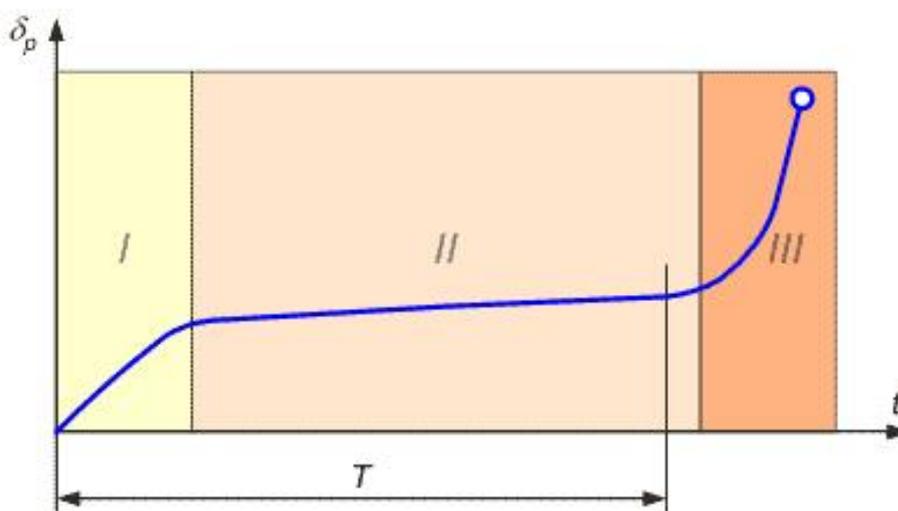


Рис. 1 - Зависимость износа инструмента от времени работы

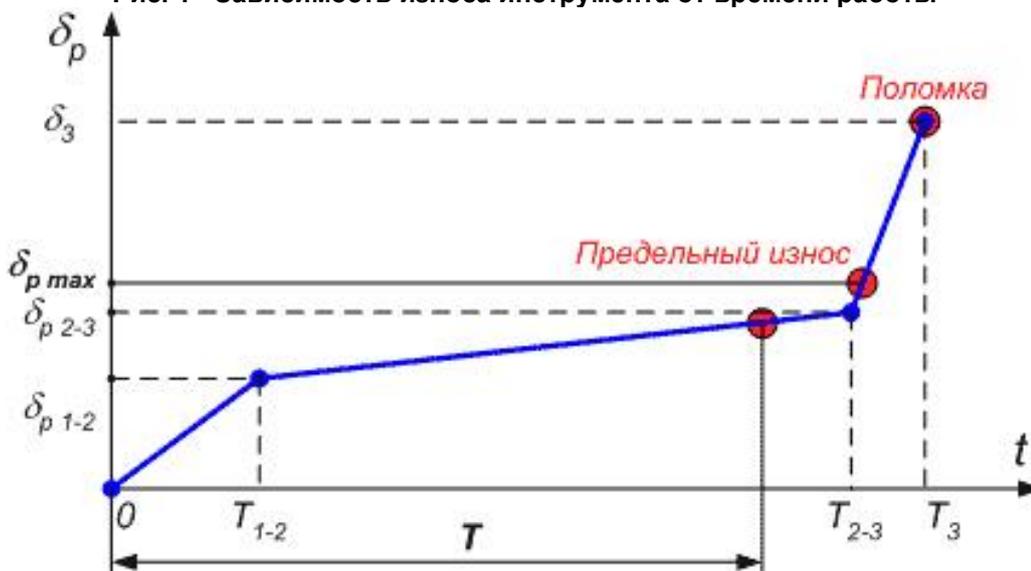


Рис.2. Значения моментов времени смены режимов работы инструмента T_{1-2} , T_{2-3} и момента поломки T_3 , а также значения радиального износа в эти моменты δ_{p1-2} , δ_{p2-3} , δ_3 - есть случайные числа, равномерно распределенные на некоторых интервалах.

Виды износа:

Абразивный износ инструмента заключается в следующем: стружка внедряется в рабочую поверхность инструмента и путем микроцарапаний удаляет металл с этой поверхности. Интенсивность абразивного износа повышается при снижении скорости резания.

Адгезионный износ инструмента происходит в результате схватывания или прилипания трущихся поверхностей и последующего отрыва мельчайших частиц материала инструмента. Результатом этого износа, происходящего при температуре ниже 900 градусов С, являются кратеры на рабочих поверхностях инструмента, образующие при слиянии лунки. Адгезионный износ уменьшается при повышении твердости инструмента.

Диффузионный износ инструмента, происходящий при температуре 900-1200 градусов С, является результатом взаимного растворения металла детали и материала инструмента.

Таблица-1. Виды износа режущего инструмента.

Вид износа	Описание	Причина	Устранение
Лункообразование	Лункообразование локализуется на передней поверхности пластины. Оно возникает из-за химической реакции между материалом заготовки и режущим инструментом и усиливается с ростом скорости резания. Чрезмерное лункообразование ослабляет режущую кромку и может привести к поломке.	Усиленный диффузионный износ из-за слишком высокой температуры на передней поверхности	Уменьшить скорость резания для снижения температуры
Наростообразование	Этот тип износа возникает из-за приваривания стружки в пластичном состоянии к пластине. Наиболее распространён при обработке вязких материалов.	Обрабатываемый материал налипает на пластину, образуя нарост из-за низкой скорости резания.	Увеличить скорость, или подачу охлаждения.
Образование проточин	Износ пластин характеризуется избыточными локализованными повреждениями как на передней, так и на задней поверхностях пластины на уровне глубины резания. Возникает из-за адгезии (наваривание расплавленной стружки) и деформации закалённой поверхности. Распространенный тип износа при обработке нержавеющей стали и жаропрочных сплавов.	Образование проточин.	Выбрать более износостойкую марку сплава или уменьшить скорость резания.

Пластическая деформация	Пластическая деформация имеет место при размягчении материала инструмента. Это происходит тогда, когда температура резания оказывается слишком высокой для определенного сплава.	Слишком высокая температура в зоне резания в сочетании с большими силами резания.	Выбрать более твердый сплав с лучшей стойкостью к пластической деформации, проседание режущей кромки - уменьшить подачу, вдавливание задней поверхности - уменьшить скорость резания.
Термотрещины	Когда температура режущей кромки быстро изменяется с высокой на низкую, то перпендикулярно режущей кромке могут возникать трещины. Термотрещины нередко появляются при прерывистом резании, часто возникают при фрезеровании и усугубляются при использовании СОЖ.		
Сколы на режущих кромках	Сколы на режущих кромках это результат механических перегрузок на растяжение. Перегрузки на растяжение могут возникать по ряду причин, таких как слишком большая глубина резания или слишком высокая подача, твердые включения в материале заготовки, наростообразование, вибрации, чрезмерный износ пластины.		

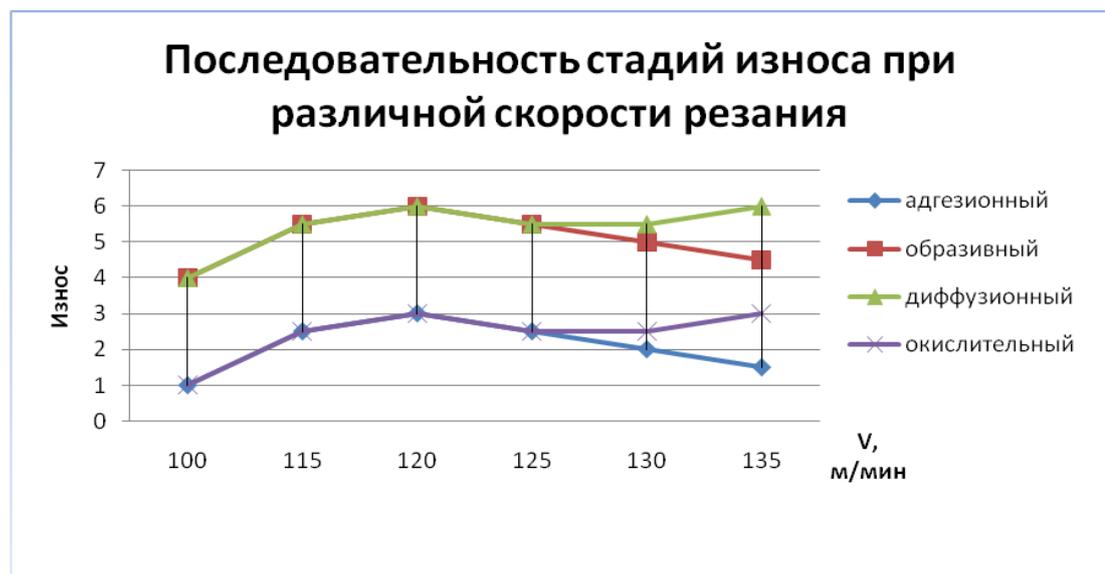


Рис.3. Последовательность стадий износа.

РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ

Дано:

Глубина резания: $t=3 \text{ мм}^{[2]1}$;

Подача: $S=0,6 \text{ мм/об}$;

Скорость резания: $V=197 \text{ м/мин}$;

Марка стали заготовки: сталь 20Х;

Предел прочности $\sigma_s=55 \text{ кг/мм}^2=550 \text{ МПа}$;

НВ=163

Отрезной резец с пластиной из твердого сплава Т5К10;

Рассчитать отрезной резец:

1. на прочность

2. на жёсткость

Определить мощность резания.

Решение:

Мощность резания рассчитывают по формуле (1):

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60}; \quad (1)$$

где P_z - сила резания, Н;

V - скорость резания, м/мин.

Силы резания при отрезании находятся по формуле (2):

$$P_{z(x,y)} = 10 C_p t^x S^y V^n K_p; \quad (2)$$

где C_p - коэффициент, учитывающий условия обработки;

x, y, n - показатели степени;

t - глубина резания, мм;

S - подача, мм/об;

V - скорость резания, м/мин;

K_p - обобщенный поправочный коэффициент, учитывающий изменение условий по отношению к табличным.

$$C_{p_x} = 339 \quad x=1,0 \quad y=0,5 \quad n=-0,4$$

Определяем значения поправочных коэффициентов: $K_p = K_{\mu p} K_{\varphi p} K_{\lambda p} K_{r p} K_{\gamma p}$

$$K_{i \delta_x} = \left(\frac{\sigma_a}{750} \right)^n; \quad n=1$$

$$K_{i \delta_s} = \left(\frac{550}{750} \right)^1 = 0,73.$$

Поправочные коэффициенты, учитывающие геометрию резца,

² Срезаем 2,5 мм, припуск 0,5 оставляем на чистовую обработку.

$$K_{\varphi\delta_o} = 1,17; \quad K_{\gamma\delta_o} = 2; \quad K_{\lambda\delta_o} = 1,07.$$

K_{rp} - учитывается только для резцов из быстрорежущей стали

$$P_x = 10 \cdot C_{p_x} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_{mp_x} \cdot K_{\varphi p_x} \cdot K_{\lambda p_x} \cdot K_{rp_x}; \quad (3)$$

$$C_{p_y} = 243 \quad x=0,9 \quad y=0,6 \quad n=0$$

Определяем значения поправочных коэффициентов: $K_p = K_{\mu p} K_{\varphi p} K_{\lambda p} K_{rp} K_{\eta p}$

$$K_{mp_y} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n; \quad n=1$$

$$K_{mp_y} = \left(\frac{550}{750} \right)^1 = 0,73.$$

Поправочные коэффициенты, учитывающие геометрию резца,

$$K_{\varphi p_y} = 0,5; \quad K_{\gamma p_y} = 2; \quad K_{\lambda p_y} = 0,75.$$

K_{rp} - учитывается только для резцов из быстрорежущей стали

$$P_y = 10 \cdot C_{p_y} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_{mp_y} \cdot K_{\varphi p_y} \cdot K_{\lambda p_y} \cdot K_{rp_y}; \quad (4)$$

$$C_{p_z} = 300 \quad x=1 \quad y=0,75 \quad n=-0,15$$

Определяем значения поправочных коэффициентов: $K_p = K_{\mu p} K_{\varphi p} K_{\lambda p} K_{rp} K_{\eta p}$

$$K_{mp_y} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n; \quad n=0,75$$

$$K_{mp_y} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,75} = 0,79.$$

Поправочные коэффициенты, учитывающие геометрию резца,

$$K_{\varphi p_z} = 0,9; \quad K_{\gamma p_z} = 1,25; \quad K_{\lambda p_z} = 1.$$

K_{rp} - учитывается только для резцов из быстрорежущей стали

$$P_z = 10 \cdot C_{p_z} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_{mp_z} \cdot K_{\varphi p_z} \cdot K_{\lambda p_z} \cdot K_{rp_z}; \quad (5)$$

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} =$$

Выводы:

Принял: асс. Желтухин А.В.	Дата:	Подпись:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Выполнил: _____

Определение зависимости стойкости токарного резца от скорости резания и подачи.

Студент гр. _____

Длительность - ____ часа.

« ____ » _____ 20__ г.

Цель работы: *Определить зависимость стойкости токарного резца от скорости резания и подачи.*

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Стойкостью резца называется период времени, в течение которого износ резца по задней поверхности достигает установленной величины. Стойкость резца выражается в минутах (мин).

Стойкость резца должна быть различной для разных случаев работы. Она определяется заданным режимом резания - скоростью резания (число оборотов), подачей и глубиной резания при прочих равных условиях (материал резца, обрабатываемый материал и др.). Чем меньше стойкость резца, тем чаще производится его переточка, вследствие чего резец сравнительно быстро становится негодным для дальнейшего использования.

С другой стороны, увеличение стойкости резца, которого можно достигнуть лишь понижением скорости резания, подачи или глубины резания, вызывает уменьшение производительности станка.

Многочисленными исследованиями, проведенными к настоящему времени, установлено, что зависимость стойкости от скорости резания носит экстремальный характер. При обработке разных материалов эта зависимость имеет различный вид. Наиболее типичной является зависимость с двумя максимальными значениями стойкости при разных скоростях резания. Такая зависимость показана на рис.1. Здесь стойкость T имеет максимальные значения при скоростях резания v_1 и v_3 .

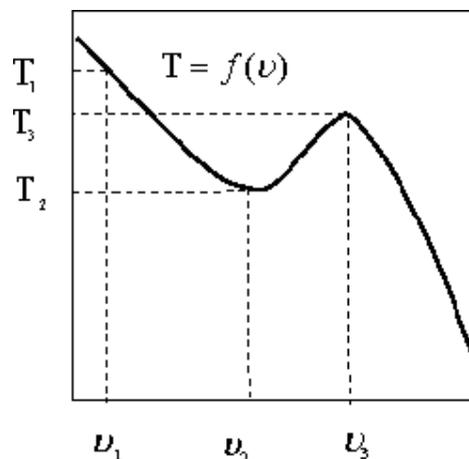


Рис. 1. Зависимость стойкости T режущего инструмента от скорости резания v в широком диапазоне её изменения ($v_1 < v_2 < v_3$).

В ограниченном диапазоне скоростей резания зависимость стойкости режущего инструмента от скорости резания является монотонной, графически выражающейся прямой линией в логарифмических координатах (рис.2).

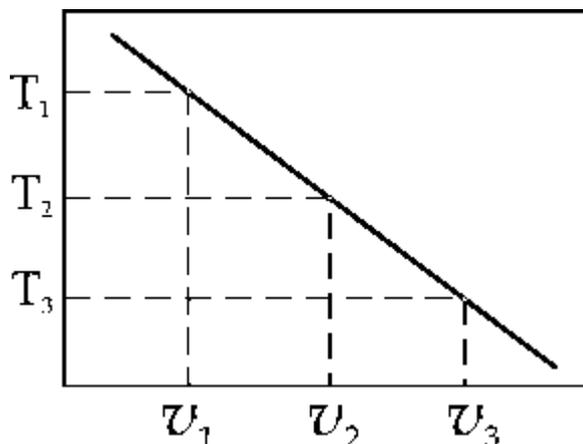


Рис.3. Зависимость стойкости режущего инструмента от скорости резания.

Зависимость стойкости режущего инструмента от скорости резания может быть представлена выражением:

$$T_1^m \cdot v_1 = T_2^m \cdot v_2 = T_3^m \cdot v_3 = Const, \quad (1)$$

$$\text{откуда } v = \frac{C}{T^m} \text{ или } T = \sqrt[m]{\frac{C}{v}}, \quad (2)$$

где: v - скорость резания (м/мин), соответствующая стойкости режущего инструмента T;

T - стойкость режущего инструмента, мин;

C - константа, зависящая от свойств обрабатываемого материала;

m - показатель относительной стойкости.

Величина показателя относительной стойкости изменяется в узких пределах (\approx от 0,15 до 0,35) в зависимости от свойств инструментального материала и вида обработки.

Представленная выше зависимость (2) называется основным законом стойкости.

Эта зависимость является основной частью, всех эмпирических формул, по которым производится расчёт скорости резания для всех видов механической обработки металлов резанием. Оптимальной скоростью резания называется скорость, которая обеспечивает максимальную производительность при наименьшей стоимости обработки.

Формулы, по которым производится расчёт этой оптимальной скорости резания для разных видов обработки резанием имеют различный вид, поскольку в них кроме основного закона стойкости входят остальные (кроме скорости резания) элементы режима резания и другие показатели, характерные для данного вида обработки.

РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ

Как изменится исходная стойкость резца из стали Р18 и резца оснащенного твердым сплавом Т15К6, если скорость резания увеличить на 16 % при прочих равных условиях.

Исходная стойкость резца из стали Р18 составляет 30 мин, а исходная стойкость резца, оснащенного твердым сплавом Т15К6 - 60 мин.

$$\frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{1}{m}} \Rightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\frac{1}{m}}; \quad (3)$$

где V_1 - первоначальная скорость резания (принятая за 100%);

V_2 - изменившаяся скорость резания на 16%, т.е. $V_2 = (100 + n) \cdot 100\%$;

T_1 - период стойкости резца, соответствующий первоначальной скорости резания, (30 мин для резца из быстрорежущей стали, 60 мин - оснащенного твердосплавной пластиной);

T_2 - искомый период стойкости резца, соответствующий изменившейся скорости резания;

m - показатель относительной стойкости, который для резцов из быстрорежущей стали равен 0,125, а для резцов, оснащенных твердосплавной пластиной равен 0,2.

Выводы:

Принял: асс. Желтухин А.В.	Дата:	Подпись:

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов и режущий инструмент. М.: Машиностроение, 1976. 440 с.
2. Боровский Г.В., Григорьев С.Н. Справочник инструментальщика. М.: Машиностроение, 2005. - 576с.
3. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1, М.: Машиностроение, 1985. 656 с.
4. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2, М.: Машиностроение, 1985. 656 с.
5. Коженкова Т.И., Фельдштейн А.Э. Лабораторные работы по резанию металлов - Минск.: Высшая школа, 1985 – 176с.
6. Молчанова Н.Г. Основы теории резания /Конспект лекций/. Ташкент: ТашГТУ, 2001. – 105с.
7. Сайт: <http://stankitokarnie.ru/klassifikaciya-i-materialy-rezcov>
8. Сайт: http://tehinfor.ru/s_3/rezanie.html
9. Сайт:
http://hgtshop.narod.ru/glavnoe_menyu_eksperimentalnye_issledovaniya_fizicheskikh_processov_v_zone_rezaniya_1.opredelenie_velichiny_usadki_struzhki_vesovym_metodom.html
10. Сайт: <http://window.edu.ru/resource/024/29024/files/samiit40.pdf>
11. Сайт: http://hgtshop.narod.ru/teoriya_rezaniya_metallov.html