

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к самостоятельной работе
студентов машиностроительных специальностей

Новополоцк 2014

УДК 621.9.01(075.8)

ББК 34.63-1я73

Одобрены и рекомендованы к изданию методической комиссией машиностроительного факультета в качестве методических указаний (протокол № 8 от 21.04.2014г.)

Кафедра «Технология и оборудование машиностроительного производства»

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.Н. ПОПОК, доктор технических наук, профессор

Е.И. РАКЕЛЬ, магистр технических наук, ассистент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.А. ДАНИЛОВ, доктор технических наук, профессор

А.А. ЛЫСОВ, кандидат технических наук, доцент

Приведены методические указания к самостоятельному выполнению заданий по теории резания. Задания составлены в соответствии с базовой учебной программой дисциплины «Теория резания» для специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и дисциплины «Резание материалов» для специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства». Методические указания и задания могут быть использованы также при проведении практических и лабораторных занятий по данным дисциплинам со студентами машиностроительных специальностей дневной и заочной форм обучения.

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Дисциплины «Теория резания» и «Резание материалов» являются одними из важнейших в цикле специальных дисциплин, изучаемых студентами машиностроительных специальностей. Без усвоения знаний по теории резания невозможно проектирование и расчет металлорежущих станков и технологической оснастки, разработка технологических процессов изготовления изделий, нормирование станочных работ.

Целью самостоятельной работы является усвоение и закрепление теоретических знаний при изучении дисциплин «Теория резания» и «Резание материалов» по учебникам и учебным пособиям.

Задания, включающие две задачи, направлены на изучение студентами главных вопросов теории резания, связанных с влиянием режима резания и геометрических параметров режущих инструментов на кинематические и физические характеристики процесса резания, определение рационального режима резания при различных видах лезвийной обработки поверхностей детали.

Самостоятельная работа включает тестирование по основным вопросам дисциплин (приложение А). Студентам необходимо в отчетных материалах самостоятельной работы привести решение теста согласно своего варианта задания, т.е. выбрать в задании (тесте) правильный ответ.

Варианты заданий выбираются по таблице исходных данных. Номер варианта определяется по двум последним цифрам номера зачетной книжки, причем номер строки в таблице выбирается по предпоследней, а номер столбца - по последней цифре номера зачетной книжки.

При решении задач необходимо пользоваться вышеуказанными учебниками и учебными пособиями, а также справочной литературой и методическими указаниями. Используемые данные должны подтверждаться ссылками на литературные источники с указанием номеров страниц, таблиц и формул.

Материалы самостоятельной работы студента должны быть соответствующим образом оформлены и представлены перед сдачей экзамена по дисциплинам «Теория резания» и «Резание материалов». В начале материалов самостоятельной работы необходимо привести содержание и данные согласно варианту задания. В конце работы необходимо дать перечень использованной литературы (указать фамилию и инициалы автора, наименование источника, издательство, год издания и количество страниц), указать дату выполнения работы и подписать работу.

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

2.1 Цель преподавания дисциплины

В связи с повышением требований к точности и качеству изделий, автоматизацией технологических процессов их изготовления, возрастает роль теории резания. Преподавание дисциплин «Теория резания» и «Резание материалов» направлено на привитие студентам основ знаний о системе резания, о методах оптимизации ее функционирования, о путях управления системой резания, в том числе физическими процессами, об обеспечении надежности процесса резания и режущего инструмента.

2.2 Задачи изучения дисциплины

В соответствии с конечной целью науки о резании металлов – повышением производительности и качества обработки и снижением себестоимости выпуска продукции – студентам необходимо изучить:

- основные понятия, термины и определения теории резания материалов;

- физические основы процесса резания;

- свойства обработанной поверхности детали;

- работоспособность режущего инструмента;

- особенности абразивной и других видов обработки;

- применение смазочно-охлаждающих сред;

- вопросы оптимизации и управления процессом резания.

2.3 Перечень дисциплин с указанием разделов /тем/, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины

№ п/п	Название дисциплины	Раздел темы
1.	Высшая математика	Дифференциальные уравнения, теория вероятностей.
2.	Физика	Термодинамика, теплообмен. Взаимодействие тел.
3.	Соппротивление материалов	Расчет на прочность, пластическая и упругая деформации.
4.	Начертательная геометрия	Описание поверхностей тел, сечения тел.
5.	Теоретическая механика	Кинематика и динамика тел.
6.	Теория механизмов и машин	Силы, трение и износ в механизмах и машинах.
7.	Материаловедение	Инструментальные материалы, термообработка.
8.	Технология конструкционных материалов	Основные понятия о механической обработке, станках и инструментах.

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ /ЛЕКЦИИ/

3.1. Название тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Содержание	Объем часов
1	2	3	4
1.	Введение	Основные тенденции развития машиностроения и механической обработки. Роль обработки резанием среди других видов формообразования деталей. Цели и задачи теории резания. Краткий исторический обзор развития теории и практики резания, тенденции совершенствования обработки материалов резанием. Значение курса теории резания и его место в учебном плане подготовки инженеров машиностроителей.	2
2.	Основные понятия, термины и определения теории резания материалов.	Система и общая схема резания. Движение резания и его элементы. Основные виды обработки резанием, их краткая характеристика. Кинематическая схема резания. Поверхность резания и координатные системы. Геометрические элементы и поверхности заготовки: обрабатываемая и обработанная поверхности, снимаемый и срезаемый слой, сечение среза, его размеры, номинальное и действительное сечение среза при различных видах обработки резанием. Основные части и элементы режущего инструмента. Геометрические параметры режущего лезвия инструмента, их определение. Изменение углов лезвия инструмента.	4
3.	Инструментальные материалы.	Требования, предъявляемые к инструментальным материалам. Основные разновидности металлических и неметаллических инструментальных материалов, их характеристики, маркировка, область применения и направления их совершенствования.	2
4.	Физические основы процесса резания	Механика стружкообразования. Методы изучения процесса пластической деформации и стружкообразования. Виды стружки. Образование сливной стружки. Дислокационный механизм стружкообразования. Зона первичной деформации срезаемого слоя. Поверхности и плоскости скалывания или сдвига. Угол сдвига и текстура стружки. Зона вторичной деформации стружки. Характеристики пластической деформации металла, степень деформации, относительный сдвиг. Влияние различных факторов процесса резания на коэффициенты укорочения, утолщения и уширения стружки, относительный сдвиг. Управление стружкообразованием. Наростообразование при резании. Причины и механизм его образования. Влияние факторов процесса резания на наростообразование. Положительная и отрицательная роль нароста, методы управления наростообразованием. Контактные процессы при резании. Зоны упругого и пластического контакта инструмента со стружкой и заготовкой, нормальные и касательные напряжения по длине контактных зон. Коэффициент трения.	4

5.	Динамика процесса резания.	Сила резания. Схема сил, действующих на контактные поверхности инструмента. Составляющие силы резания. Экспериментальные методы и приборы для определения силы резания. Теоретическое определение силы резания из условия равновесия резца и на базе теории пластического сжатия. Влияние условий обработки на составляющие силы резания. Работа и мощность резания. Колебания в процессе резания. Причины возникновения вынужденных колебаний и автоколебаний и их влияние на систему резания. Влияние различных факторов на амплитуду колебаний.	4
6.	Предварительные сведения о тепловых явлениях при резании.	Источники теплоты в зоне резания и баланс теплоты при резании. Методы определения температуры резания: экспериментальный, аналитический и метод моделирования. Температурное поле и тепловые потоки в системе резания. Влияние параметров обработки на температуру резания. Управление температурой при резании.	2
7.	Работоспособность и отказы режущего инструмента.	Работоспособное состояние инструмента, виды его отказов. Хрупкое разрушение инструмента, физическая природа абразивно-механического, адгезионного и диффузионного изнашивания. Характерные черты износа различных инструментов. Период стойкости инструмента, его зависимость от скорости и других факторов процесса резания. Критерии предельного состояния инструмента. Надежность инструмента и ее показатели. Влияние различных факторов процесса резания на износ и стойкость инструмента.	2
8.	Формирование свойств обрабатываемой поверхности детали в процессе резания.	Физическая природа образования поверхностного слоя обработанной детали в условиях резания. Геометрические и физико-механические характеристики обработанной поверхности детали: шероховатость, наклеп и остаточные напряжения. Формирование шероховатости поверхности при обработке острозаточенным резцом и резцом с радиусом при вершине. Влияние на качество обработки режима резания и геометрических параметров инструмента.	2
9.	Теория процессов абразивной обработки.	Режущая способность абразивного инструмента. Съем материала при абразивной обработке. Прогрессивные высокопроизводительные процессы абразивной обработки: глубинное и скоростное шлифование и др.	2
10.	Применение смазочно-охлаждающих средств.	Разновидности и характеристика смазочно-охлаждающих средств. Смазочное, охлаждающее и моющее действие СОЖ. Виды смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ). Методы подачи СОЖ в зону резания.	2
11.	Особенности обработки резанием различных материалов.	Понятие обрабатываемости резанием как технологического свойства материала. Основные показатели обрабатываемости. Особенности обработки труднообрабатываемых материалов и сплавов, а также неметаллических и композиционных материалов. Пути улучшения обрабатываемости резанием.	2
12.	Оптимизация процесса резания.	Постановка задачи оптимизации, оптимизация одноцелевая и многоцелевая, детерминированная и стохастическая. Математическая модель оптимизации. Критерии оптимальности и технологические ограничения. Приближенное решение задачи оптимизации режима реза-	4

		ния с использованием нормативов и расчетных зависимостей. Особенности расчета режима резания в автоматизированном производстве.	
13.	Особенности управления процессом резания в автоматизированном производстве.	Процесс резания как взаимодействие элементов технологической системы. Надежность процесса резания и пути ее повышения в условиях автоматизированного производства. Автоматическое управление процессом резания.	4

3.2.Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

№ п/п	Наименование	Объем в часах
1.	Виды обработки резанием	4
2.	Основные элементы и геометрические параметры режущих инструментов	4
3.	Деформация срезаемого слоя	4
4.	Стружкообразование и стружкодробление при обработке ротационным инструментом	4
5.	Силы резания	4
6.	Температура резания	4
7.	Влияние элементов режима резания и геометрических параметров лезвия на износ режущего инструмента	4
8.	Определение рационального режима резания	4

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Основная литература

1. Ящерицын П. И. Теория резания: учебник / П. И. Ящерицын, Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. – Минск: Новое знание, 2005. – 512 с.
2. Ящерицын П.И., Еременко М.Л., Фельдштейн Е. Э. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: Учеб. для вузов. - Минск: Выш. шк. 1990. - 512 с.
3. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. М.: Машиностроение. 1975 – 344 с.
4. Попок Н.Н. Теория резания: учеб.-метод. комплекс для студентов машиностроительных специальностей / Н. Н. Попок. – Новополоцк: ПГУ, 2005. – 240 с.
5. Попок Н. Н. Теория резания: учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей / Н. Н. Попок. – Новополоцк: ПГУ, 2006. – 228 с.
6. Грановский Г. И., Грановский В. Г. Резание металлов: учеб. для машиностроительных специальностей вузов / Г. И. Грановский, В. Г. Грановский. - М.: Высш. шк., 1985 - 304 с.
7. Старков В.К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве. - М.: Машиностроение. 1989 - 296 с.
8. ГОСТ 25762-83. Обработка резанием.
9. ГОСТ 25761-83. Виды обработки резанием.
10. ГОСТ 25751-83. Инструменты режущие.
11. Попок Н.Н. Мобильная реорганизация машиностроительного производства. – Минск: УП «Технопринт» 2001 – 396 с.

4.2. Методические указания

1. Попок Н.Н. Иллюстративный материал к курсу лекций «Теория резания, тепловые процессы в технологических системах» для студентов специальности 1201 и 1202. Часть 1. Теория резания. Кинематика процесса, геометрические параметры инструмента и заготовки. Новополоцк, НПИ, 1990 г. – 24 с.
2. Попок Н.Н. Иллюстративный материал к курсу лекций «Теория резания, тепловые процессы в технологических системах» для студентов специальности 1201 и 1202. Часть 2. Инструментальные материалы. Пластическая деформация, трение и кинетика явления при резании. Динамика резания. Новополоцк, НПИ, 1992 г. – 16 с.
3. Попок Н.Н. Иллюстративный материал к курсу лекций «Теория резания, тепловые процессы в технологических системах» для студентов специальности 1201 и 1202. Часть 3. Тепловые процессы в технологи-

ских системах, теплофизика резания. Изнашивание, стойкость и прочность режущих инструментов. Качество обработанной поверхности детали. Новополоцк, НПИ, 1993 г. – 16 с.

4. Попок Н.Н. Иллюстративный материал к курсу лекций «Теория резания, тепловые процессы в технологических системах» для студентов специальности 1201 и 1202. Часть 4. Обработка резанием как система. Функционирование системы резания. Комбинированные виды механической обработки. Новополоцк, НПИ, 1993 г. – 8 с.

5. Попок Н.Н. Теория резания. Ч.1. Кинематика, геометрия, стружкообразование и динамика процесса резания: курс лекций / Попок Н.Н. – Новополоцк: ПГУ, 1996. – 108 с.

6. Попок Н.Н. Теория резания. Ч.2. Тепловые явления, изнашивание режущего инструмента, качество обрабатываемой поверхности, комбинированные виды обработки, оптимизация функционирования системы резания: курс лекций / Попок Н.Н. – Новополоцк: ПГУ, 2005. – 116 с.

7. Попок Н.Н. Задания на контрольные работы курса «Теория резания» для студентов-заочников спец. 0501: методические указания / Попок Н.Н. – Новополоцк: НПИ, 1984 г. – 11 с.

8. Попок Н.Н. «Стружкообразование и стружкодробление при обработке ротационным инструментом» по курсу «Теория резания»: методические указания / Данилов В.А., Попок Н.Н. – Новополоцк: НПИ, 1984. – 16 с.

9. Попок Н.Н. «Основные виды обработки резанием» по курсу «Теория резания»: методические указания / Попок Н.Н. – Новополоцк: НПИ, 1985. – 19 с.

10. Попок Н.Н. «Влияние элементов режима резания и геометрических параметров лезвия на износ режущего инструмента» по курсу «Теория резания»: методические указания / Попок Н.Н. – Новополоцк: НПИ, 1987. – 12 с.

11. Попок Н.Н. «Основные элементы и геометрические параметры режущих инструментов» по курсу «Теория резания»: методические указания / Попок Н.Н. – Новополоцк: НПИ, 1991. – 21 с.

12. Попок Н.Н. «Деформация срезаемого слоя» по курсу «Теория резания»: методические указания / Попок Н.Н. – Новополоцк: НПИ, 1992. – 8 с.

13. Попок Н.Н. «Силы резания» по курсу «Теория резания»: методические указания / Попок Н.Н. – Новополоцк: НПИ, 1993. – 12 с.

14. Попок Н.Н. «Виды обработки резанием» по курсу «Теория резания» для студентов машиностроительных специальностей: методические указания / Попок Н.Н., Сидикевич А.В. – Новополоцк: ПГУ, 2006. – 39 с.

15. Попок Н.Н. Контрольные работы по дисциплине «Теория резания» для студентов машиностроительных специальностей заочной формы

обучения: методические указания / Попок Н.Н. – Новополоцк: ПГУ, 2006. – 15 с.

16. Попок Н.Н. Контрольные работы по дисциплине «Тепловые процессы в технологических системах» для студентов машиностроительных специальностей заочной формы обучения: методические указания / Попок Н.Н. – Новополоцк: ПГУ, 2008. – 15 с.

17. Попок Н.Н. «Влияние режима резания на температуру резания» по дисциплинам «Теория резания» и «Тепловые процессы в технологических системах» для студентов машиностроительных специальностей: методические указания / Попок Н.Н. – Новополоцк: ПГУ, 2009. – 12 с.

18. Арбузов В.И. Мрочек Ж.А., Попок Н.Н., Хейфец М.Л. Программно-информационное обеспечение автоматизации подготовки производства. Учеб. пособ. Минск, БГПА, 1998. – 77 с.

5. ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

Задача 1. Определить влияние на изменение кинематических, геометрических и физических показателей процесса резания (табл. 1) параметров обработки - глубины резания t , подачи S_o и скорости резания v (табл. 2); переднего угла γ , заднего угла α , главного угла в плане φ , вспомогательного угла в плане φ_1 , угла наклона режущей кромки λ и радиуса вершины лезвия r_ϵ (табл. 3) при обтачивании цилиндрической поверхности детали из стали 45 (ГОСТ 1050) на токарно-винторезном станке модели 16К20.

Таблица 1. Показатели и параметры процесса резания

№ п/п	Наименование показателя	Основные параметры
1	2	3
1	Кинематический	Частота вращения детали n_d и подача инструмента S_u
2	Геометрический срезаемого слоя	Толщина a , ширина b , площадь f
3	Геометрический лезвия инструмента	Передний γ_c и задний α_c углы при установке инструмента выше или ниже оси центров детали на величину h_y
4	Деформационный	Коэффициент утолщения K_a или укорочения K_l стружки и относительный сдвиг ϵ
5	Динамический	Составляющие силы резания P_z, P_y, P_x и мощность резания N
6	Вибрационный	Амплитуда автоколебаний A
7	Тепловой	Температура резания θ и количество тепла Q
8	Изнашивания	Износ лезвия h_u и стойкость инструмента T
9	Качественный	Шероховатость поверхности детали R_a или R_z , наклеп H и остаточные напряжения σ
10	Обрабатываемости	Коэффициент обрабатываемости материала резанием K_o

Таблица 2. Значения параметров режима резания

№ столбца \ № строки	0 - 9		
	t , мм	S_o мм/об	v , м/мин
0-4	0,5	0,1	10
	1	0,2	20
	1,5	0,3	30
	2	0,4	40
	2,5	0,5	50
5-9	3	0,6	60
	3,5	0,7	70
	4	0,8	80
	4,5	0,9	90
	5	1	100

Таблица 3. Изменения геометрических параметров лезвия режущего инструмента

№ столбца \ № строки	0 - 9						
	γ^0	α^0	φ^0	φ_1^0	λ^0	$r_g, \text{ мм}$	$h_y, \text{ мм}$
0-4	0	12	50	50	0	1,2	2
	2	14	60	60	5	1,4	4
	4	16	70	70	10	1,6	6
	6	18	80	80	15	1,8	8
	8	20	90	90	20	2	10
5-9	-10	5	0	0	-20	0,5	2
	-5	10	15	15	-10	1	4
	0	15	30	30	0	1,5	6
	5	20	45	45	10	2	8
	10	25	60	60	20	2,5	10

При решении задачи № 1 необходимо рассчитать (пункты 1,2,3,10 из табл. 1) [2].

частоту вращения детали:

$$n_d = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_d}, \quad (2.1)$$

минутную подачу:

$$S_M = S_0 \cdot n, \quad (2.2)$$

толщину сечения срезаемого слоя:

$$a = S_0 \cdot \sin \varphi, \quad (2.3)$$

ширину сечения срезаемого слоя:

$$b = \frac{t}{\sin \varphi}, \quad (2.4)$$

Площадь сечения срезаемого слоя:

$$f = a \cdot b, \quad (2.5)$$

статический главный передний угол:

$$\gamma_c = \gamma \pm \mu, \quad (2.6)$$

статический главный задний угол:

$$\alpha_c = \alpha \pm \mu, \quad (2.7)$$

где $\mu = \arcsin\left(\frac{2 \cdot h_y}{D_0}\right)$ – угол установки резца выше или ниже оси центров детали, и представить полученные результаты расчетов в виде таблицы 4.

Таблица 4. Данные расчетов

№ столбца \ № строки	0-9						
	$n_d, \text{ мин}^{-1}$	$S_M \text{ мм/мин}$	$a, \text{ мм}$	$b, \text{ мм}$	$f, \text{ мм}^2$	γ_c^*	α_c^*
0 - 4							
5 - 9							

* по данным таблицы 3 и 8

Влияние режима резания и геометрических параметров лезвия режущего инструмента на показатели процесса резания необходимо представить в виде графических зависимостей (п.4,5,6,7,8,9 из табл. 1) и описания характера изменения кривых графиков со ссылками на литературные источники [2]. Характер зависимостей также может быть объяснен приведением соответствующих формул и численных значений коэффициентов и показателей степеней в них. Например,

силы резания:

$$P = C_p \cdot t^{X_p} \cdot S^{Y_p} \cdot v^{Z_p} \cdot K_p, \quad (2.8)$$

мощности резания:

$$N = \frac{P \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (2.9)$$

количества теплоты:

$$Q = P \cdot v, \quad (2.10)$$

стойкости инструмента:

$$T = \frac{C_T \cdot K_T}{v^{m_T} \cdot S^{Y_T} \cdot t^{X_T}}, \quad (2.11)$$

высоты неровностей:

при обработке острозаточенным резцом:

$$h = S_0 \cdot \frac{\operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \varphi_1}{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \varphi_1}, \quad (2.12)$$

при обработке резцом с радиусом вершины:

$$h = \frac{S_0^2}{8 \cdot r_0}, \quad (2.13)$$

коэффициента обрабатываемости:

$$K_0 = \frac{v}{v_0}, \quad (2.14)$$

где C_p, C_T - постоянные коэффициенты, учитывающие свойства обрабатываемого материала;

K_p, K_T - коэффициенты, учитывающие отличие условий обработки от тех условий, при которых были получены формулы;

t, S и v - соответственно глубина резания, подача и скорость резания;

S_0 - подача на оборот;

v_0 - скорость резания материала-эталона;

φ и φ_1 - главный и вспомогательный углы в плане;

r_0 - радиус вершины резца.

Задача 2. Рассчитать рациональные значения глубины резания t , подачи S_o и скорости резания v при различных видах лезвийной обработки поверхностей деталей (табл. 5) из различных материалов (табл. 6).

Таблица 5. Вид лезвийной обработки

№ столбца	0 - 9
№ строки	
0 - 1	Обточить цилиндрическую поверхность
2 - 3	Сверлить отверстие
4 - 5	Зенкеровать отверстие
6 - 7	Развернуть отверстие
8 - 9	Фрезеровать плоскую поверхность

Таблица 6. Обрабатываемый материал

№ столбца	0 - 9
№ строки	
0	Сталь 3, $\sigma_B = 460$ мПа
1	Сталь 45, $\sigma_B = 610$ мПа
2	Сталь 40X, $\sigma_B = 700$ мПа
3	Чугун СЧ 25, НВ 200
4	Чугун СЧ 30, НВ 220
5	Сталь 3, $\sigma_B = 460$ мПа
6	Сталь 45, $\sigma_B = 610$ мПа
7	Сталь 40X, $\sigma_B = 700$ мПа
8	Чугун СЧ 25, НВ 200
9	Чугун СЧ 30, НВ 220

При решении задачи № 2 расчет режима резания осуществляется в следующей последовательности:

1. Выбор марки инструментального материала и геометрических параметров лезвия производится в зависимости от обрабатываемого материала, вида обработки и требуемой шероховатости по справочнику [3].

2. Определение глубины резания производится чаще всего как полуразность диаметров в среднем машиностроении и как общий припуск, снимаемый за несколько проходов, в тяжелом машиностроении.

3. Определение рациональной подачи производится

по прочности механизма подачи станка:

$$S_1 \leq y_{pz} \sqrt{\frac{Q_{дон}}{C_{px} \cdot t^{x_{px}} \cdot K_{vx} \cdot K_{pz}}}, \quad (2.15)$$

по прочности резца:

$$S_2 \leq y_{py} \sqrt{\frac{[\sigma]_u \cdot B \cdot H^2}{6 \cdot C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{vz} \cdot K_{pz} \cdot l}}, \quad (2.16)$$

по жесткости резца:

$$S_3 \leq y_{py} \sqrt{\frac{[f] \cdot E \cdot B \cdot H^2}{4 \cdot C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{vz} \cdot K_{pz} \cdot l^3}}, \quad (2.17)$$

по прочности изделия:

$$S_4 \leq y_{py} \sqrt{\frac{0,1 \cdot D_\delta^3 \cdot [\sigma]_u}{C_{py} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{vz} \cdot K_{pz} \cdot K \cdot l}}, \quad (2.18)$$

по жесткости изделия:

$$S_5 \leq y_{py} \sqrt{\frac{0,05 \cdot K \cdot E \cdot D_\delta^4 \cdot [f]}{C_{py} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{vz} \cdot K_{pz} \cdot l^3}}, \quad (2.19)$$

по шероховатости обработанной поверхности детали:
для острозаточенного резца:

$$S_6 \leq R_z \cdot \frac{tg \varphi + tg \varphi_1}{tg \varphi \cdot tg \varphi_1}, \quad (2.20)$$

для резца с радиусом вершины:

$$S_6 \leq \sqrt{8 \cdot r_g \cdot R_z}, \quad (2.21)$$

где Q_{oon} - усилие, допускаемое прочностью деталей механизмов подачи станка, выбирается из паспорта станка (приложение Б);

t - глубина резания;

$C_{px}, C_{py}, C_{pz}, K_{vx}, K_{vy}, K_{vz}, K_{px}, K_{py}, K_{pz}$ - поправочные коэффициенты (выбираются по справочнику [3] и приложению В);

$X_{px}, X_{py}, X_{pz}, Y_{px}, Y_{py}, Y_{pz}$ - дробные показатели степени (выбираются по справочнику [3]);

$[\sigma]_u$ - допускаемое напряжение изгиба ($[\sigma]_u = 20$ кг/мм² – для конструкционной стали);

$[f]$ - допускаемая стрела прогиба (при черновом точении $[f] = 0,1$ мм, при чистовом точении $[f] = 0,5$ мм);

B и H - ширина и высота державки резца;

D_δ - диаметр детали;

l - расстояние от точки приложения силы до рассматриваемого сечения;

E - модуль упругости;

K - коэффициент, учитывающий способ закрепления обрабатываемого изделия на станке ($K = 1$ – крепление в патроне, $K = 3/16$ – крепление в патроне с поджимом центром задней бабки, $K = 1/4$ – крепление в центрах);

R_z - значение параметра шероховатости;

φ - главный угол в плане;

φ_1 - вспомогательный угол в плане;

r_g - радиус вершины резца.

Из полученных шести значений подач выбирается наименьшее значение и согласовывается с паспортом станка.

4. Определение рациональной скорости резания осуществляется исходя из среднего периода стойкости инструмента T :

$$v_1 = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^{X_v} \cdot S^{Y_v}}, \quad (2.22)$$

$$n_1 = \frac{100 \cdot C_v \cdot K_v}{\pi \cdot D_0 \cdot T^m \cdot t^{X_v} \cdot S^{Y_v}}, \quad (2.23)$$

из мощности на шпинделе станка N :

$$n_2 = \frac{716200 \cdot 1,36 \cdot 2 \cdot N}{C_{Pz} \cdot S^{Y_{Pz}} \cdot K_{gz} \cdot D_0} \quad (2.24)$$

Значение среднего периода стойкости инструмента, коэффициентов и показателей степени, входящих в формулы (2.22)...(2.24), выбираются по справочнике [3] и приложению В, а мощность на шпинделе – из паспорта станка по приложению Б. Из двух значений частоты вращения n_1 и n_2 выбирается меньшее значение и согласовывается с паспортом станка.

Последовательность в назначении элементов режима резания для различных видов лезвийной обработки (обтачивание, сверление, зенкерование, развёртывание, фрезерование и т.д.) примерно одинаковая.

Исходные данные к задаче 2 выбираются по табл. 4,5,7...12.

Таблица 7. Длина заготовки

№ столбца / № строки	0 - 4		5 - 9	
	0 - 4	150 мм	200 мм	5 - 9

Таблица 8. Диаметры заготовки D_3 и детали D_0

№ столбца / № строки	0 - 9	
	D_3	D_0
0	60	50H12
1	70	62H11
2	80	74H11
3	90	86H10
4	100	98H10
5	60	50H9
6	70	62H9
7	80	74H8
8	90	86H8
9	100	98H8

Таблица 9. Метод крепления заготовки

№ столбца	0 - 9
№ строки	
0 - 2	В патроне
3 - 4	В патроне с поджимом центром задней бабки
5 - 9	В центрах

Таблица 10. Шероховатость обработанной поверхности детали

№ столбца	0 - 4	5 - 9
№ строки		
0 - 4	$R_z 80$	$R_z 40$
5 - 9	$R_a 3,2$	$R_a 1,6$

Таблица 11. Размеры обрабатываемой поверхности (диаметр D отверстия, длина L отверстия или плоскости, ширина B плоскости) и глубина резания t .

№ столбца	0 - 1	2 - 3	4 - 5	6 - 7	8 - 9
№ строки					
0 - 1	$D = 20 \text{ H11}$ $L = 100$	$D = 30 \text{ H11}$ $L = 150$	$D = 35 \text{ H11}$ $L = 100$	$D = 40 \text{ H12}$ $L = 200$	$D = 50 \text{ H12}$ $L = 150$
2 - 3	$D = 20 \text{ H11}$ $L = 100$ $t = 2,5$	$D = 30 \text{ H11}$ $L = 150$ $t = 5$	$D = 35 \text{ H11}$ $L = 100$ $t = 5$	$D = 40 \text{ H11}$ $L = 200$ $t = 2,5$	$D = 50 \text{ H11}$ $L = 150$ $t = 10$
4 - 5	$D = 20 \text{ H11}$ $L = 100$ $t = 2,5$	$D = 30 \text{ H11}$ $L = 150$ $t = 5$	$D = 35 \text{ H11}$ $L = 100$ $t = 5$	$D = 40 \text{ H11}$ $L = 200$ $t = 2,5$	$D = 50 \text{ H11}$ $L = 150$ $t = 3$
6 - 7	$D = 12 \text{ H7}$ $L = 50$ $t = 0,2$	$D = 20 \text{ H7}$ $L = 100$ $t = 0,25$	$D = 30 \text{ H8}$ $L = 80$ $t = 0,3$	$D = 40 \text{ H8}$ $L = 150$ $t = 0,35$	$D = 35 \text{ H9}$ $L = 100$ $t = 0,3$
8 - 9	$B = 100$ $L = 500$ $t = 4$	$B = 200$ $L = 600$ $t = 5$	$B = 300$ $L = 400$ $t = 5$	$B = 150$ $L = 800$ $t = 10$	$B = 200$ $L = 400$ $t = 3$

Таблица 12. Шероховатость обработанной поверхности детали

№ столбца	0 - 1	2 - 3	4 - 5	6 - 7	8 - 9
№ строки					
0 - 1	$R_z 40$				
2 - 3	$R_a 3,2$				
4 - 5	$R_a 3,2$				
6 - 7	$R_a 0,8$	$R_a 0,8$	$R_a 0,8$	$R_a 0,4$	$R_a 0,4$
8 - 9	$R_a 3,2$	$R_z 40$	$R_z 40$	$R_z 80$	$R_a 3,2$

6. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ

Пример 1

Задача 1. Определить влияние на изменение кинематических, геометрических и физических показателей процесса резания, глубины резания t , подачи S и скорости резания v (таблица 1); переднего угла γ , заднего угла α , главного угла в плане φ , вспомогательного угла в плане φ_1 , угла наклона режущей кромки λ и радиуса вершины r_B (таблица 2) при обтачивании цилиндрической детали из стали 45 ГОСТ 1050 на токарно-винторезном станке мод. 16К20.

Таблица 1 Заданные значения режима резания

t , мм	S , мм/об	v , м/мин
0,5	0,1	10
1	0,2	20
1,5	0,3	30
2	0,4	40
2,5	0,5	50

Таблица 2 Заданные изменения геометрических параметров лезвия режущего инструмента

$\gamma, ^\circ$	$\alpha, ^\circ$	$\varphi, ^\circ$	$\varphi_1, ^\circ$	$\lambda, ^\circ$	$r_B, ^\circ$	h_y , мм	
0	12	50	50	0	1.2	2	Выше
2	14	60	60	5	1.4	4	
4	16	70	70	10	1.6	6	
6	18	80	80	15	1.8	8	
8	20	90	90	20	2	10	

1. Влияние глубины резания t , подачи S и скорости резания v ; переднего угла γ , заднего угла α , главного угла в плане φ , вспомогательного угла в плане φ_1 , угла наклона режущей кромки λ и радиуса вершины r_B на кинематические показатели n_D и $S_{мин}$.

Частота вращения детали

$$n_D = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_0},$$

где v - заданная скорость резания;

D_0 - диаметр исходной заготовки

Примем диаметр заготовки $D_0 = 60$ мм;

Тогда, подставляя данные в исходные формулы, получим:

$$n_D = \frac{1000 \cdot 10}{3.14 \cdot 60} = 53 \text{ мин}^{-1}$$

Подача в минуту:

$$S_m = S_0 \cdot n = 0.1 \cdot 53 = 5,3 \text{ мм/мин}.$$

Толщина сечения срезаемого слоя:

$$a = S_0 \cdot \sin \varphi = 0,1 \cdot \sin 50^\circ = 0,08 \text{ мм}.$$

Ширина сечения срезаемого слоя:

$$b = t / \sin \varphi = 0,5 / \sin 50^\circ = 0,65 \text{ мм}$$

Площадь сечения срезаемого слоя:

$$f = a \cdot b = 0,08 \cdot 0,653 = 0,05 \text{ мм}^2$$

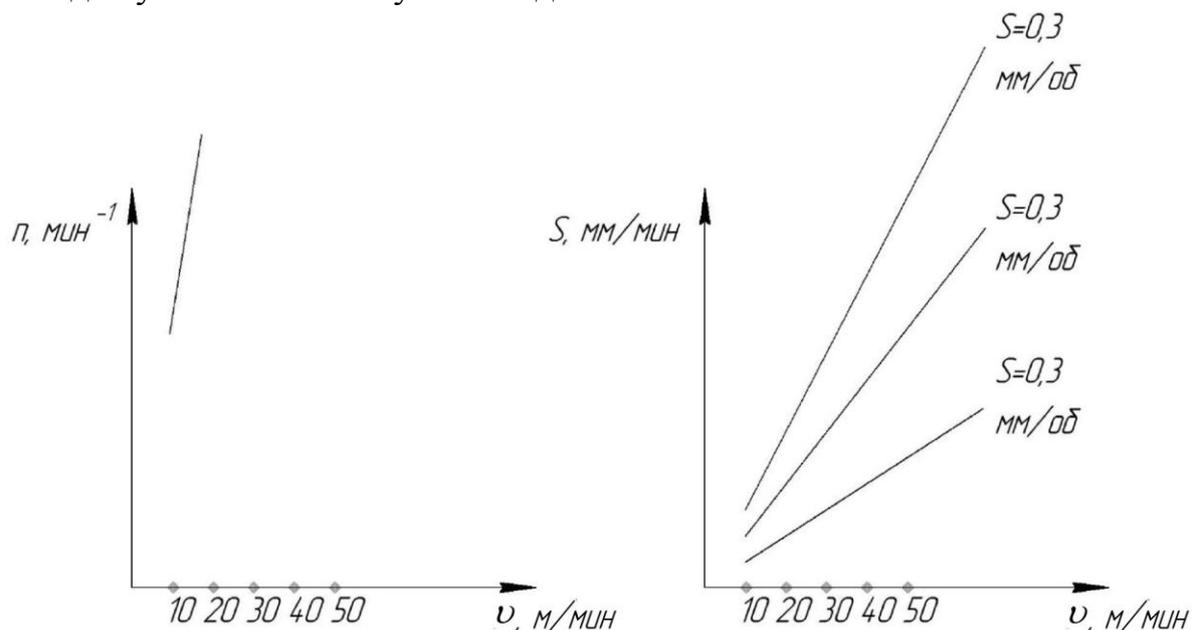
Статический главный задний угол

$$\mu = \arcsin\left(\frac{2 \cdot h_y}{D_d}\right) = \arcsin\left(\frac{4}{60}\right) = 3,8^\circ$$

$$\gamma_c = \gamma + \mu = 2 + 3,8 = 5,8^\circ$$

Согласно расчетам по формулам $n_d = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_d}$, $S_m = S_o \cdot n$, представлен-

ным в виде графиков, можно сделать вывод, что при увеличении скорости вращения заготовки увеличивается частота вращения, как следствие, происходит увеличение минутной подачи.



На статический главный передний и задний углы главным образом влияет установка инструмента выше или ниже линии центров и диаметр исходной заготовки.

2. Влияние глубины резания t , подачи S и скорости резания v ; переднего угла γ , заднего угла α , главного угла в плане φ , вспомогательного угла в плане φ_1 , угла наклона режущей кромки λ и радиуса вершины r_B на геометрические показатели срезаемого слоя a и b .

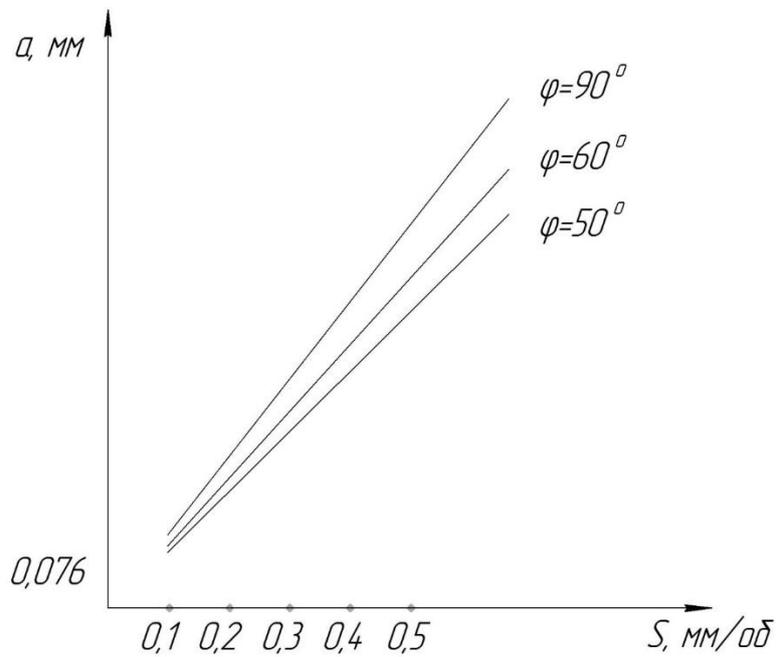
Приведем основные формулы определения ширины и толщины срезаемого слоя:

$$a = S_o \cdot \sin \varphi; b = t / \sin \varphi; f = a \cdot b,$$

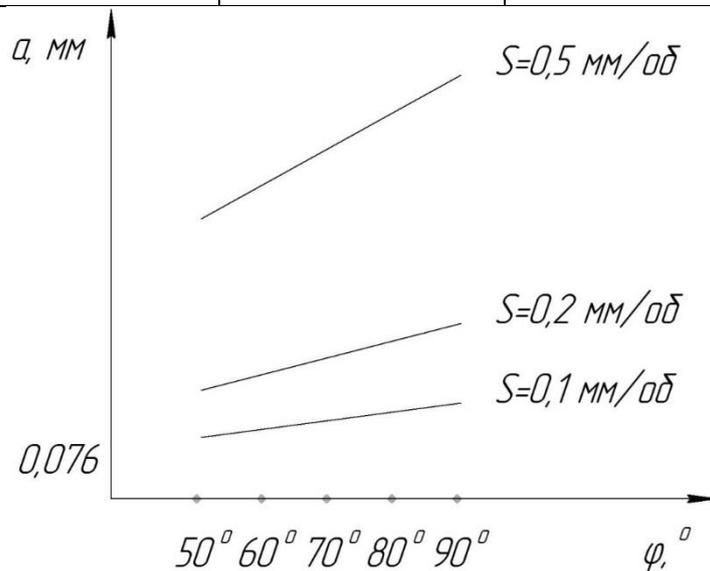
$$f = a \cdot b = S_o \cdot \sin \varphi \cdot t / \sin \varphi = S_o \cdot t$$

Из них видно, что на геометрические показатели срезаемого слоя a и b влияют в основном глубина резания, подача, угол φ . Проведем некоторые расчеты для получения крайних точек графиков и приведем графики зависимостей ширины и глубины срезаемого слоя от этих показателей.

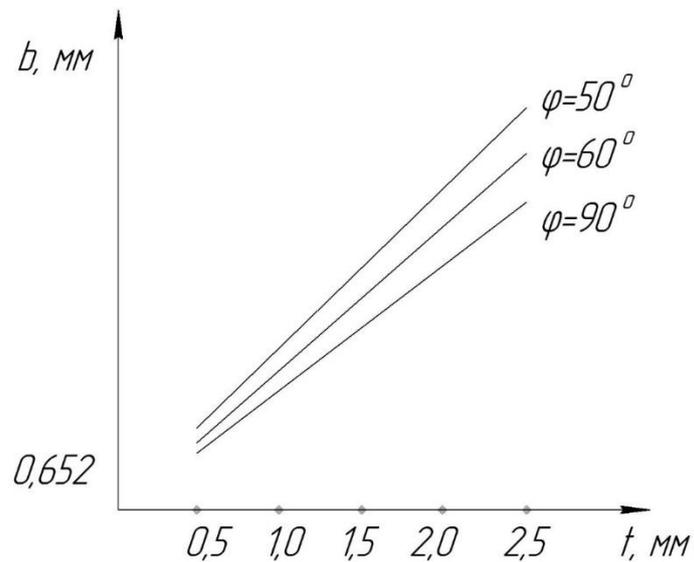
$\varphi = 50^\circ$	$\varphi = 60^\circ$	$\varphi = 90^\circ$
$S_o=0,1; a=0,076$	$S_o=0,1; a=0,086$	$S_o=0,1; a=0,1$
$S_o=0,2; a=0,153$	$S_o=0,2; a=0,173$	$S_o=0,2; a=0,2$
$S_o=0,3; a=0,23$	$S_o=0,3; a=0,26$	$S_o=0,3; a=0,3$
$S_o=0,4; a=0,31$	$S_o=0,4; a=0,35$	$S_o=0,4; a=0,4$
$S_o=0,5; a=0,383$	$S_o=0,5; a=0,43$	$S_o=0,5; a=0,5$



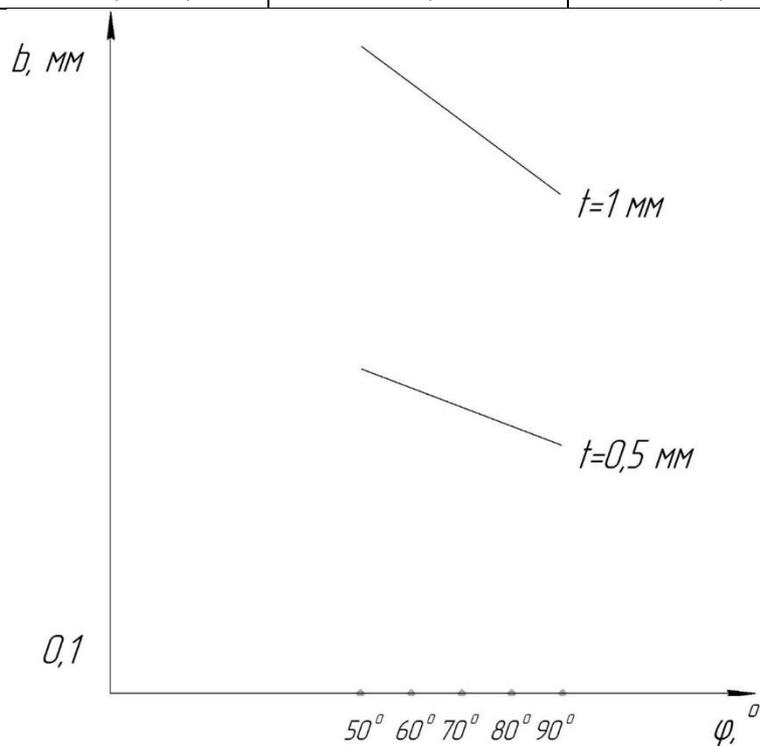
$\varphi = 50^\circ$	$\varphi = 60^\circ$	$\varphi = 90^\circ$
$t=0,5; b=0,652$	$t=0,5; b=0,577$	$t=0,5; b=0,5$
$t=1; b=1,305$	$t=1; b=1,15$	$t=1; b=1$
$t=1,5; b=1,958$	$t=1,5; b=1,731$	$t=1,5; b=1,5$
$t=2; b=2,610$	$t=2; b=2,3$	$t=2; b=2$
$t=2,5; b=3,256$	$t=2,5; b=2,88$	$t=2,5; b=2,5$



$So=0,1$	$So=0,2$	$So=0,5$
$\varphi = 50^\circ; a=0,076$	$\varphi = 50^\circ; a=0,152$	$\varphi = 50^\circ; a=0,38$
$\varphi = 60^\circ; a=0,086$	$\varphi = 60^\circ; a=0,172$	$\varphi = 60^\circ; a=0,43$
$\varphi = 70^\circ; a=0,094$	$\varphi = 70^\circ; a=0,188$	$\varphi = 70^\circ; a=0,47$
$\varphi = 70^\circ; a=0,098$	$\varphi = 70^\circ; a=0,196$	$\varphi = 70^\circ; a=0,49$
$\varphi = 90^\circ; a=0,1$	$\varphi = 90^\circ; a=0,2$	$\varphi = 90^\circ; a=0,5$



$t=0,5$	$t=1$	$t=2,5$
$\varphi = 50^\circ; b=0,652$	$\varphi = 50^\circ; b=1,305$	$\varphi = 50^\circ; b=3,256$
$\varphi = 60^\circ; b=0,577$	$\varphi = 60^\circ; b=1,15$	$\varphi = 60^\circ; b=2,88$
$\varphi = 70^\circ; b=0,53$	$\varphi = 70^\circ; b=1,07$	$\varphi = 70^\circ; b=2,65$
$\varphi = 70^\circ; b=0,51$	$\varphi = 70^\circ; b=1,02$	$\varphi = 70^\circ; b=2,55$
$\varphi = 90^\circ; b=0,5$	$\varphi = 90^\circ; b=1$	$\varphi = 90^\circ; b=2,5$



Влияние подачи и главного угла в плане на толщину срезаемого слоя a прямо пропорционально, причем с увеличением их интенсивность возрастания увеличивается.

Влияние глубины и главного угла в плане на ширину b срезаемого слоя обратно пропорционально. С увеличением глубины возрастает и толщина (причем с уменьшением угла интенсивность наклона графиков увеличивается). При увеличении главного угла в плане толщина срезаемого слоя падает (с уменьшением глубины интенсивность наклона падает).

3. Влияние глубины резания t , подачи S и скорости резания v ; переднего угла γ , заднего угла α , главного угла в плане φ , вспомогательного угла в плане φ_1 , угла наклона режущей кромки λ и радиуса вершины r_B на геометрические показатели лезвия инструмента – передний и задний углы при установке инструмента выше линии центров.

Статический главный передний угол [1,2]:

$$\gamma_c = \gamma + \mu$$

статический главный задний угол [1,2]:

$$\alpha_c = \alpha - \mu, \text{ где}$$

$$\mu = \arcsin\left(\frac{2 \cdot h_y}{D_d}\right)$$

На изменение углов лезвия инструмента влияют его углы в главной секущей плоскости γ и α и углы установки. При установке выше линии центров статический главный передний угол с увеличением расстояния от линии центров увеличивается, а статический главный задний угол уменьшается.

4. Влияние глубины резания t , подачи S и скорости резания v ; переднего угла γ , заднего угла α , главного угла в плане φ , вспомогательного угла в плане φ_1 , угла наклона режущей кромки λ и радиуса вершины r_B на деформационный показатель - коэффициент утолщения K_a или укорочения K_l и относительный сдвиг ε .

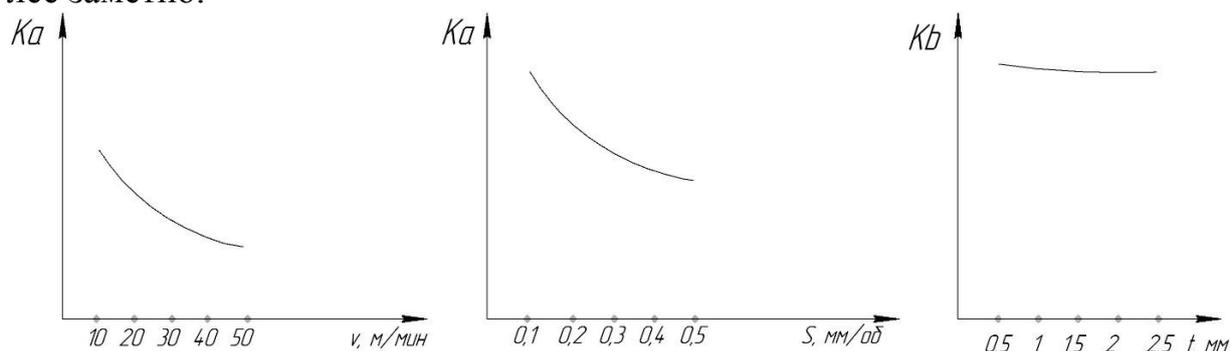
Усадка стружки характеризуется тремя коэффициентами: коэффициентом утолщения $K_a = a_1/a$, коэффициентом уширения $K_b = b_1/b$ и коэффициентом укорочения $K_l = l/l_1$, где a_1 , b_1 , l_1 соответственно толщина, ширина и длина стружки; a , b , l соответственно толщина, ширина и длина срезаемого слоя.

При резании материалов не склонных к наростообразованию при увеличении скорости резания K_a вначале быстро, а затем более медленно уменьшается. Такое влияние v на K_a объясняется уменьшением коэффициента трения между стружкой и передней поверхностью при росте температуры резания вследствие возрастания v . [2, с. 181]

Исследования процесса резания показывают, что при увеличении скорости резания в области малых скоростей (до 10 м/мин) усадка возрастает, а затем постепенно уменьшается, так как заданному диапазону изменения скорости резания 10...50 м/мин удовлетворяет представленная часть графика из [2, с. 182].

Наибольшее влияние на K_a оказывает толщина срезаемого слоя, причем при малых толщинах среза (для углеродистых сталей $a < 0,2 \dots 0,3$ мм) с увеличением a наблюдается резкое уменьшение усадки стружки. При больших толщинах усадка стружки стабилизируется. Объясняется это тем, что малые толщины среза сопоставимы по величине с радиусом округления режущей кромки, способствующим увеличению деформации срезаемого слоя.

Влияние глубины резания на K_b незначительно, т. к. уширение стружки при резании составляет 5-15% по сравнению с утолщением стружки. При малой глубине резания t в силу соизмеримости ширины срезаемого слоя b с радиусом округления режущей кромки влияние t на K_a более заметно.



Более полно и точно деформацию срезаемого слоя по сравнению с коэффициентами K_a , K_b , K_l отражает относительный сдвиг ε . Сдвиг - это вид деформированного состояния малого объема тела, при котором деформация вдоль одной из трех главных осей отсутствует, вдоль второй главной оси наблюдается уменьшение, а вдоль третьей главной оси - равное ему увеличение объема тела.

По [2, с. 187] при увеличении переднего угла γ коэффициент усадки $K_{a,l}$ уменьшается, т.к. уменьшается трение стружки о переднюю поверхность инструмента, что в свою очередь приводит к увеличению угла скалывания β_1 . Известно, что чем больше угол β_1 , тем меньше коэффициент утолщения или укорочения стружки.

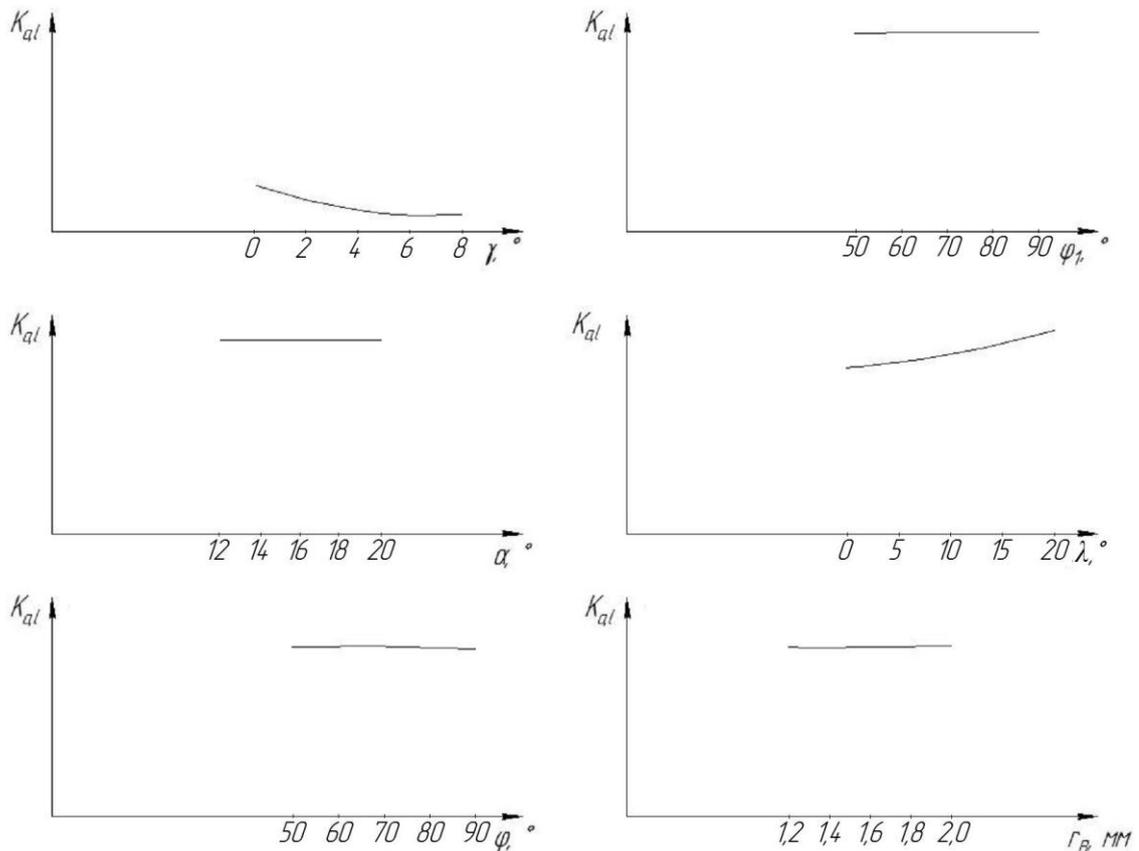
Задний угол на $K_{a,l}$ почти не влияет.

С увеличением угла φ несколько улучшаются условия резания, снижаются нагрузки, увеличивается температура резания, что приводит к некоторому снижению коэффициента $K_{a,l}$.

С увеличением вспомогательного угла в плане φ_1 уменьшаются нагрузки на инструмент, температура резания возрастает, что облегчает процесс деформирования и несколько снижает $K_{a,l}$.

Угол λ влияет на угол схода стружки. Он изменяет положение передней поверхности, увеличивает рабочую длину главного лезвия и в зависимости от знака угла λ увеличивается или уменьшается коэффициент $K_{a,l}$. С увеличением λ от -45° до $+45^\circ$ $K_{a,l}$ возрастает. При $\lambda > 45^\circ$ $K_{a,l}$ уменьшается.

Увеличение r_B ухудшает условия деформирования металла и увеличивает K_{al} .

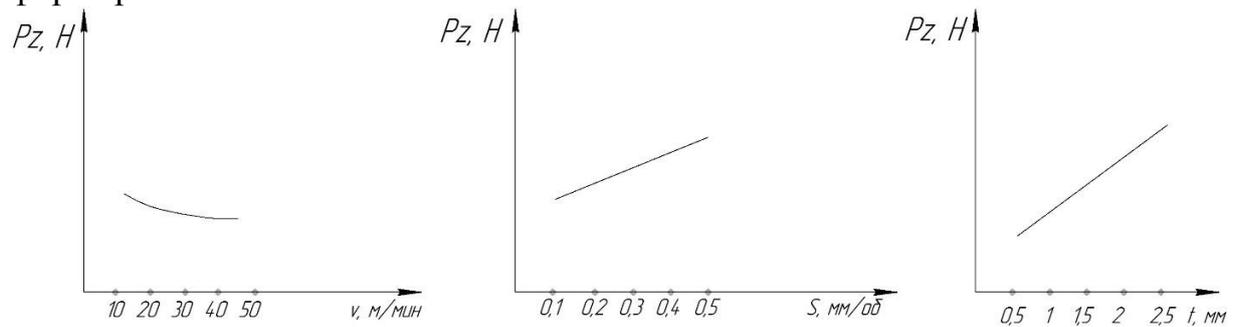


5. Влияние глубины резания t , подачи S и скорости резания v ; переднего угла γ , заднего угла α , главного угла в плане φ , вспомогательного угла в плане φ_1 , угла наклона режущей кромки λ и радиуса вершины r_B на динамический показатель - силу резания P_z , и мощность резания N .

Изменение скорости резания влияет на составляющие силы резания так, как она влияет на изменение коэффициента утолщения или укорочения стружки. При резании материалов не склонных к наростообразованию при увеличении скорости резания P_z вначале быстро, затем более медленно уменьшается за счет изменения коэффициента трения. При резании материалов склонных к наростообразованию зависимость P_z от v немонотонна вследствие влияния нароста, приводящего к изменению действительного переднего угла. При скоростях больших v_3 составляющая P_z уменьшается вследствие уменьшения коэффициента трения и увеличения температуры резания.

Степень влияния элементов режима резания на P_z оценивается по тангенсу угла наклона полученных прямых графиков: $x_{Pz} = tg\alpha_t$, $y_{Pz} = tg\alpha_s$, $z_{Pz} = tg\alpha_v$. Как видно из графиков [2, с.112], с увеличением $t(b)$ и $S(a)$ составляющая силы резания P_z возрастает, причем пропорционально t , но отстает от увеличения S . Отставание роста силы резания от увеличения толщины среза можно объяснить возрастанием нагрузки на единицу длины лезвия, увеличением температуры резания, уменьшением сил трения и

снижением сопротивления обрабатываемого материала пластическому деформированию.



При увеличении γ облегчается врезание лезвия в заготовку, улучшается сход стружки, уменьшается деформация обрабатываемого металла и снижается коэффициент утолщения или укорочение стружки, а следовательно, уменьшается составляющая силы резания P_z .

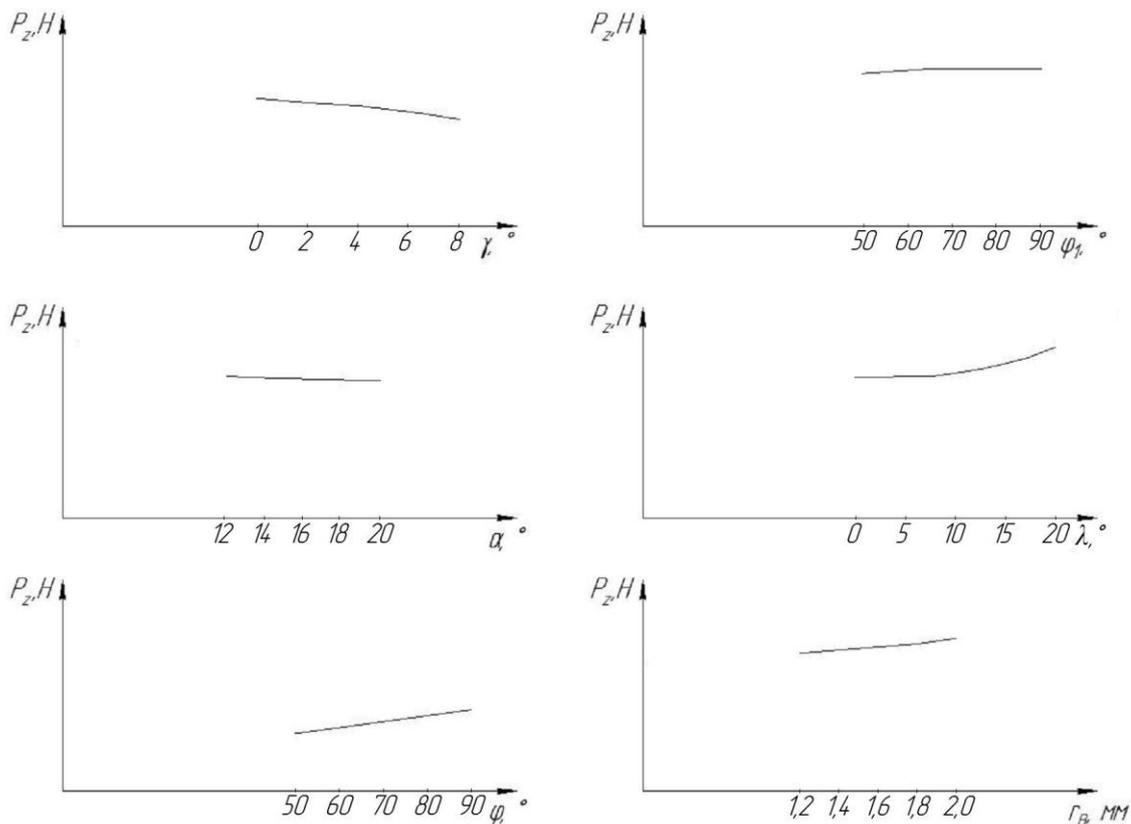
С увеличением α уменьшается контакт задней поверхности инструмента с поверхностью заготовки, что приводит к уменьшению сил трения и резания. Интенсивность влияния α на P_z невелика, например, с увеличением α от 2° до 10° P_z уменьшается всего на 6%, при дальнейшем увеличении α , как в нашем случае, сила резания остается почти неизменной.

С увеличением угла в плане уменьшается нагрузка на инструмент, т.к. при постоянной площади среза с увеличением угла в плане φ увеличивается толщина среза a и соответственно уменьшается удельная сила резания.

С увеличением φ_1 уменьшается фактическая площадь среза, и тем самым уменьшается нагрузка на инструмент.

На главную составляющую силы резания изменение угла λ влияет сравнительно мало: увеличение $-\lambda$ практически не изменяет P_z ; при увеличении $+\lambda$ сила P_z несколько возрастает, если $\lambda > 30^\circ$.

Радиус округления режущей кромки r_b при достаточно больших размерах его способствует повышению P_z , т.к. ухудшаются условия резания, увеличивается деформация.



Мощность резания определяется по формуле:

$$N = \frac{P \cdot v}{1020 \cdot 60},$$

на основании этой формулы можно сделать вывод, что с

увеличением сил резания и скорости резания затрачиваемая мощность на отделение стружки увеличивается.

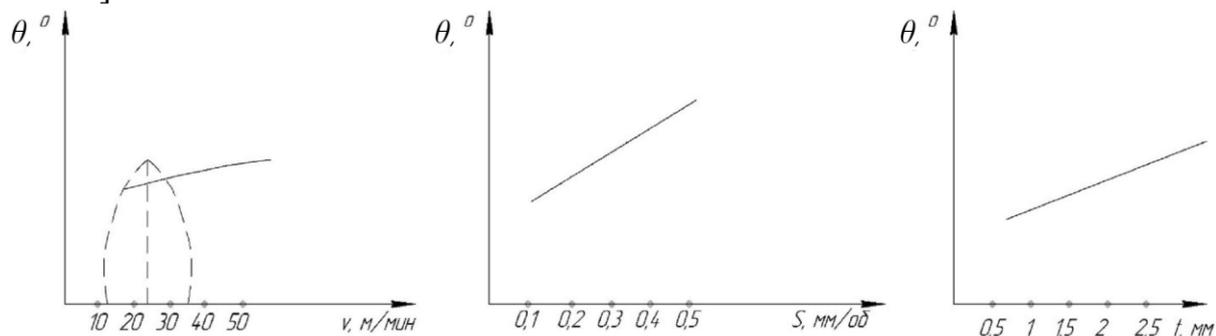
6. Влияние глубины резания t , подачи S и скорости резания v ; переднего угла γ , заднего угла α , главного угла в плане φ , вспомогательного угла в плане φ_1 , угла наклона режущей кромки λ и радиуса вершины r_B на вибрационный показатель - амплитуду автоколебаний A .

Согласно [2, с. 113-116] автоколебания характеризуются постоянством частоты и переменностью амплитуды. На амплитуду колебаний оказывает влияние ряд факторов. С увеличением толщины срезаемого слоя или подачи амплитуда колебаний уменьшается, а с увеличением ширины срезаемого слоя или глубины резания - увеличивается. С увеличением скорости резания амплитуда колебаний вначале возрастает, а после достижения определенного значения скорости начинает уменьшаться. Уменьшение переднего угла с переходом его значения в отрицательную область приводит к резкому возрастанию амплитуды колебаний. Чем меньше передний угол, тем больше зона скоростей резания, при которых возникают вибрации. С увеличением главного угла в плане амплитуда колебаний уменьшается, что связано с уменьшением ширины срезаемого слоя и увеличением его толщины. Задний угол при значениях его больших 8...10° существенного влияния на вибрации не оказывает [2, с. 116].

7. Влияние глубины резания t , подачи S и скорости резания v ; переднего угла γ , заднего угла α , главного угла в плане φ , вспомогательного угла

в плане φ_1 , угла наклона режущей кромки λ и радиуса вершины r_B на тепловой показатель - температуру резания θ и количество теплоты Q .

С увеличением скорости резания возрастает количество теплоты, выделяющегося в зоне резания ($Q = P_z \cdot v$), а также температура нагрева детали, стружки и инструмента. Однако рост температуры отстает от роста скорости резания, т. к. уменьшается P_z и растет унос теплоты стружкой. [2, с. 183]



С увеличением γ уменьшается сила, а следовательно, работа резания, а также количество выделяющейся теплоты. Однако при этом ухудшаются условия отвода теплоты, т. к. уменьшается величина угла заострения β , т. е. масса лезвия резца. Поэтому существует некоторое оптимальное значение угла β , при котором уменьшаются силы резания и количество выделившейся теплоты [2, с. 186].

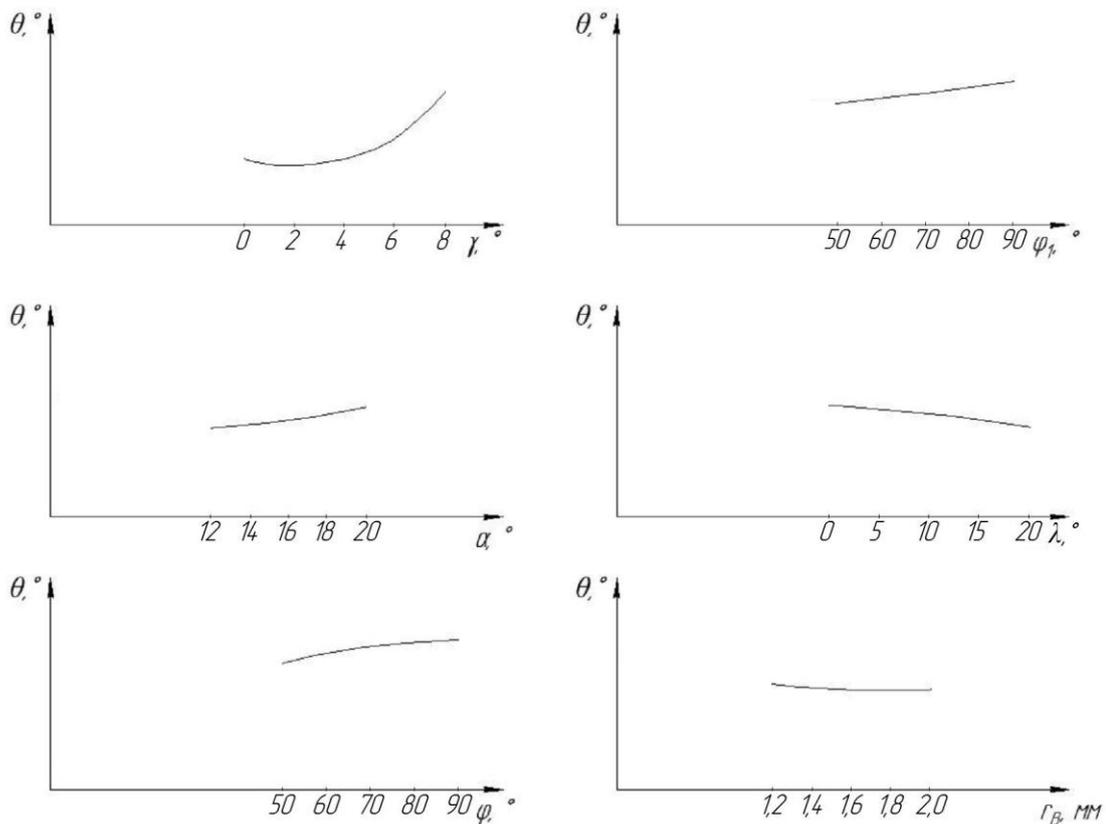
При увеличении α теплоотвод улучшается, но при наших значениях α в силу уменьшения β теплоотвод в тело инструмента ухудшается, и температура резания может повышаться. Влияние α по сравнению с γ незначительно. [2, с. 176]

С увеличением угла в плане φ уменьшается угол при вершине инструмента, что приводит к уменьшению массы лезвия и ухудшению теплоотвода. Вследствие этого возрастает температура резания.

С увеличением φ_1 уменьшается ε , что приводит к уменьшению массы лезвия и ухудшению теплоотвода. Вследствие этого возрастает температура резания.

Увеличение угла γ увеличивает массу лезвия резца возле его вершины и улучшает теплоотвод, что снижает температуру резания.

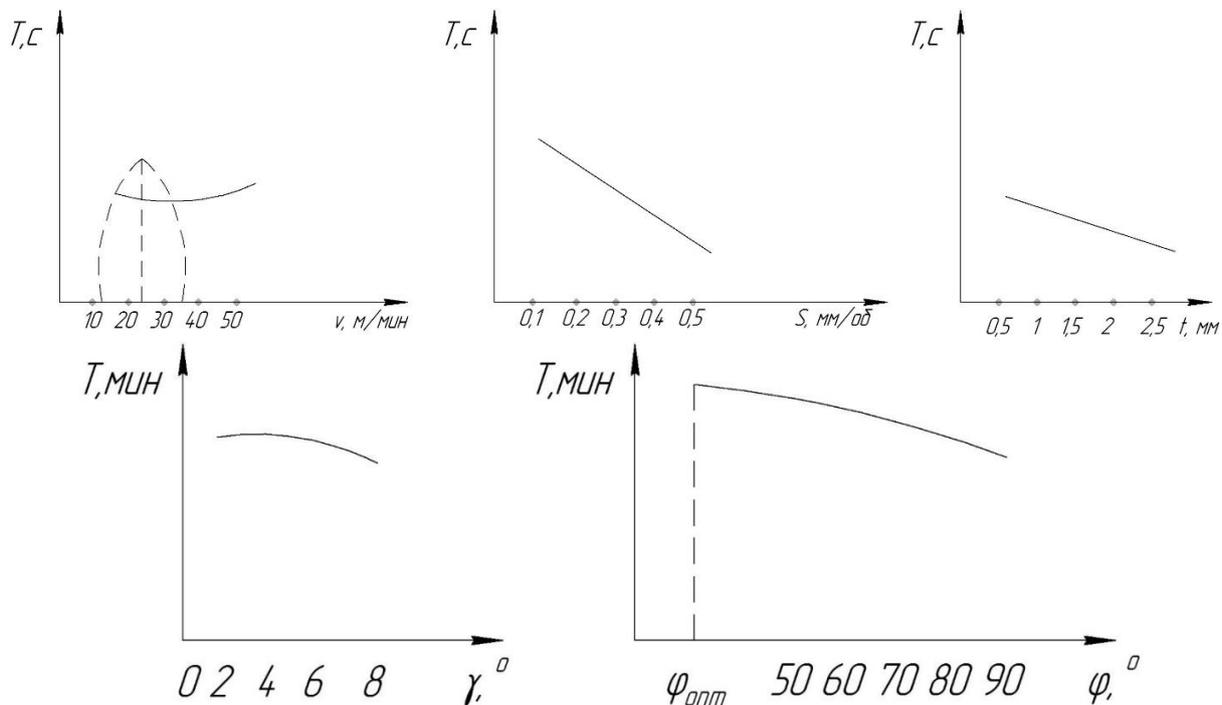
Увеличение радиуса округления режущей кромки увеличивает площадь контакта инструмента с заготовкой, улучшает теплоотвод и несколько снижает температуру резания [2, с. 179].



На количество теплоты Q , выделяемой в процессе резания, влияет температура, возникающая в процессе обработки. Чем выше температура, тем выше количество теплоты.

8. Влияние глубины резания t , подачи S и скорости резания v ; переднего угла γ , заднего угла α , главного угла в плане φ , вспомогательного угла в плане φ_1 , угла наклона режущей кромки λ и радиуса вершины r_B на показатель изнашивания - износ лезвия h_{II} и стойкость инструмента T .

Наибольшее влияние на стойкость T оказывает скорость резания v , затем подача S и глубина резания t через повышение температуры. Из этого следует, что нужно стремиться работать с большим отношением ширины и толщины среза b/a . При больших b увеличивается теплоотвод. С увеличением переднего угла γ падают сила P_z и температура резания θ , но ослабляется лезвие и ухудшаются условия отвода теплоты, что приводит к снижению T . По мере увеличения переднего угла γ уменьшается коэффициент трения f и сила трения, поэтому растет T . С изменением угла в плане φ изменяется b/a , при увеличении φ соответственно уменьшается b/a . При увеличении φ b/a уменьшается и при $\varphi = 90^\circ$ b/a – минимально, уменьшение угла при вершине ε приводит к росту θ и падению T . При малых значениях вспомогательного угла в плане φ_1 увеличивается сила трения и износ, поэтому при увеличении φ_1 стойкость растет, однако ухудшаются условия теплоотвода, и уменьшается прочность лезвия. Чем больше угол наклона режущей кромки, тем лучше отвод теплоты [2, с. 159].



9. Влияние глубины резания t , подачи S и скорости резания v ; переднего угла γ , заднего угла α , главного угла в плане φ , вспомогательного угла в плане φ_1 , угла наклона режущей кромки λ и радиуса вершины r_B на качественный показатель – шероховатость поверхности R_a или R_z , наклеп H и остаточные напряжения σ .

Наибольшее влияние на качество обработки оказывают режимы резания и геометрические параметры инструмента. Основные причины образования шероховатости поверхности: 1) геометрия и кинематика процесса резания; 2) упругие и пластические деформации; 3) вибрации [2, с. 163]

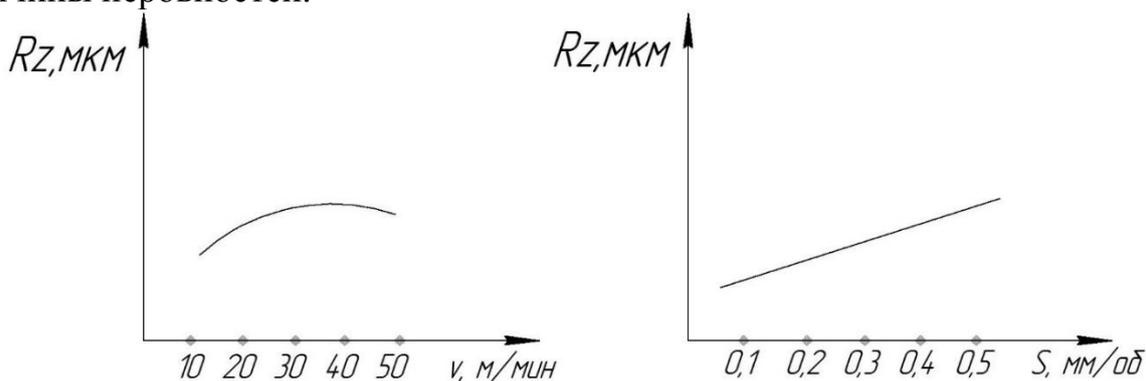
$$h = \frac{S_o^2}{8r}$$

При обработке поверхностей резцом с радиусом при вершине

Как видно из формулы, для снижения шероховатости надо стремиться к уменьшению подачи и к увеличению радиуса при вершине резца.

Из кинематических параметров обработки наибольшее влияние на высоту неровностей оказывает скорость резания. С увеличением скорости резания высота неровностей снижается. В нашем диапазоне скоростей, при котором образуется нарост, характерен рост величины неровностей.

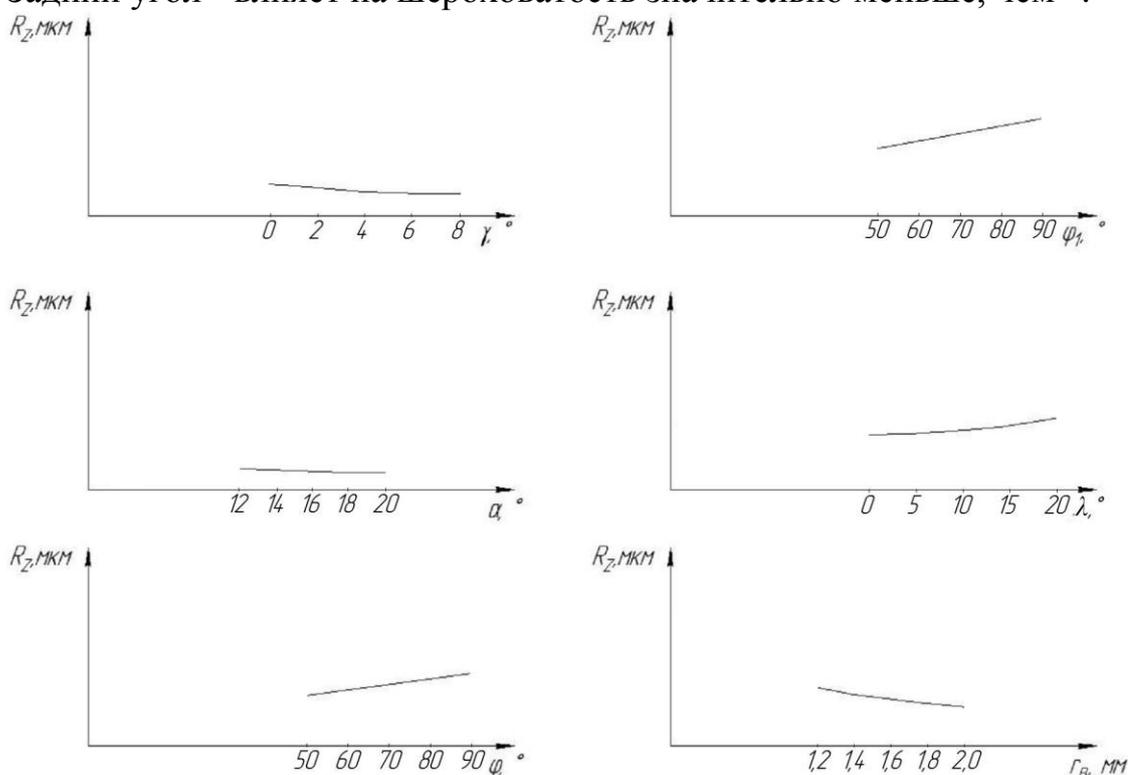
С увеличением скорости резания высота неровностей снижается. В диапазоне скоростей, при котором образуется нарост, характерен рост величины неровностей.



При увеличении подачи высота неровностей возрастает. При малых подачах основное влияние оказывают не геометрические факторы, а пластическая и упругая деформации, скорость резания и радиус при вершине резца. При больших значениях подачи на шероховатость оказывают влияние геометрические факторы (следы движения инструмента). Глубина резания почти не влияет на шероховатость обработанной поверхности.

Из геометрических параметров инструмента наибольшее влияние на шероховатость поверхности, как следует из формул, оказывает угол в плане φ и радиус закругления режущих кромок. С увеличением φ шероховатость в нашем диапазоне возрастает, а с уменьшением φ_1 микронеровности уменьшаются. Передний угол γ влияет на шероховатость, поскольку он влияет на образование нароста. Поэтому изменение γ особенно заметно влияет на шероховатость обработанной поверхности деталей из углеродистых конструкционных сталей в диапазоне скоростей 20...40 м/мин. С уменьшением γ высота нароста возрастает.

Задний угол α влияет на шероховатость значительно меньше, чем γ .

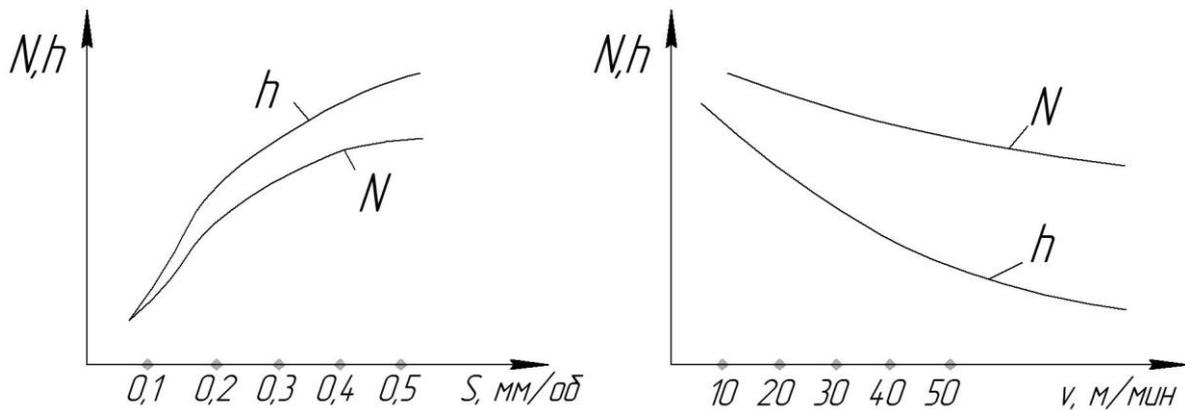


Поверхностная пластическая деформация обуславливает появление наклепа (упрочнения) поверхностного слоя. Наклеп обычно характеризуется микротвердостью и рентгенографическими показателями (расширение или размытие интерференционных линий).

С увеличением подачи и глубины резания наклеп поверхностного слоя увеличивается [2, с. 161-166].

С увеличением скорости резания выделяется больше теплоты и уменьшается продолжительность силового воздействия на металл, это способствует разупрочнению поверхностного слоя и, следовательно, снижению степени наклепа и микротвердости.

Значительное повышение наклепа наблюдается при затуплении режущего инструмента.



Внутренние остаточные напряжения поверхностного слоя также зависят от вида обработки, режимов резания, свойств металла и других факторов.

Влияние режимов обработки и геометрии инструмента на остаточные напряжения определяются физико-механическими свойствами обрабатываемого металла. Например, при обработке пластичных материалов повышение скорости резания и подачи приводит к увеличению остаточных напряжений растяжения.

С уменьшением переднего угла γ лезвия инструмента остаточные напряжения сжатия возрастают. По мере затупления инструмента возрастают остаточные напряжения растяжения.

10. Влияние глубины резания t , подачи S и скорости резания v ; переднего угла γ , заднего угла α , главного угла в плане φ , вспомогательного угла в плане φ_1 , угла наклона режущей кромки λ и радиуса вершины r_B на показатель обрабатываемости – коэффициент обрабатываемости материала резанием K_g .

Количественно обрабатываемость оценивают коэффициентом обрабатываемости, представляющим собой отношение скорости резания, допускаемой при резании определенного материала, к скорости резания, допускаемой материалом, принятым за эталонный. Если коэффициент обрабатываемости больше 1, то данный материал обрабатывается лучше, чем эталонный, а если меньше 1, то хуже [2, с. 171-177]. В нашем случае принята сталь 45, которая является эталоном для углеродистых конструкционных сталей. Коэффициент обрабатываемости для этой стали $K_o = \frac{v}{v_3} = 1$.

Пример 2

Задача 2. Рассчитать рациональные значения глубины резания t , подачи S_o и скорости резания v при различных видах лезвийной обработки поверхностей деталей из различных материалов.

Исходные данные.

- вид обработки	обтачивание
- обрабатываемый материал	Сталь 45, $\sigma_B = 610$ МПа;
- длина обработки	200 мм
- диаметр детали	62h11 мм
- метод крепления детали	в патроне

- шероховатость	$R_z=40$ мкм
- мощность станка	$N_{unn}=11$ кВт
- прочность механизма подачи станка	$[P_x]=6000$ Н

1. Выбор марки инструментального материала и геометрии лезвия

Как видно из условий задания обработка является черновой, поэтому в качестве материала режущей части принимаем твердый сплав Т5К10 [3, с. 116, табл. 3].

Выбираем токарный проходной прямой резец с напайной пластиной по ГОСТ 18878 со следующими значениями углов заточки:

- передний угол $\gamma = 8^\circ$
- задний угол заточки $\alpha = 8^\circ$
- главный угол в плане $\varphi = 45^\circ$
- вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 45^\circ$
- стойкость инструмента $T=40$ мин [3, с. 268].
- сечение державки $B \times H=16 \times 25$ мм [3, с. 120], $l=140$ мм

2. Определение глубины резания

Для заданных условий обработки весь припуск можно удалить за один проход. Поэтому глубина резания равна половине разности диаметров заготовки и детали $t = 4$ мм.

3. Определение технологически допустимой подачи

Расчеты ведутся по формулам:

- по прочности механизма подачи станка:

$$S_1 \leq y_{px} \sqrt{\frac{Q_{дон}}{C_{px} \cdot t^{x_{px}} \cdot K_{vx} \cdot K_{pz}}},$$

по прочности резца:

$$S_2 \leq y_{py} \sqrt{\frac{[\sigma]_u \cdot B \cdot H^2}{6 \cdot C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{vz} \cdot K_{pz} \cdot l}},$$

по жесткости резца

$$S_3 \leq y_{py} \sqrt{\frac{[f] \cdot E \cdot B \cdot H^2}{4 \cdot C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{vz} \cdot K_{pz} \cdot l^3}},$$

по прочности изделия:

$$S_4 \leq y_{py} \sqrt{\frac{0,1 \cdot D_\theta^3 \cdot [\sigma]_u}{C_{py} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{vz} \cdot K_{pz} \cdot K \cdot l}},$$

по жесткости изделия:

$$S_5 \leq y_{py} \sqrt{\frac{0,05 \cdot K \cdot E \cdot D_\theta^4 \cdot [f]}{C_{py} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{vz} \cdot K_{pz} \cdot l^3}},$$

по шероховатости обработанной поверхности детали для острозаточенного резца:

$$S_6 \leq R_z \cdot \frac{tg \varphi + tg \varphi_1}{tg \varphi \cdot tg \varphi_1},$$

где Q_{don} - усилие, допускаемое прочностью деталей механизмов подачи станка;

t - глубина резания, мм;

$C_{px}, C_{py}, C_{pz}, x, y, z$ - поправочные коэффициенты;

$[\sigma]_u = 200 \text{ МПа}$ - допускаемое напряжение изгиба;

$[f] = 0,1 \text{ мм}$ - допускаемая стрела прогиба при черновом точении;

B и H - ширина и высота державки резца;

d - диаметр заготовки, мм;

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ - модуль упругости;

$K = 3/16$ - коэффициент, учитывающий способ закрепления обрабатываемого изделия на станке в патроне с поджимом центром задней бабки;

$l = 190 \text{ мм}$ - расстояние от точки приложения силы до рассматриваемого сечения;

Вылет резца из резцедержателя принимаем $1/4 \dots 1/3$ длины резца;

K_p, K_v - поправочные коэффициенты, учитывающие конкретные условия обработки;

R_z - значение параметра шероховатости, мкм.

Значение всех коэффициентов и показателей в формулах определяются по соответствующим справочникам, например [3, т.2, с. 274, табл. 22, 23]. Числовые значения названных величин применительно к условиям задачи приведены в табл.1 и табл.2

Таблица 1

Обозначение силы	C_p	X_p	Y_p	$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}$
P_x	339	1	0,5	1
P_y	243	0,9	0,6	1
P_z	300	1	0,75	1

Таблица 2

Поправочный коэффициент	
K_{vx}	0.17
K_{vy}	0.22
K_{vz}	0.5

Вычисляем соответствующие значения подачи:

- по прочности механизма подачи станка:

$$S_1 \leq \sqrt[3]{\frac{Q_{don}}{C_{px} \cdot t^{x_{px}} \cdot K_{vx} \cdot K_{px}}} = \sqrt[3]{\frac{6000}{339 \cdot 4^1 \cdot 0,17 \cdot 1}} = 5,1 \text{ мм / об}$$

по прочности резца:

$$S_2 \leq \sqrt[3]{\frac{[\sigma]_u \cdot B \cdot H^2}{6 \cdot C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{vz} \cdot K_{pz} \cdot l}} = \sqrt[3]{\frac{200 \cdot 16 \cdot 25^2}{6 \cdot 300 \cdot 4^1 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 37,5}} = 7,55 \text{ мм / об}$$

по жесткости резца

$$S_3 \leq \sqrt[3]{\frac{[f] \cdot E \cdot B \cdot H^2}{4 \cdot C_{PZ} \cdot t^{x_{PZ}} \cdot K_{vz} \cdot K_{pz} \cdot l^3}} = \sqrt[0,75]{\frac{0,2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16 \cdot 25^2}{4 \cdot 300 \cdot 4^1 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 37,5^3}} = 3,36 \text{ мм/об}$$

по прочности изделия:

$$S_4 \leq \sqrt[3]{\frac{0,1 \cdot D_0^3 \cdot [\sigma]_u}{C_{Py} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{vz} \cdot K_{pz} \cdot K \cdot l}} = \sqrt[0,6]{\frac{0,1 \cdot 62^3 \cdot 200}{243 \cdot 4^{0,9} \cdot 0,22 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 200}} = 18,38 \text{ мм/об},$$

по жесткости изделия:

$$S_5 \leq \sqrt[3]{\frac{0,05 \cdot K \cdot E \cdot D_0^4 \cdot [f]}{C_{Py} \cdot t^{x_{pz}} \cdot K_{vz} \cdot K_{pz} \cdot l^3}} = \sqrt[0,6]{\frac{0,05 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 62^4 \cdot 0,1}{243 \cdot 4^{0,9} \cdot 0,22 \cdot 1 \cdot 200^3}} = 3,96 \text{ мм/об},$$

по шероховатости обработанной поверхности детали для острозаточенного реза:

$$S_6 \leq R_z \cdot \frac{tg \varphi + tg \varphi_1}{tg \varphi \cdot tg \varphi_1} = 40 \cdot 10^{-3} \frac{tg 45 + tg 45}{tg 45 \cdot tg 45} = 0,080 \text{ мм/об}$$

По паспорту станка принимаем максимально допустимую подачу равной $S=0.075$ мм/об.

4. Расчет скорости

Расчет скорости, допускаемой режущими свойствами инструмента, выполняется по формуле

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y}$$

Для заданных условий обработки по [3, с. 269, табл. 17]

$C_v = 420$, $y = 0,20$, $x = 0,15$, $m = 0,20$, принимаем $K_v = 1,03$, тогда

$$v = \frac{420 \cdot 1,03}{40^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,075^{0,2}} = 280 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя по допускаемой скорости может быть вычислена по формуле

$$n_1 = \frac{1000 \cdot C_v \cdot K_v}{\pi \cdot d \cdot T^m \cdot t \cdot S} = \frac{1000 \cdot 280}{3,14 \cdot 62} = 1438 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_2 = \frac{716200 \cdot 1,36 \cdot 2 \cdot N_{un}}{C_{Pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot s^{y_{pz}} \cdot K_{vz} \cdot K_{pz} \cdot D} = \frac{716200 \cdot 1,36 \cdot 2 \cdot 11}{300 \cdot 4^1 \cdot 0,075^{0,75} \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 62} = 893 \text{ мин}^{-1}$$

по паспорту станка принимаем $n = 800 \text{ мин}^{-1}$.

Для обработки заданной детали принимаем режим: глубина резания $t=4$ мм; подача $S=0,075$ мм/об; частота вращения $n = 800 \text{ мин}^{-1}$.

Пример 3

Задача 2. Рассчитать рациональные значения глубины резания t , подачи S_0 и скорости резания v при различных видах лезвийной обработки поверхностей деталей из различных материалов.

Исходные данные.

- вид обработки	сверлить отверстие
- обрабатываемый материал	Сталь 40Х, $\sigma_B = 700$ МПа;
- длина обработки	200 мм
- диаметр отверстия	40Н11 мм
- диаметр отверстия в заготовке	35 мм
- глубина резания t	2,5 мм

- метод крепления инструмента	в патроне
- шероховатость	$R_z=3,2$ мкм
- мощность станка	$N_{ин}=1,8$ кВт
- прочность механизма подачи станка	$[P_x]=9000$ Н [1]

1. Выбор марки инструментального материала и геометрии лезвия

В качестве инструмента используем сверло спиральное $\varnothing 40$ мм из быстрорежущей стали Р6М5 [3, с 148, табл. 42]. Заточка нормальная без подточек. Угол наклона поперечной кромки – 50° .

2. Определение глубины резания

Для заданных условий обработки весь припуск можно удалить за один проход.

$$t = 2,5 \text{ мм.}$$

Определяем подачу [3, с. 277, табл. 26]

$$S_o=0,48 \text{ мм/об}$$

С учетом примечаний к этой таблице (глубина отверстия $5d$, качество точности выше 12, недостаточная жесткость системы СПИД) принимаем $S_o=0,1$ мм/об.

Скорость резания, м/мин.

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \text{ [2, с. 276]}$$

где $C_v=16,2$; $q=0,4$; $y=0,5$; $m=0,5$; $x=0,2$ - поправочные коэффициенты [3, с.279, табл.29]

D - диаметр инструмента

$T=70$ мин - стойкость инструмента [3, с. 279, табл. 30]

S_o - подача, мм/об.

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}$$

где K_{mv} - поправочный коэффициент, $K_{mv}=1,07$

K_{nv} - поправочный коэффициент, $K_{nv}=1$

K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину обработки $K_{lv}=1,07$

$$v = \frac{16,2 \cdot 40^{0,4}}{70^{0,5} \cdot 2,5^{0,2} \cdot 0,1^{0,5}} \cdot 1,07 = 23,1 \text{ м / мин}$$

Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 23,1}{3,14 \cdot 40} = 185 \text{ мин}^{-1}$$

По паспорту станка принимаем $n=180$ мин⁻¹.

Корректируем скорость резания

$$v = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 40}{1000} = 22,6 \text{ м / мин}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p$$

где C_M , q , x , y - поправочные коэффициенты

$C_M=0,09$; $q=1$; $y=0,8$; $x=0,9$ [3, с. 281, табл.32]

K_p - коэффициент, учитывающий фактические условия обработки
 $K_p = K_{mp} = 1,05$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 40^1 \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,05 = 13,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Эффективная мощность резания

$$N_c = \frac{13,6 \cdot 180}{9750} = 0,25 \text{ кВт} \quad [3, \text{ с. 280}]$$

$$N_{станка} = 1,8 \cdot 0,8 = 1,44 \text{ кВт}$$

Для обработки заданной детали принимаем режимы резания:

глубина резания $t=2,5$ мм;

подача $S=0,1$ мм/об;

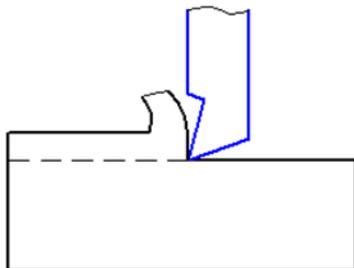
частота вращения $n=180$ мин⁻¹.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу «Теория резания» для студентов машиностроительных специальностей заочной формы обучения / Составитель Попок Н.Н. - Новополоцк: ПГУ, 2006. - 17 с.
2. Попок Н. Н. Теория резания: учеб. пособие для студ. машиностроительных спец. / Н. Н. Попок. - Новополоцк: ПГУ, 2006. - 228 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя /Под ред. А.Г, Косиловой, Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, в 2-х томах, 2 т., 1985. – 495 с.

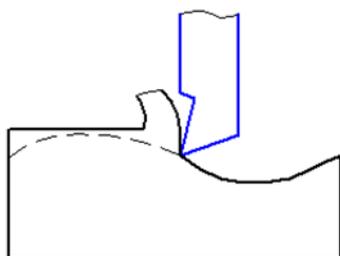
Тесты

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием.



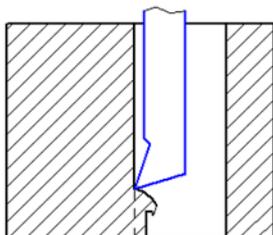
- а) обтачивание
- б) строгание
- в) долбление

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



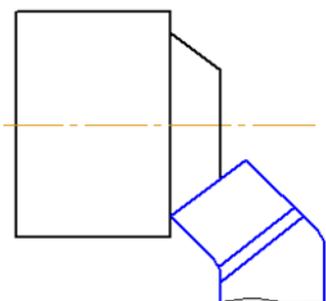
- а) строгание по копиру
- б) подрезание
- в) долбление

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



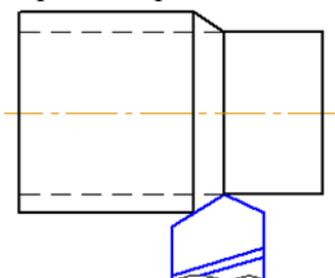
- а) подрезание
- б) обтачивание
- в) долбление

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



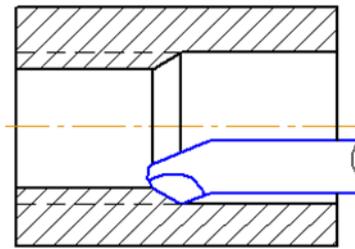
- а) строгание
- б) подрезание
- в) обтачивание

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



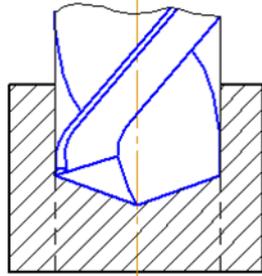
- а) строгание
- б) растачивание
- в) обтачивание

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



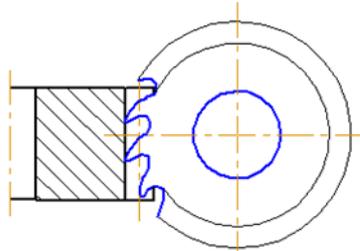
- а) строгание по копиру
- б) растачивание
- в) долбление

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



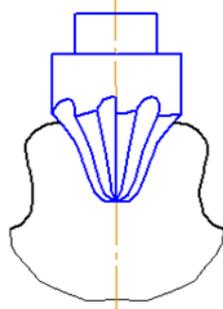
- а) зенкерование
- б) внутреннее протягивание
- в) сверление

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



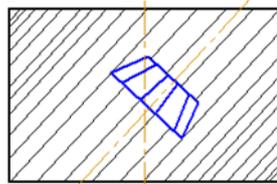
- а) зубонарезание модульной червячной фрезой
- б) зубонарезание модульной дисковой фрезой
- в) ротационное точение

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



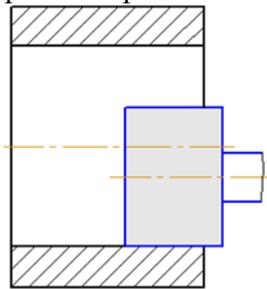
- а) наружное протягивание
- б) зенкование
- в) зубонарезание модульной пальцевой фрезой

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



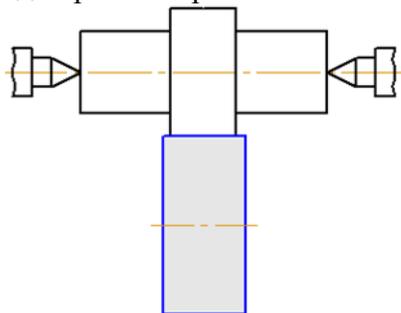
- а) внутреннее шлифование
- б) круговое фрезерование
- в) зуботочение долбяком

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



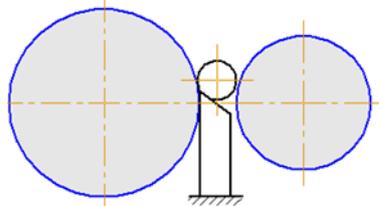
- а) внутреннее шлифование
- б) круговое фрезерование
- в) плоское шлифование периферией круга

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



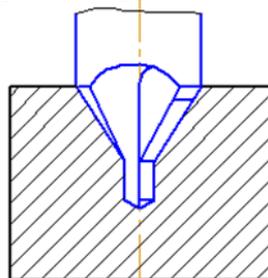
- а) бесцентровое шлифование
- б) круговое фрезерование
- в) круглое наружное шлифование

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



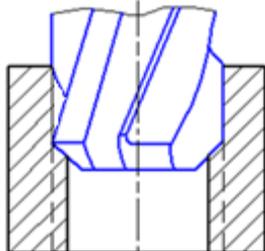
- а) заточка лезвия фрезы
- б) зубочение долбяком
- в) бесцентровое шлифование

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



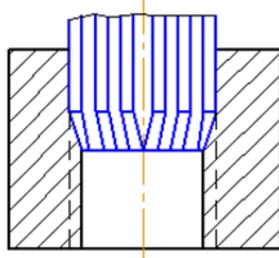
- а) цекование
- б) зубонарезание модульной пальцевой фрезой
- в) центрование

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



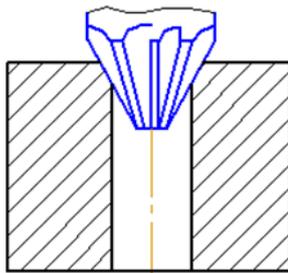
- а) зенкерование
- б) зенкование
- в) сверление

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



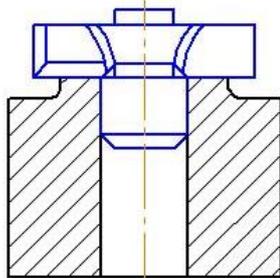
- а) развертывание
- б) цекование
- в) внутреннее протягивание

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



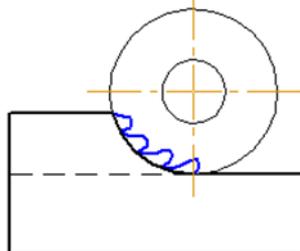
- а) круговое фрезерование
- б) центрование
- в) зенкование

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



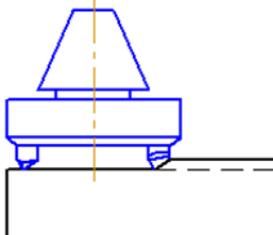
- а) торцовое фрезерование
- б) цекование
- в) развертывание

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



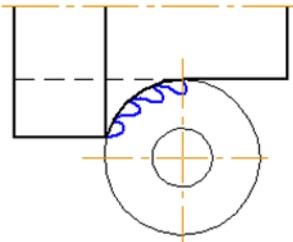
- а) периферийное фрезерование
- б) круговое фрезерование
- в) ротационное точение

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



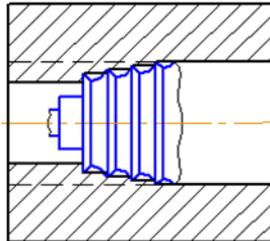
- а) зубострогание
- б) плоское шлифование торцом круга
- в) торцовое фрезерование

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



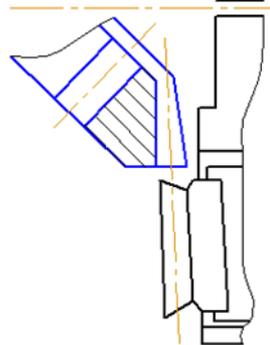
- а) ротационное точение
- б) круговое фрезерование
- в) зубнарезание модульной червячной фрезой

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



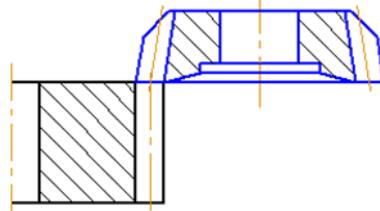
- а) зуботочение долбяком
- б) развертывание
- в) внутреннее протягивание

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



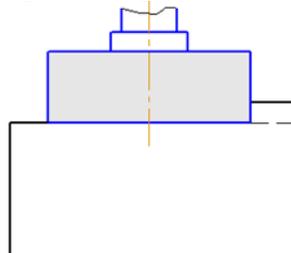
- а) зуботочение долбяком
- б) зубострогание
- в) зубодолбление

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



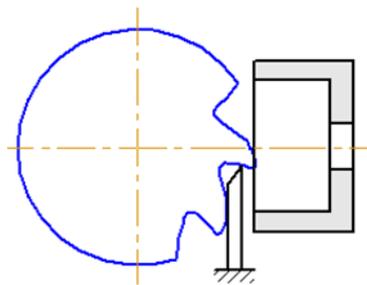
- а) зубострогание
- б) зубодолбление
- в) зуботочение долбяком

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



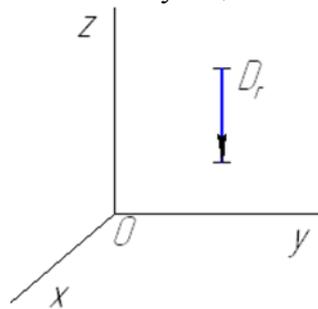
- а) плоское шлифование торцом круга
- б) круглое наружное шлифование
- в) торцовое фрезерование

Покажите стрелками движения инструмента и заготовки, обозначьте их и выберите (отметьте) соответствующий вид обработки резанием



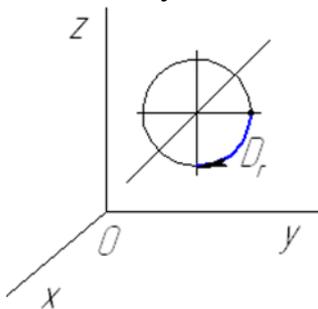
- а) бесцентровое шлифование
- б) заточка лезвия фрезы
- в) круглое наружное шлифование

Выберите (отметьте) соответствующей кинематической схеме вид обработки резанием



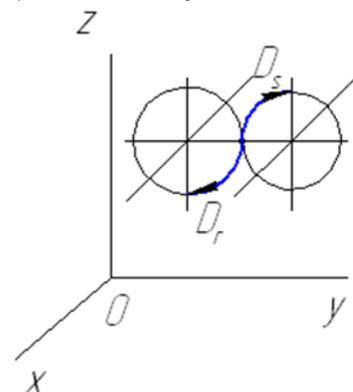
- а) строгание
- б) строгание по копиру
- в) сверление

Выберите (отметьте) соответствующей кинематической схеме вид обработки резанием



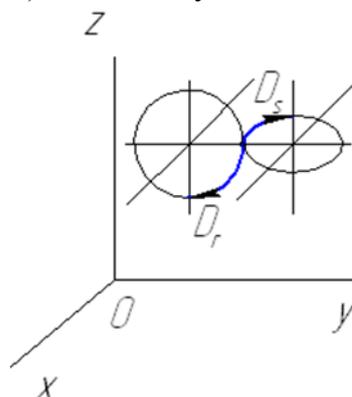
- а) круговое протягивание
- б) долбление
- в) шлифование

Выберите (отметьте) соответствующей кинематической схеме вид обработки резанием



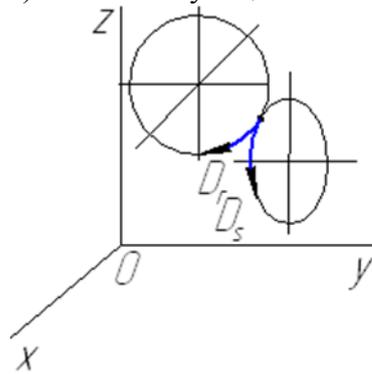
- а) обтачивание конуса
- б) круговое фрезерование
- в) копировальное фрезерование

Выберите (отметьте) соответствующей кинематической схеме вид обработки резанием



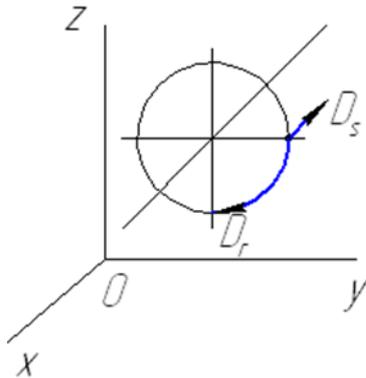
- а) круглое шлифование
- б) копировальное фрезерование
- в) зубонарезание червячной фрезой

Выберите (отметьте) соответствующей кинематической схеме вид обработки резанием



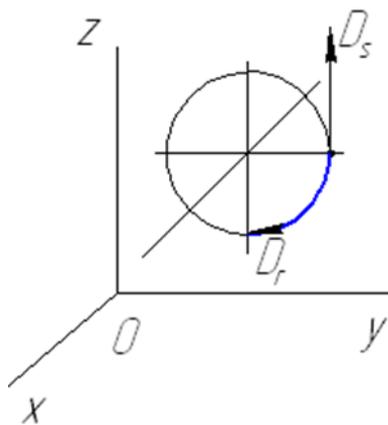
- а) круговое фрезерование
- б) ротационное точение
- в) протягивание

Выберите (отметьте) соответствующей кинематической схеме вид обработки резанием



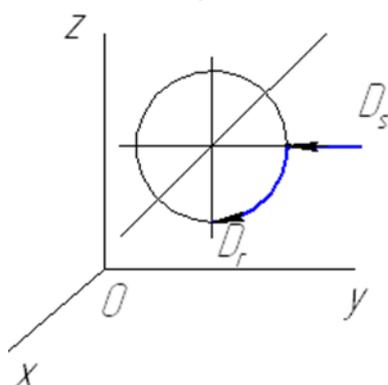
- а) обтачивание
- б) плоское шлифование
- в) шлифование торцом круга

Выберите (отметьте) соответствующей кинематической схеме вид обработки резанием



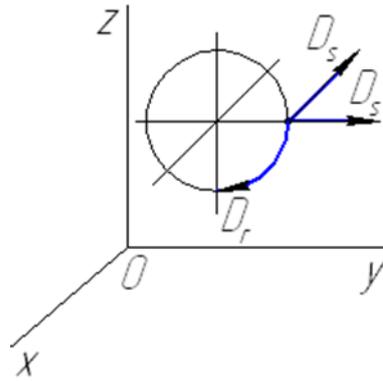
- а) отрезание
- б) осевая обработка
- в) плоское шлифование

Выберите (отметьте) соответствующей кинематической схеме вид обработки резанием



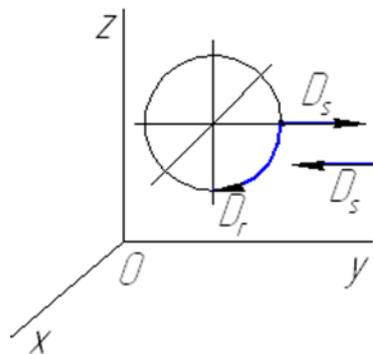
- а) затылование червячных фрез
- б) отрезание
- в) долбление

Выберите (отметьте) соответствующей кинематической схеме вид обработки резанием



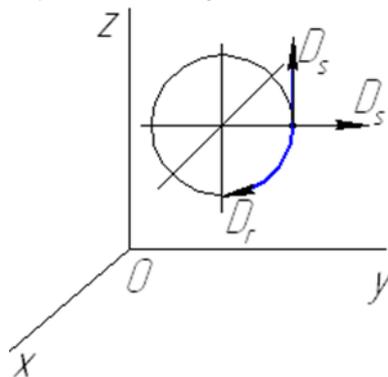
- а) обтачивание конической поверхности
- б) ротационное точение
- в) затылование червячных фрез

Выберите (отметьте) соответствующей кинематической схеме вид обработки резанием



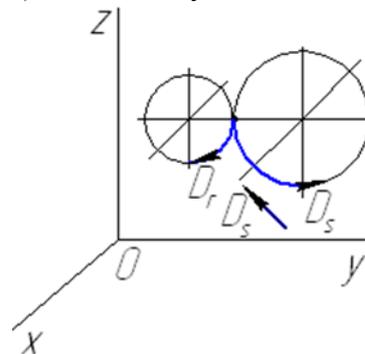
- а) затылование круговых протяжек
- б) затылование червячных фрез
- в) копировальное фрезерование

Выберите (отметьте) соответствующей кинематической схеме вид обработки резанием



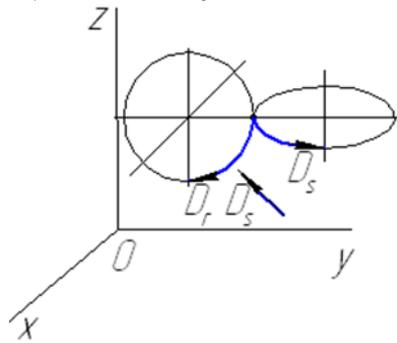
- а) круговое фрезерование
- б) шлифование торцом круга
- в) копировальное фрезерование

Выберите (отметьте) соответствующей кинематической схеме вид обработки резанием



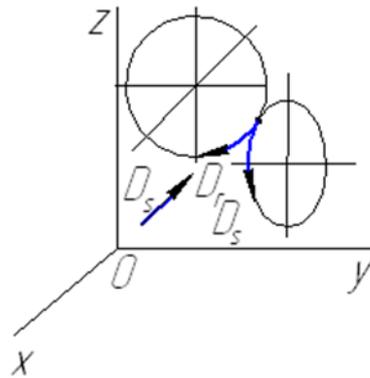
- а) вихревое резбонарезание
- б) ротационное точение
- в) зубонарезание модульной фрезой

Выберите (отметьте) соответствующей кинематической схеме вид обработки резанием



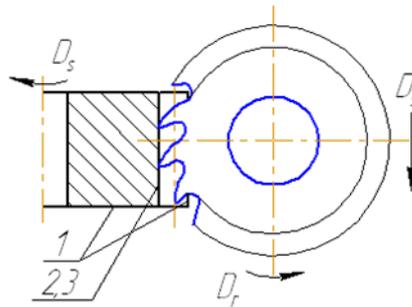
- а) круговое фрезерование
- б) зубонарезание червячной фрезой
- в) копировальное фрезерование

Выберите (отметьте) соответствующей кинематической схеме вид обработки резанием

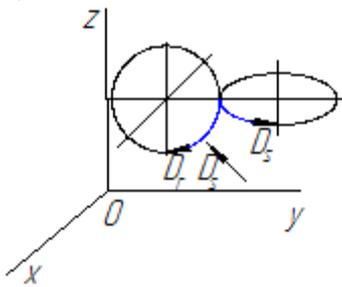


- а) круговое шлифование
- б) шлифование торцом круга
- в) плоское шлифование

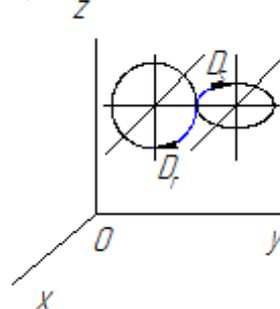
Выберите (отметьте) кинематическую схему резания, соответствующую виду обработки резанием



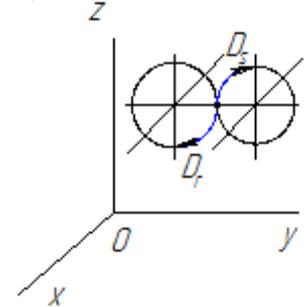
а)



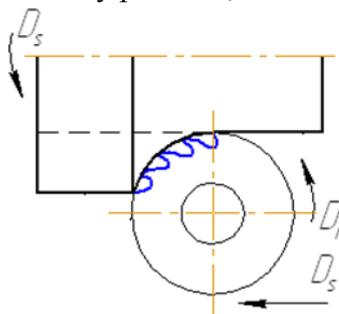
б)

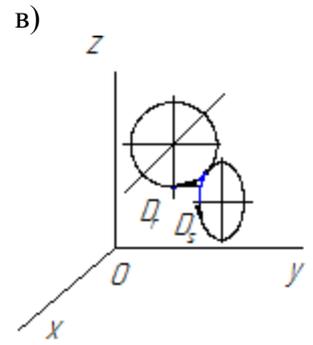
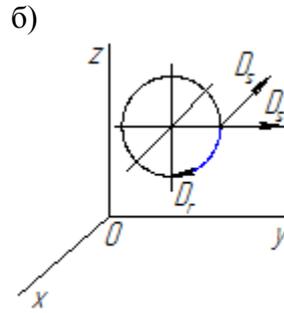
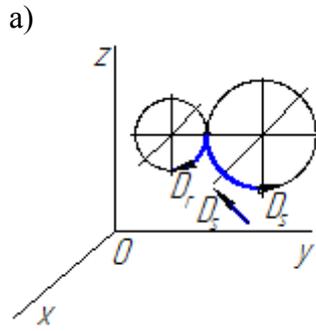


в)

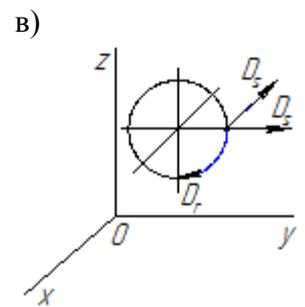
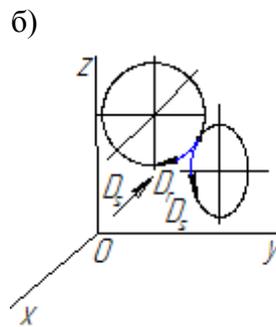
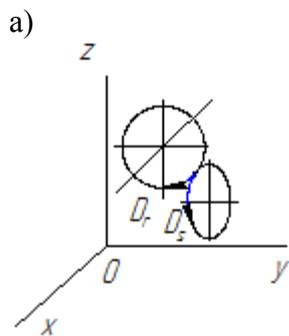
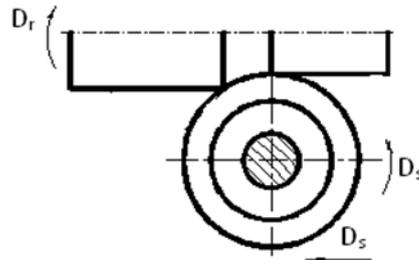


Выберите (отметьте) кинематическую схему резания, соответствующую виду обработки резанием

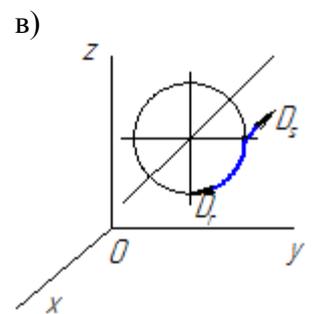
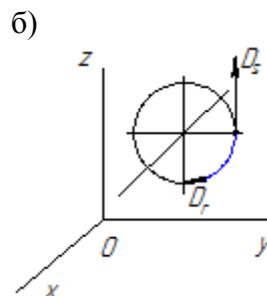
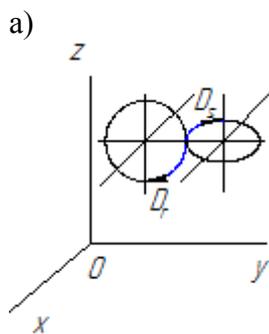
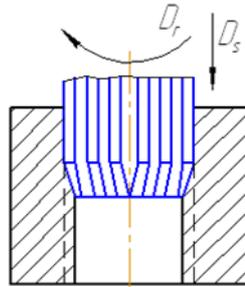




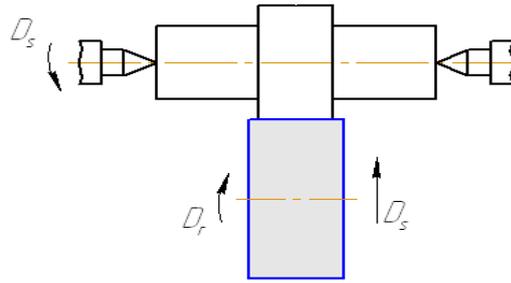
Выберите (отметьте) кинематическую схему резания, соответствующую виду обработки резанием



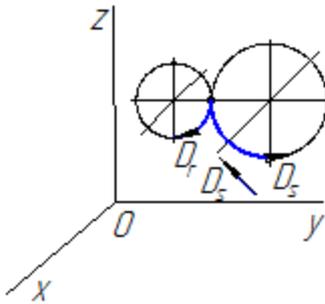
Выберите (отметьте) кинематическую схему резания, соответствующую виду обработки резанием



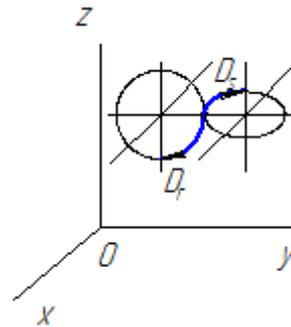
Выберите (отметьте) кинематическую схему резания, соответствующую виду обработки резанием



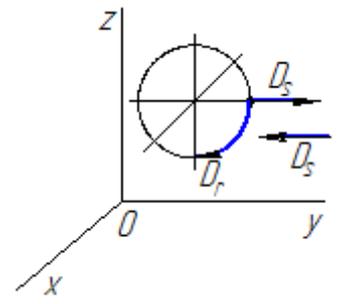
а)



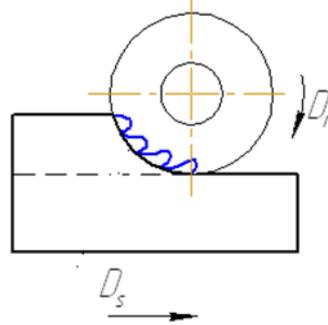
б)



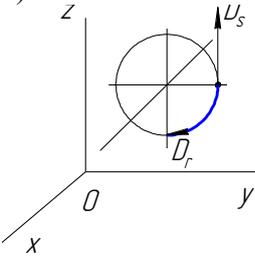
в)



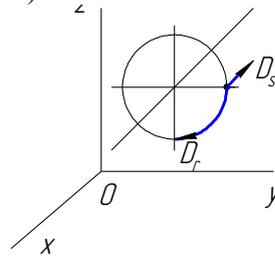
Выберите (отметьте) кинематическую схему резания, соответствующую виду обработки резанием



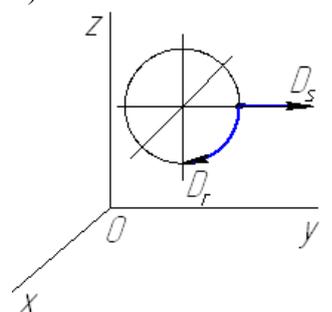
а)



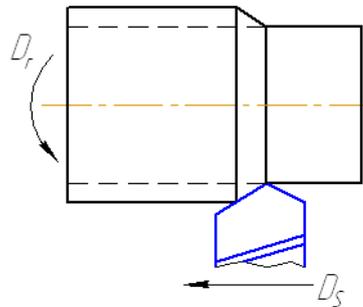
б)

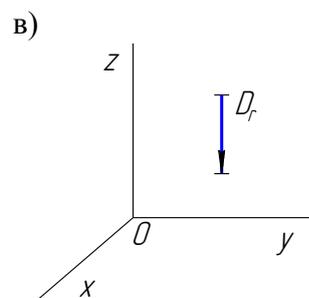
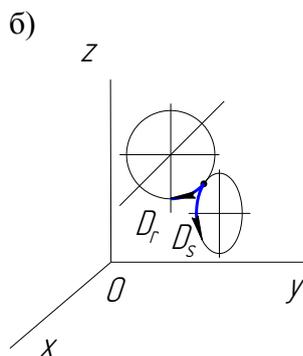
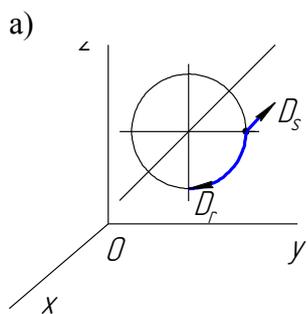


в)

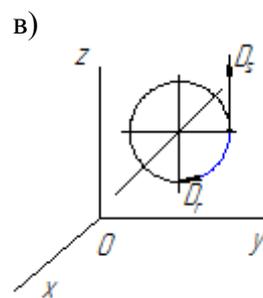
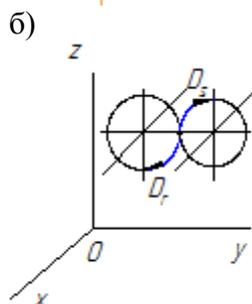
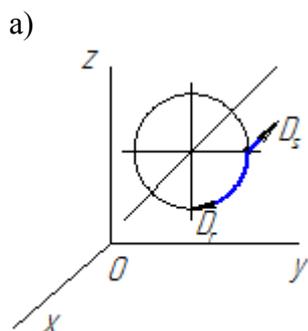
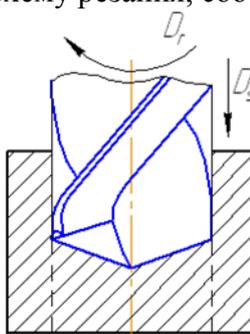


Выберите (отметьте) кинематическую схему резания, соответствующую виду обработки резанием

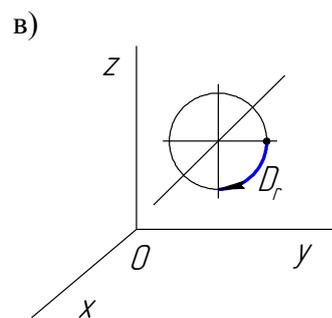
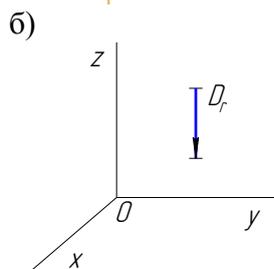
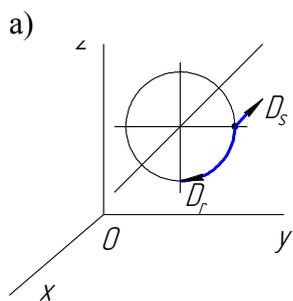
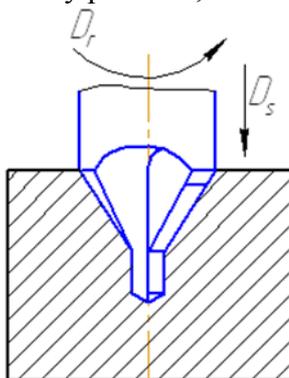




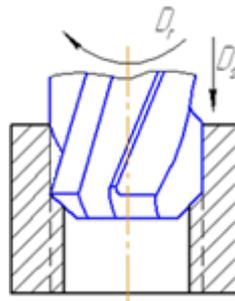
Выберите (отметьте) кинематическую схему резания, соответствующую виду обработки резанием



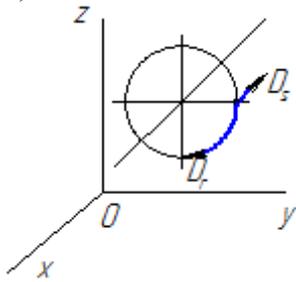
Выберите (отметьте) кинематическую схему резания, соответствующую виду обработки резанием



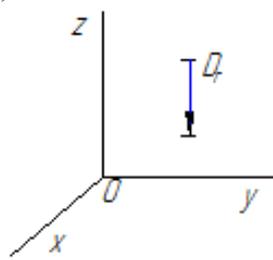
Выберите (отметьте) кинематическую схему резания, соответствующую виду обработки резанием



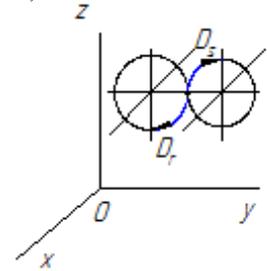
а)



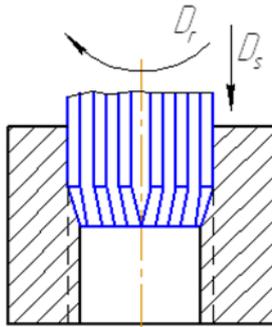
б)



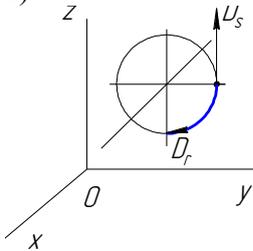
в)



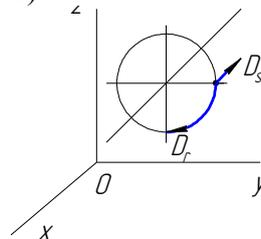
Выберите (отметьте) кинематическую схему резания, соответствующую виду обработки резанием



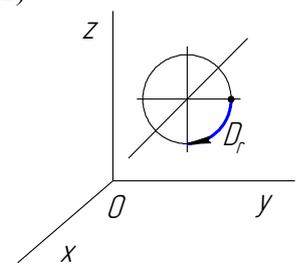
а)



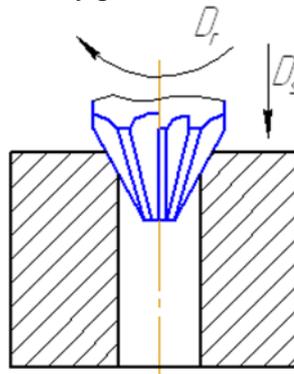
б)

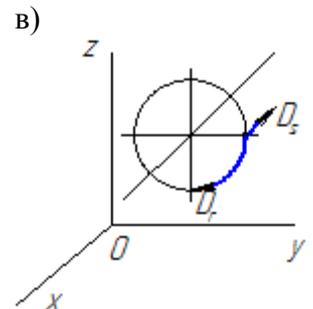
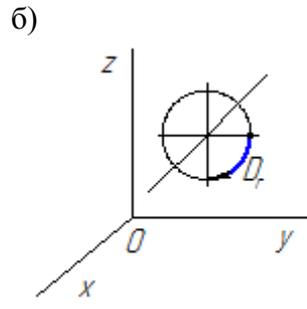
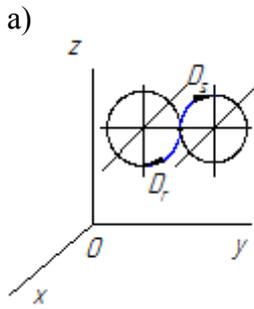


в)

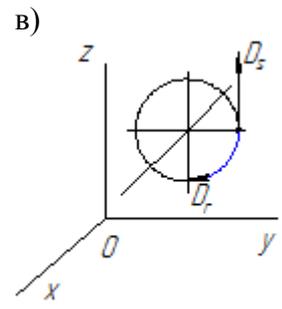
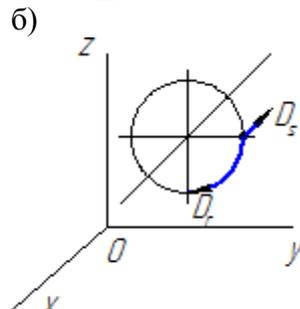
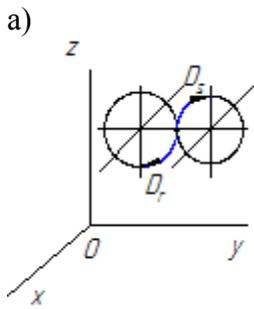
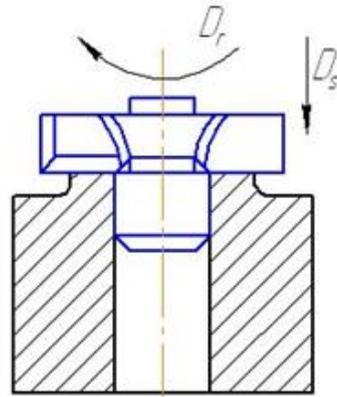


Выберите (отметьте) кинематическую схему резания, соответствующую виду обработки резанием

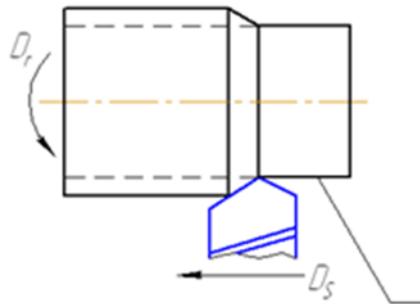




Выберите (отметьте) кинематическую схему резания, соответствующую виду обработки резанием

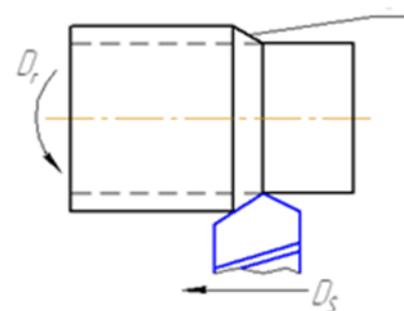


Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



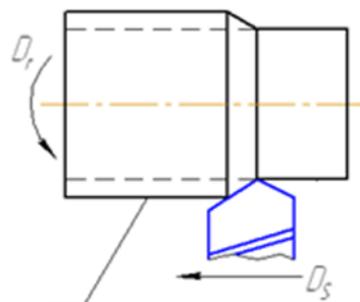
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



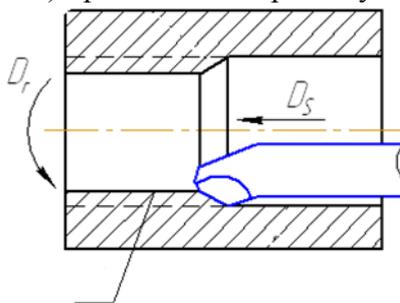
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



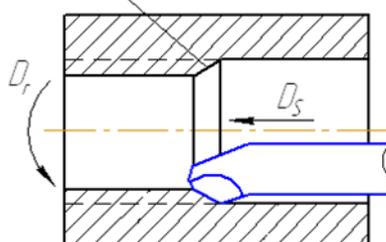
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



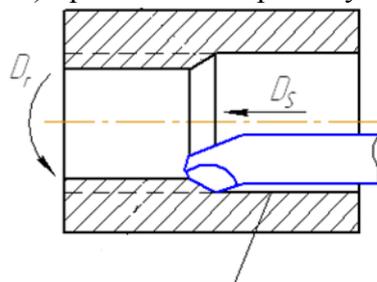
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



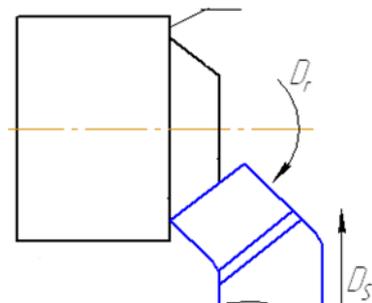
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



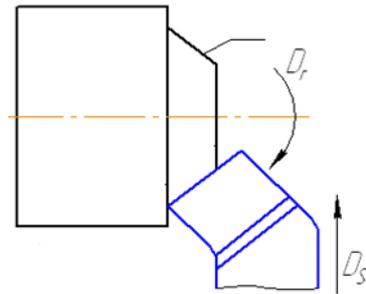
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



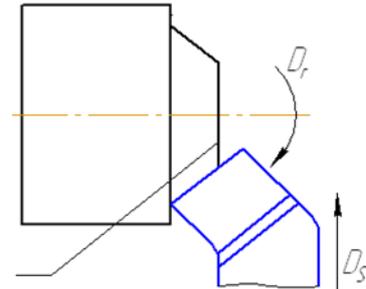
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



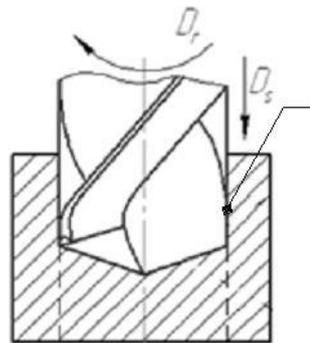
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



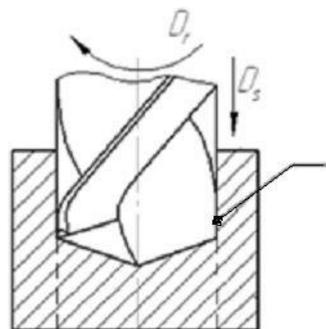
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



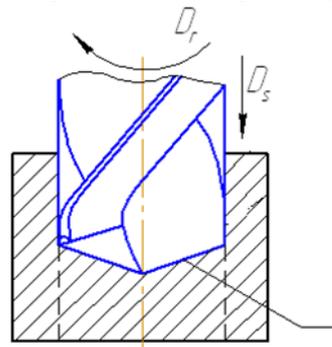
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



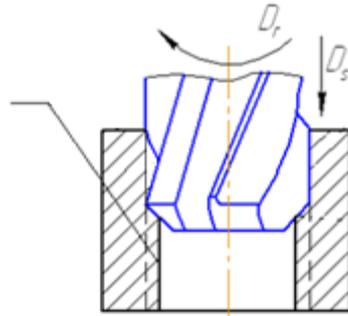
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



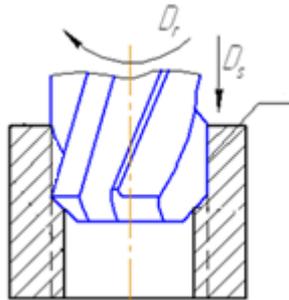
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



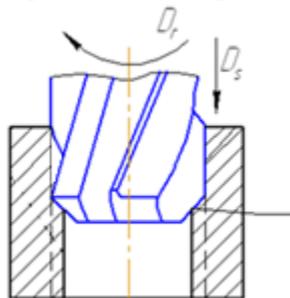
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



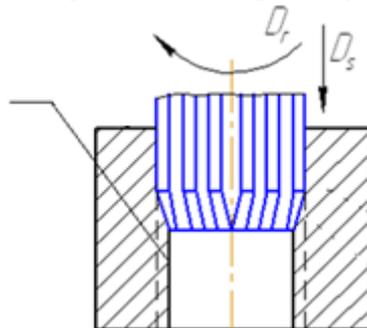
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



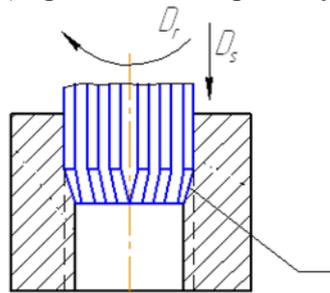
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



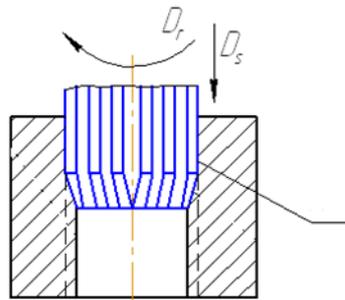
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



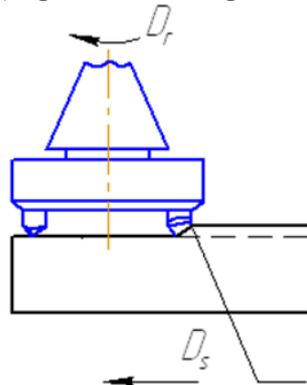
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



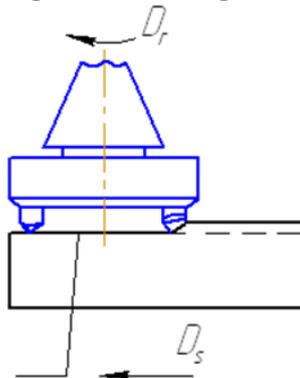
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



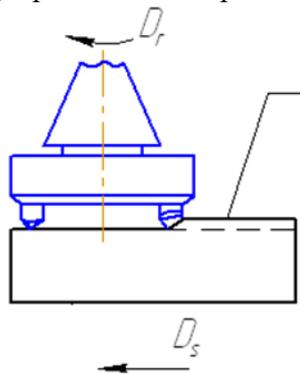
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



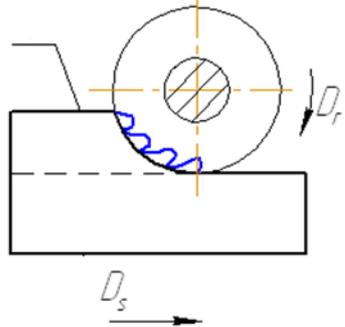
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



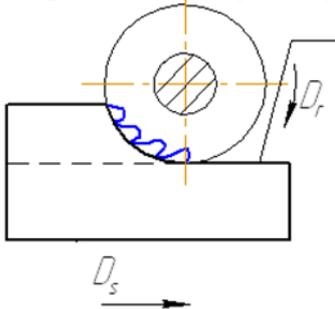
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



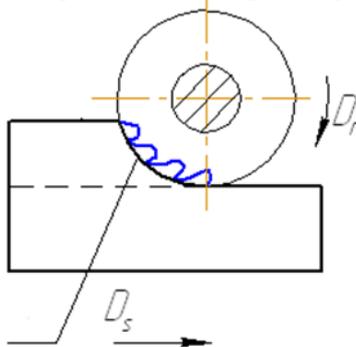
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



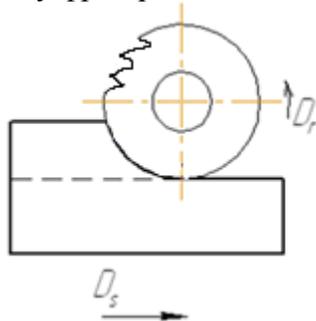
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Выберите (отметьте) правильный вариант указанной поверхности заготовки



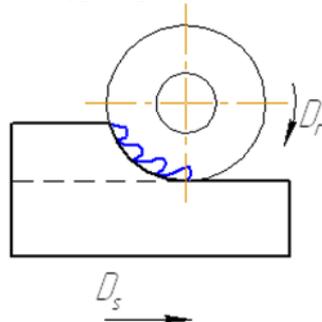
- а) обрабатываемая
- б) обработанная
- в) поверхность резания

Укажите к какому виду фрезерования относится данная схема обработки



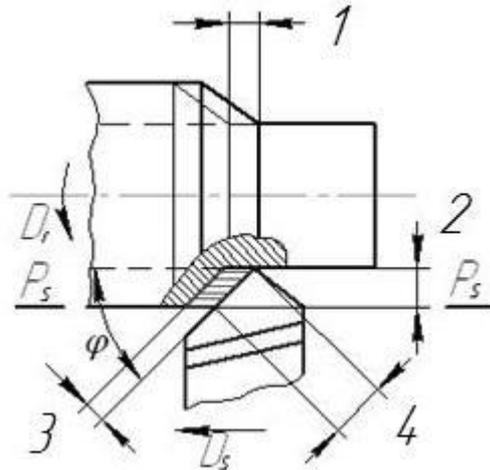
- а) встречное
- б) попутное
- в) равномерное

Укажите к какому виду фрезерования относится данная схема обработки



- а) встречное
- б) попутное
- в) равномерное

Покажите на схеме вида обработки резанием правильный вариант геометрических и технологических параметров срезаемого и снимаемого слоев



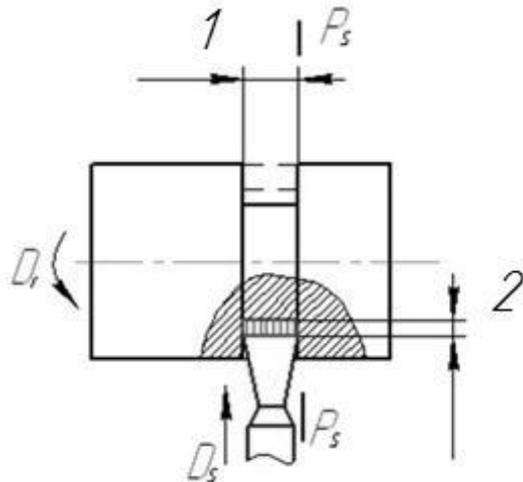
A – толщина срезаемого слоя, a
 Б – ширина срезаемого слоя, b
 В – подача, So
 Г – глубина резания, t

1	2	3	4
А	Б	В	Г

1	2	3	4
В	Г	А	Б

1	2	3	4
Г	Б	В	А

Покажите на схеме вида обработки резанием правильный вариант геометрических и технологических параметров срезаемого и снимаемого слоев



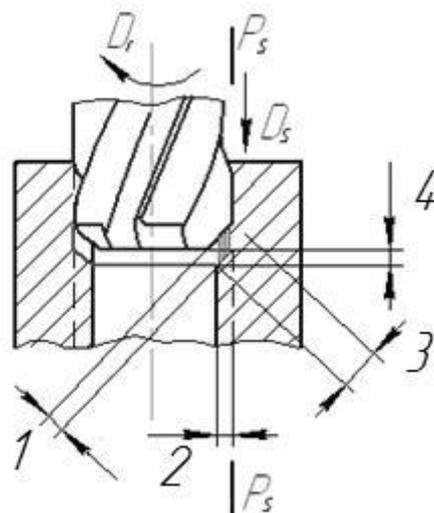
A – толщина срезаемого слоя, a
 Б – ширина срезаемого слоя, b
 В – подача, So
 Г – глубина резания, t

А	Б	В	Г
1	2	2	1

Г	Б	В	А
2	2	1	1

А	Б	В	Г
2	1	2	1

Покажите на схеме вида обработки резанием правильный вариант геометрических и технологических параметров срезаемого и снимаемого слоев



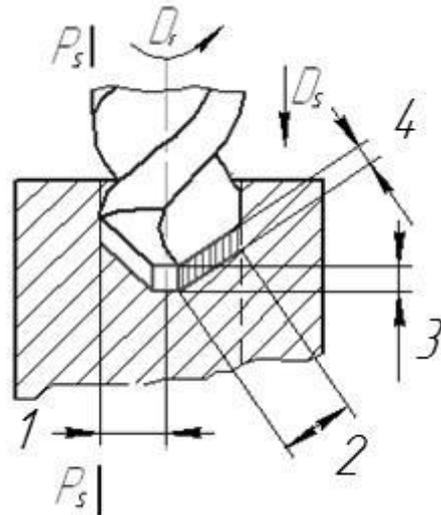
A – толщина срезаемого слоя, a
 Б – ширина срезаемого слоя, b
 В – подача, So
 Г – глубина резания, t

1	2	3	4
А	Б	В	Г

1	2	3	4
А	Г	Б	В

1	2	3	4
Г	Б	В	А

Покажите на схеме вида обработки резанием правильный вариант геометрических и технологических параметров срезаемого и снимаемого слоев



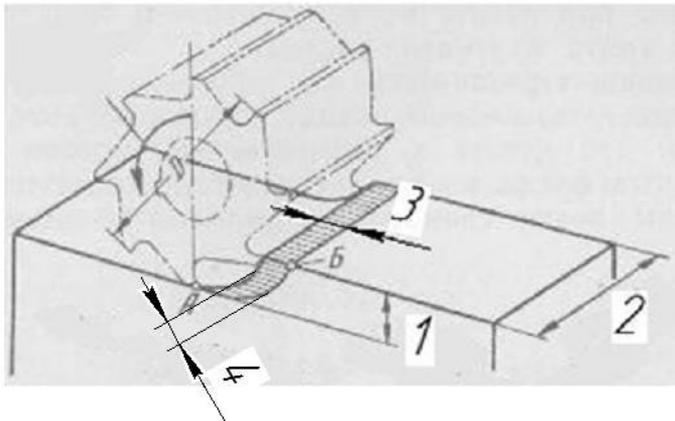
А – толщина срезаемого слоя, а
 Б – ширина срезаемого слоя, b
 В – подача, S_0
 Г – глубина резания, t

1	2	3	4
Г	Б	В	А

1	2	3	4
А	Б	В	Г

1	2	3	4
Б	А	Г	В

Покажите на схеме вида обработки резанием правильный вариант геометрических и технологических параметров срезаемого и снимаемого слоев



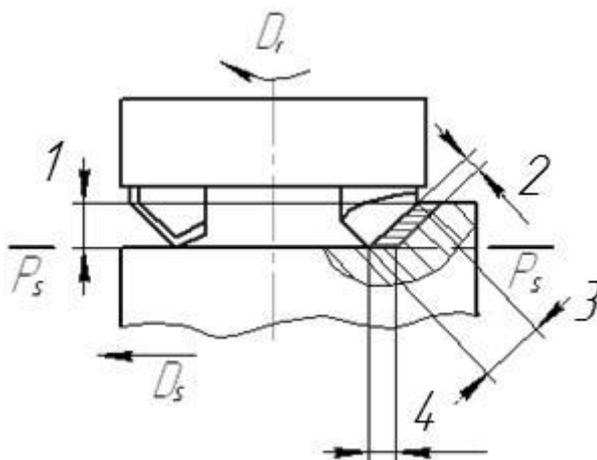
А – толщина срезаемого слоя, а
 Б – ширина срезаемого слоя, b
 В – глубина врезания фрезы
 Г – подача, S_0
 Д – глубина резания, t

1	2	3	4
А	Б	В	Г, Д

1	2	3	4
В	Б, Д	Г	А

1	2	3	4
А	Б, В	Г	Д

Покажите на схеме вида обработки резанием правильный вариант геометрических и технологических параметров срезаемого и снимаемого слоев



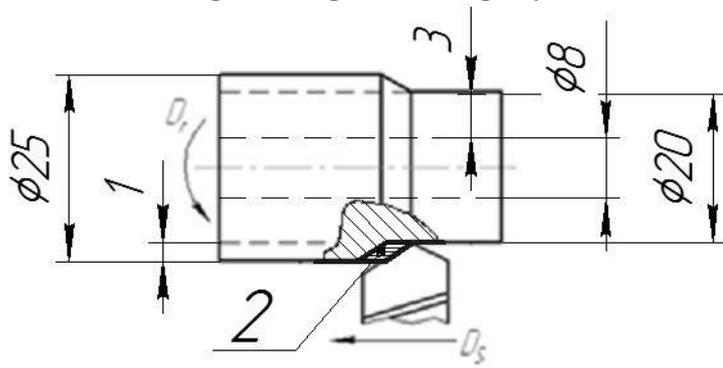
А – толщина срезаемого слоя, а
 Б – ширина срезаемого слоя, b
 В – подача, S_0
 Г – глубина резания, t

1	2	3	4
А	В	Б	Г

1	2	3	4
В	А	Г	Б

1	2	3	4
Г	А	Б	В

Покажите на схеме обработки резанием припуск, снимаемый и срезаемый слой



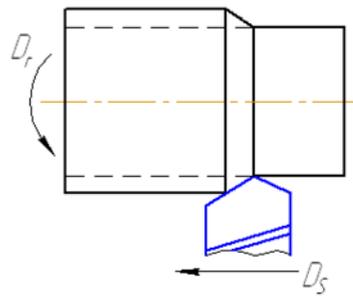
А – срезаемый слой
 Б – снимаемый слой
 В – припуск

1	2	3
А	Б	В

1	2	3
Б	А	В

1	2	3
В	А	Б

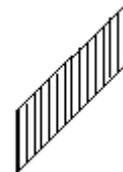
Выберите (отметьте) соответствующее схеме вида обработки резанием сечение срезаемого слоя



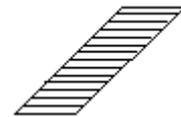
А)



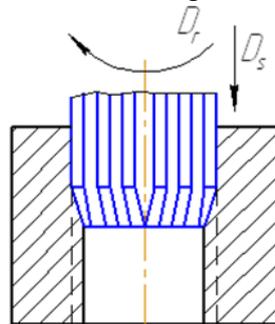
Б)



В)



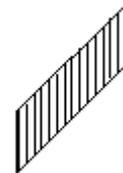
Выберите (отметьте) соответствующее схеме вида обработки резанием сечение срезаемого слоя



А)



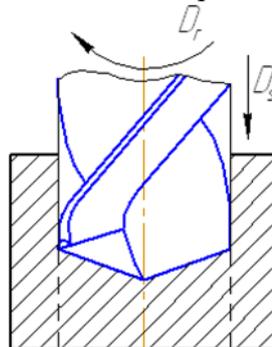
Б)



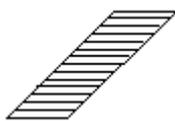
В)



Выберите (отметьте) соответствующее схеме вида обработки резанием сечение срезаемого слоя



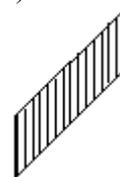
A)



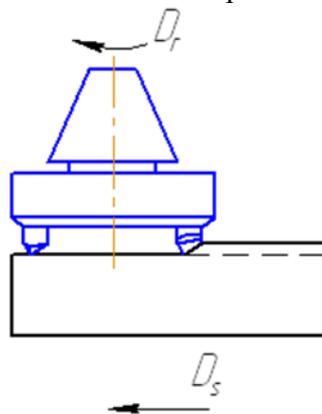
Б)



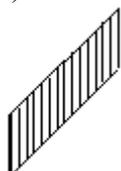
В)



Выберите (отметьте) соответствующее схеме вида обработки резанием сечение срезаемого слоя



A)



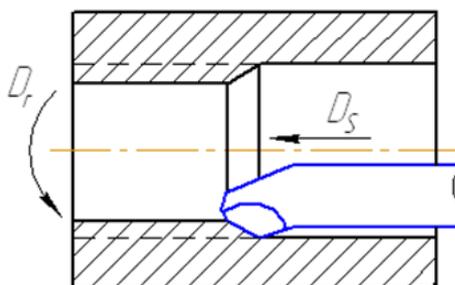
Б)



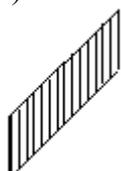
В)



Выберите (отметьте) соответствующее схеме вида обработки резанием сечение срезаемого слоя



A)



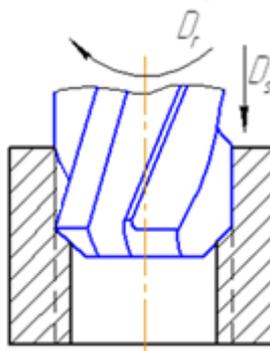
Б)



В)



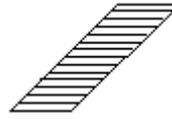
Выберите (отметьте) соответствующее схеме вида обработки резанием сечение срезаемого слоя



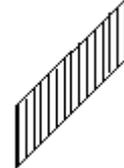
A)



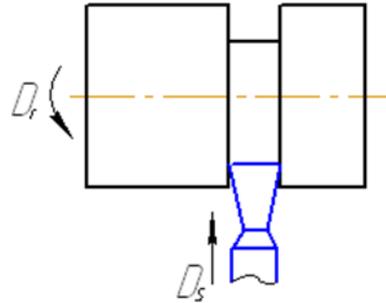
Б)



В)



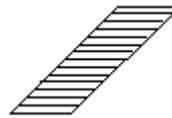
Выберите (отметьте) соответствующее схеме вида обработки резанием сечение срезаемого слоя



A)



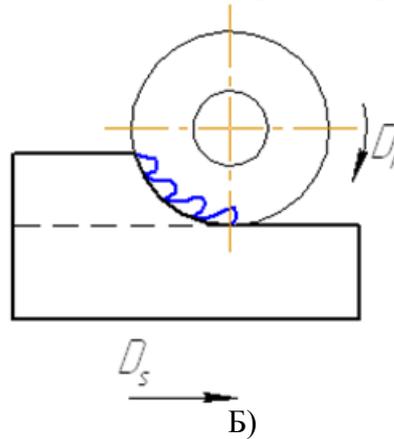
Б)



В)



Выберите (отметьте) соответствующее схеме вида обработки резанием сечение срезаемого слоя



A)



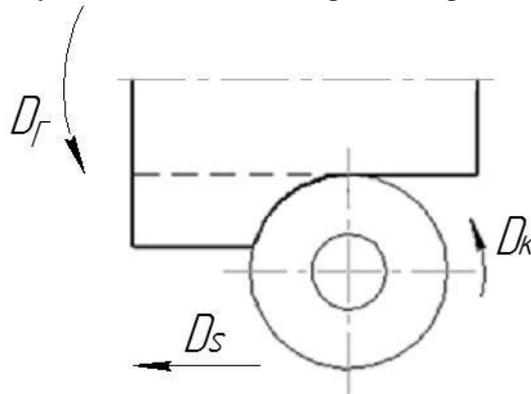
Б)



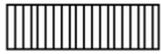
В)



Выберите (отметьте) соответствующее схеме вида обработки резанием сечение срезаемого слоя



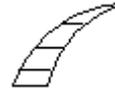
A)



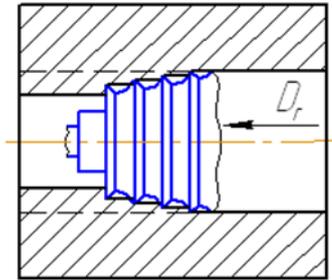
Б)



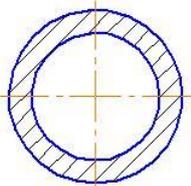
В)



Выберите (отметьте) соответствующее схеме вида обработки резанием сечение срезаемого слоя



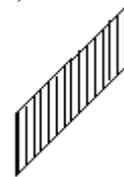
A)



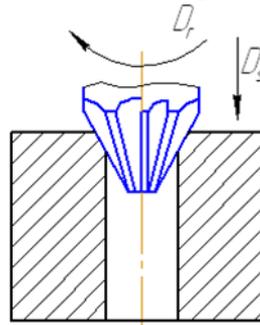
Б)



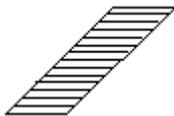
В)



Выберите (отметьте) соответствующее схеме вида обработки резанием сечение срезаемого слоя



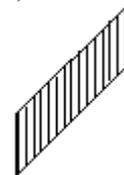
A)



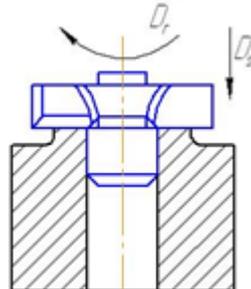
Б)



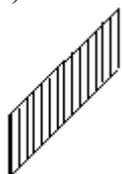
В)



Выберите (отметьте) соответствующее схеме вида обработки резанием сечение срезаемого слоя



A)



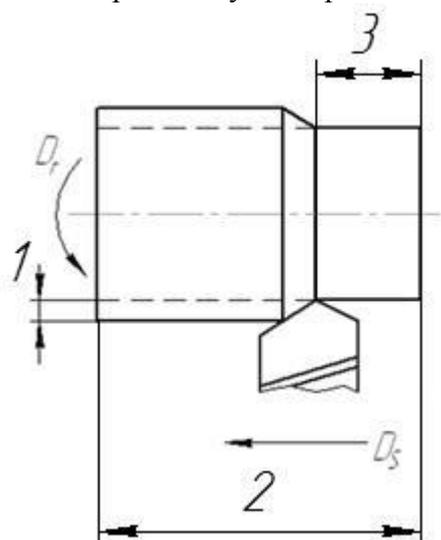
Б)



В)

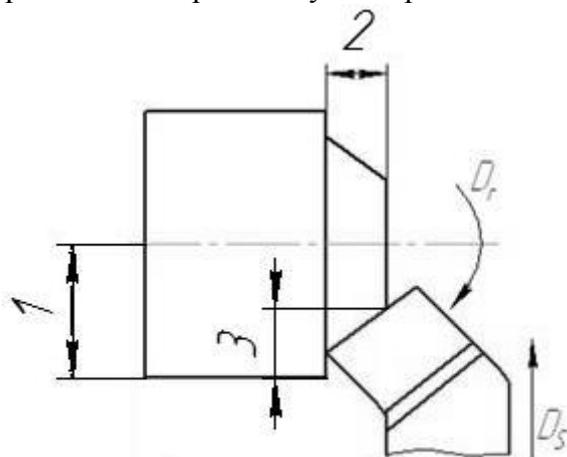


Отметьте правильный вариант глубины резания t



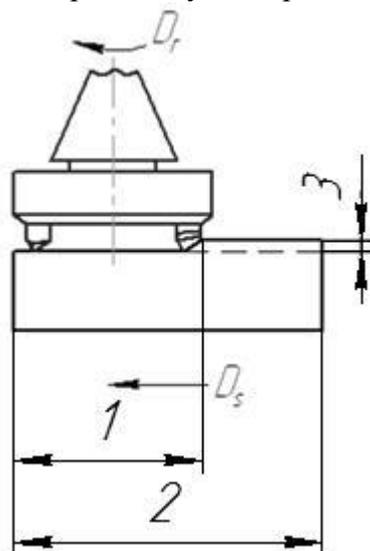
- а) 1
- б) 2
- в) 3

Отметьте правильный вариант глубины резания t



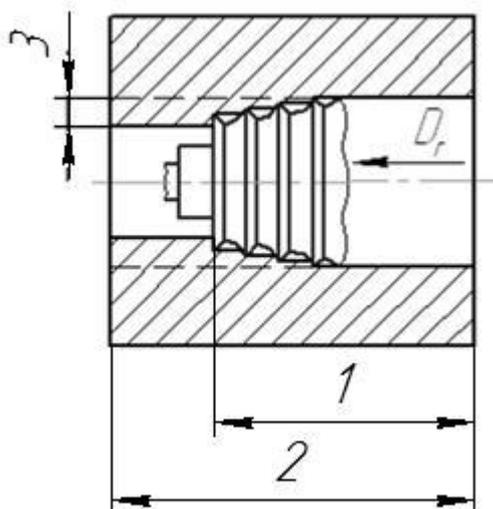
- а) 1
- б) 2
- в) 3

Отметьте правильный вариант глубины резания t



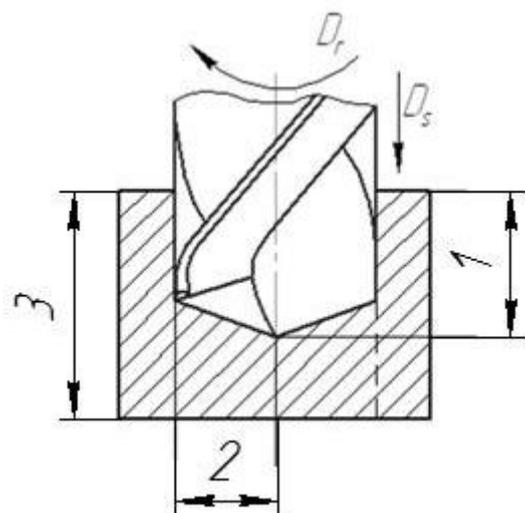
- а) 1
- б) 2
- в) 3

Отметьте правильный вариант глубины резания t



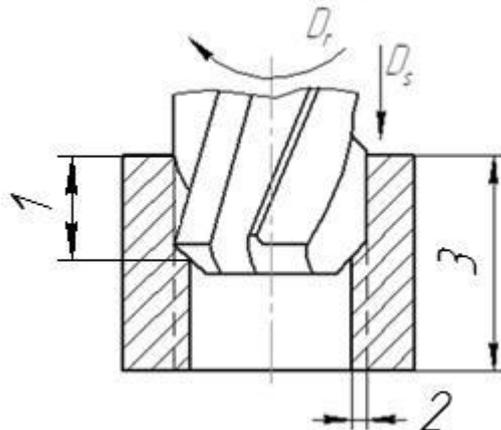
- а) 1
- б) 2
- в) 3

Отметьте правильный вариант глубины резания t



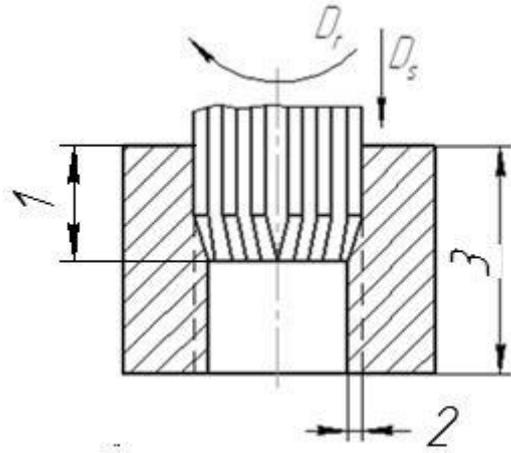
- а) 1
- б) 2
- в) 3

Отметьте правильный вариант глубины резания t



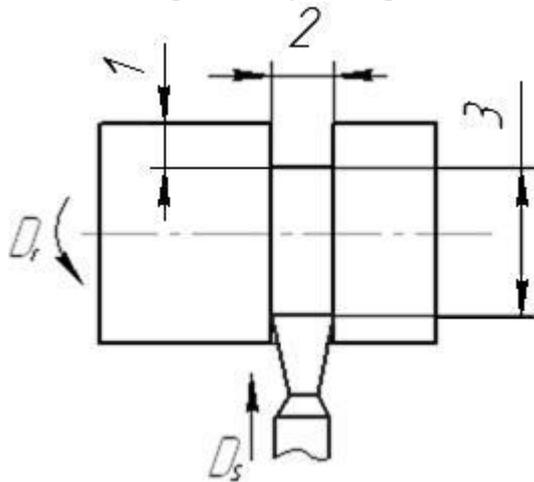
- а) 1
- б) 2
- в) 3

Отметьте правильный вариант глубины резания t



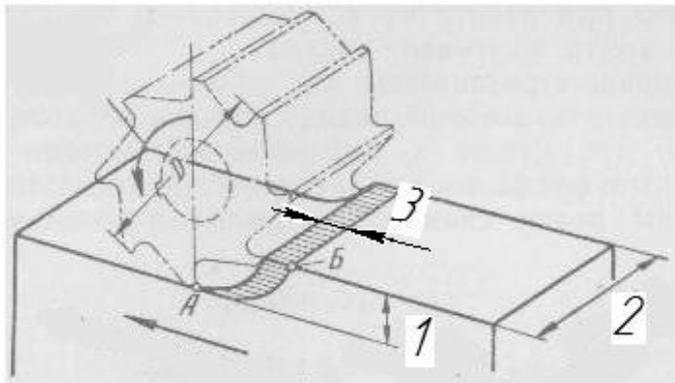
- а) 1
- б) 2
- в) 3

Отметьте правильный вариант глубины резания t



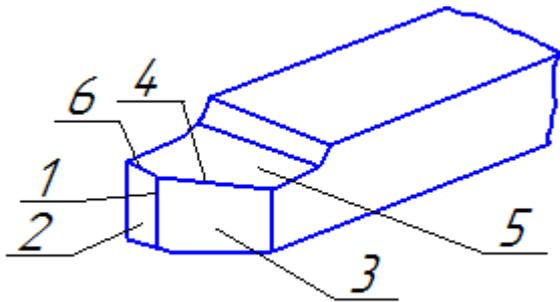
- а) 1
- б) 2
- в) 3

Отметьте правильный вариант глубины резания t



- а) 1
- б) 2
- в) 3

Укажите правильный вариант обозначения элементов лезвия токарного резца



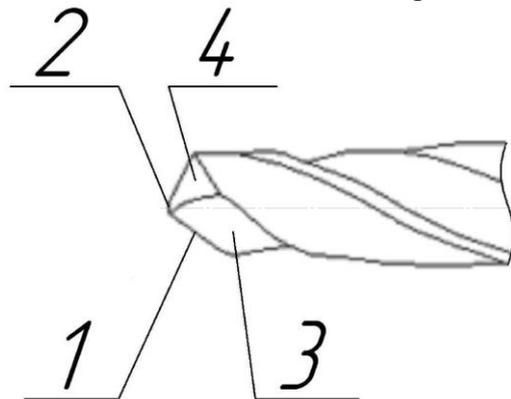
- А. Передняя поверхность
- Б. Вершина
- В. Главная задняя поверхность
- Г. Вспомогательная задняя поверхность
- Д. Главная режущая кромка
- Е. Вспомогательная режущая кромка

1	2	3	4	5	6
А	Б	В	Д	Г	Е

1	2	3	4	5	6
Б	Г	В	Д	А	Е

1	2	3	4	5	6
В	Г	Д	А	Б	Е

Укажите элементы лезвия сверла



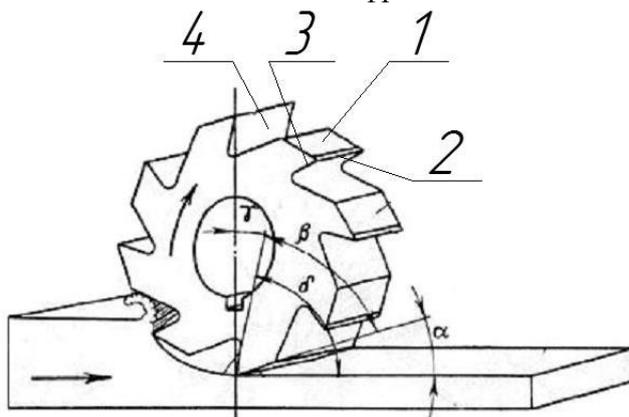
- А. Главная режущая кромка
- Б. Задняя поверхность
- В. Передняя поверхность
- Г. Перемычка

1	2	3	4
Г	А	В	Б

1	2	3	4
А	Б	В	Г

1	2	3	4
А	Г	В	Б

Укажите элементы лезвия фрезы



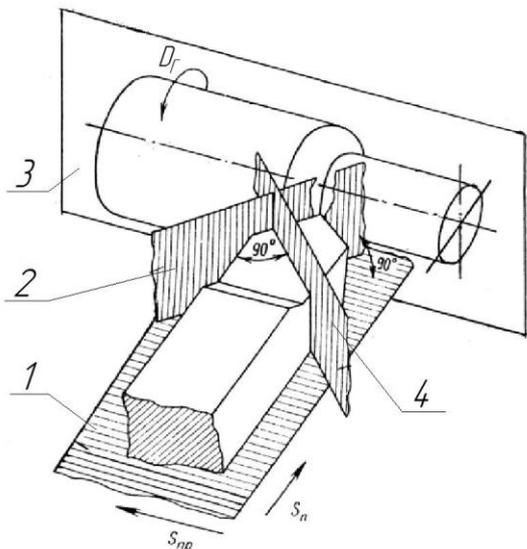
- А. Передняя поверхность
- Б. Задняя поверхность
- В. Главная режущая кромка
- Г. Вспомогательная режущая кромка

1	2	3	4
Б	В	Г	А

1	2	3	4
А	Б	В	Г

1	2	3	4
Г	В	Б	А

Отметьте правильное наименование и расположение плоскостей статической системы координат



- А. Главная секущая плоскость
- Б. Основная плоскость
- В. Плоскость резания
- Г. Рабочая плоскость

1	2	3	4
Б	В	Г	А

1	2	3	4
А	Б	В	Г

1	2	3	4
В	А	Б	Г

Отметьте правильное определение статической системы координат

- а) Прямоугольная система координат с началом в рассматриваемой точке режущей кромки, ориентированная относительно направления скорости главного движения резания
- б) Прямоугольная система координат с началом в рассматриваемой точке режущей кромки, ориентированная относительно направления скорости результирующего движения резания
- в) Прямоугольная система координат с началом в вершине лезвия, ориентированная относительно геометрических элементов режущего инструмента, принятых за базу

Отметьте правильное определение кинематической системы координат

- а) Прямоугольная система координат с началом в рассматриваемой точке режущей кромки, ориентированная относительно направления скорости главного движения резания
- б) Прямоугольная система координат с началом в рассматриваемой точке режущей кромки, ориентированная относительно направления скорости результирующего движения резания
- в) Прямоугольная система координат с началом в вершине лезвия, ориентированная относительно геометрических элементов режущего инструмента, принятых за базу

Отметьте правильное определение инструментальной системы координат

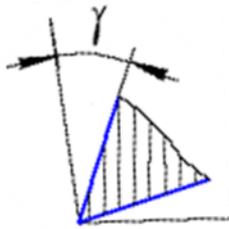
- а) Прямоугольная система координат с началом в рассматриваемой точке режущей кромки, ориентированная относительно направления скорости главного движения резания
- б) Прямоугольная система координат с началом в рассматриваемой точке режущей кромки, ориентированная относительно направления скорости результирующего движения резания
- в) Прямоугольная система координат с началом в вершине лезвия, ориентированная относительно геометрических элементов режущего инструмента, принятых за базу

Выберите (отметьте) наименование угла лезвия инструмента



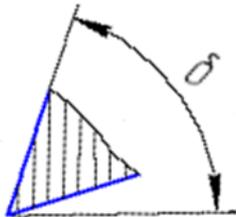
- а) угол заострения
- б) передний угол
- в) задний угол

Выберите (отметьте) наименование угла лезвия инструмента



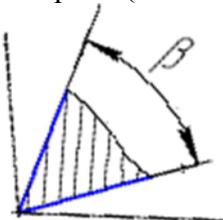
- а) передний угол
- б) угол наклона кромки
- в) угол в плане

Выберите (отметьте) наименование угла лезвия инструмента



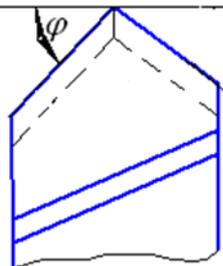
- а) угол в плане
- б) угол резания
- в) угол заострения

Выберите (отметьте) наименование угла лезвия инструмента



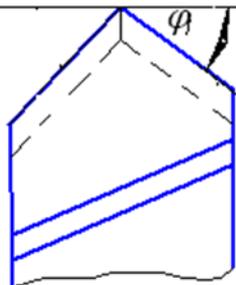
- а) угол заострения
- б) задний угол
- в) угол при вершине

Выберите (отметьте) наименование угла лезвия инструмента



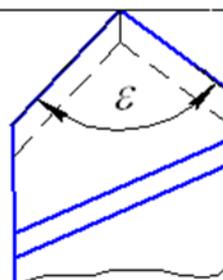
- а) главный угол в плане
- б) вспомогательный угол в плане
- в) передний угол

Выберите (отметьте) наименование угла лезвия инструмента



- а) задний угол
- б) главный угол в плане
- в) вспомогательный угол в плане

Выберите (отметьте) наименование угла лезвия инструмента



- а) угол заострения
- б) угол резания
- в) угол в плане

Определите правильное сочетание значений углов резца в главной секущей плоскости

Передний угол = 5°

Задний угол = ?

Угол заострения = 77°

Угол резания = ?

α	β	γ	δ
85	77	5	8

α	β	γ	δ
8	77	5	85

α	β	γ	δ
8	77	5	12

Определите правильное сочетание значений углов резца в основной плоскости

Главный угол в плане = 45°

Вспомогательный угол в плане = 45°

Угол при вершине = ?

φ	φ_1	ε
45	45	90

φ	φ_1	ε
45	45	0

φ	φ_1	ε
45	45	45

Выберите правильный вариант значений элементов режима резания при обтачивании заготовки

$D=20$ мм

$D=16$ мм

$n=1200$ мин⁻¹

$l_{2\text{мин}}=480$ мм

t, мм	v, м/мин	s, мм/об
2	75,3	0,4

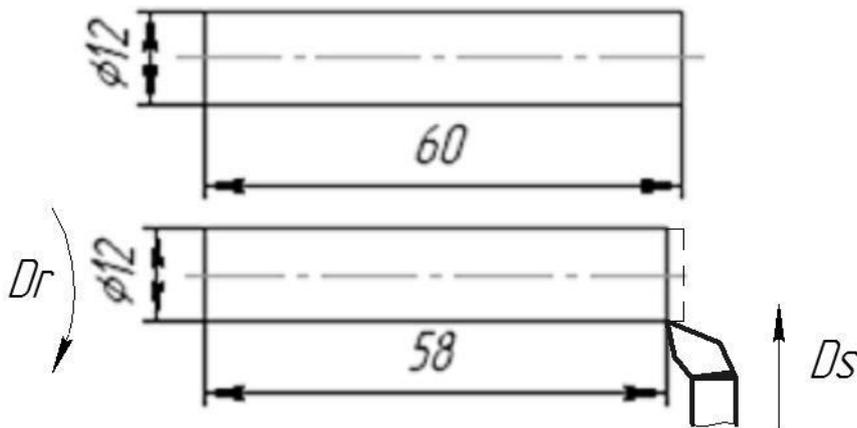
t, мм	v, м/мин	s, мм/об
4	50	0,8

t, мм	v, м/мин	s, мм/об
3	75,3	0,4

Выберите правильный вариант глубины резания и частоты вращения шпинделя станка

Подрезание торца за 1 проход

$v=40$ м/мин



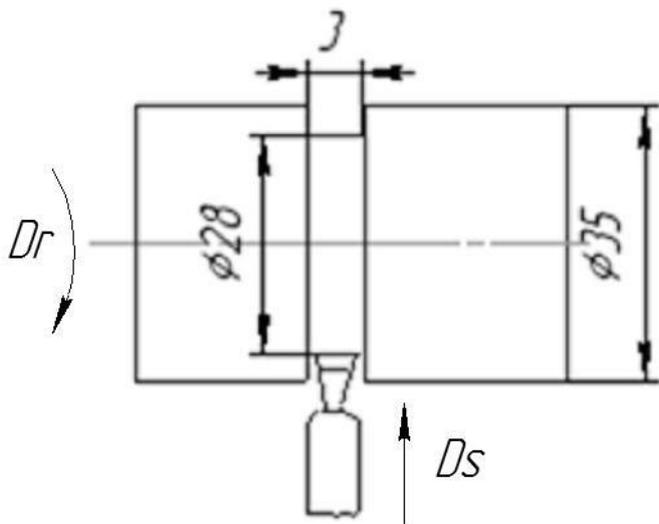
t мм	n об/мин
2	1000

t мм	n об/мин
12	650

t мм	n об/мин
1	1000

Выберите правильный вариант глубины резания и частоты вращения шпинделя станка

Протачивание канавки
 $v=20$ м/мин

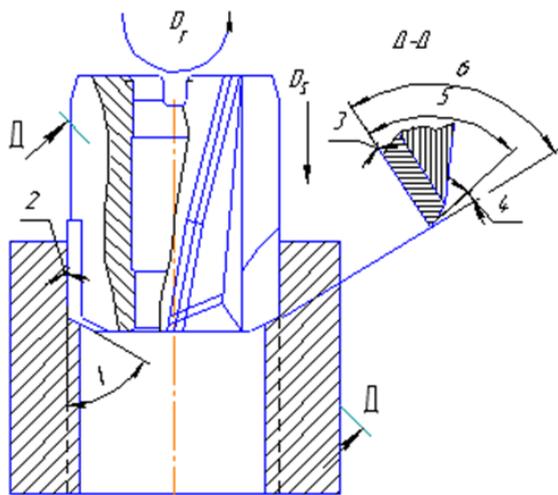


t мм	n об/мин
3	180

t мм	n об/мин
3,5	250

t мм	n об/мин
6	180

Укажите углы лезвия насадного зенкера



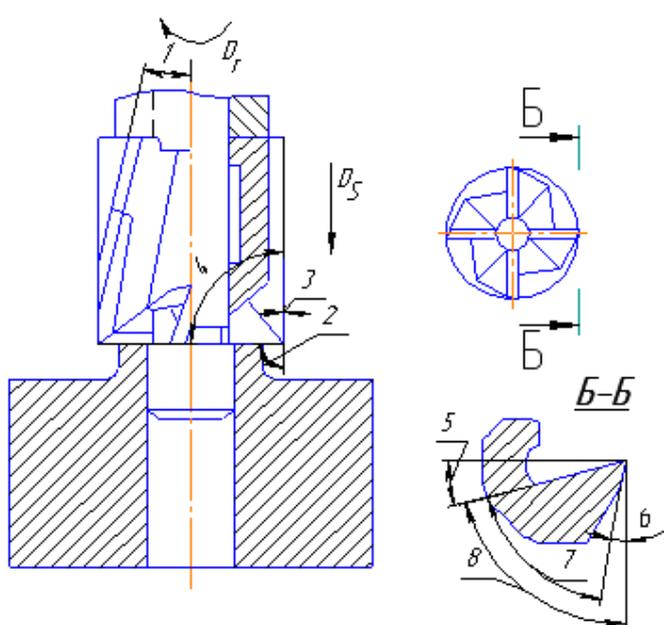
- А. Главный угол в плане φ
- Б. Передний угол γ
- В. Задний угол α
- Г. Угол заострения β
- Д. Вспомогательный угол в плане φ_1
- Е. Угол резания δ

1	2	3	4	5	6
А	Е	Б	В	Г	Д

1	2	3	4	5	6
А	Д	Б	В	Г	Е

1	2	3	4	5	6
Б	Д	Е	А	Г	В

Укажите углы лезвия цековки



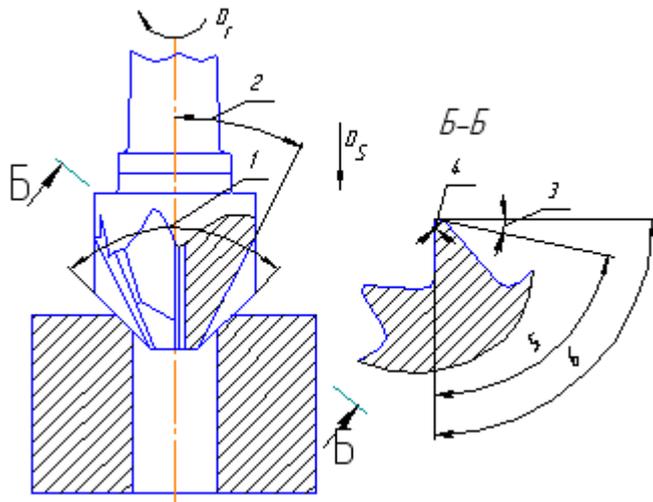
- А. Главный угол в плане φ
- Б. Передний угол γ
- В. Задний угол α
- Г. Угол наклона винтовых канавок ω .
- Д. Угол заострения β
- Е. Угол резания δ
- Ж. Вспомогательный угол в плане φ_1
- З. Угол при вершине ε

1	2	3	4	5	6	7	8
Ж	Е	Г	З	Б	В	Д	А

1	2	3	4	5	6	7	8
А	Ж	Г	З	Б	В	Д	Е

1	2	3	4	5	6	7	8
Г	А	Ж	З	Б	В	Д	Е

Укажите углы лезвия зенковки



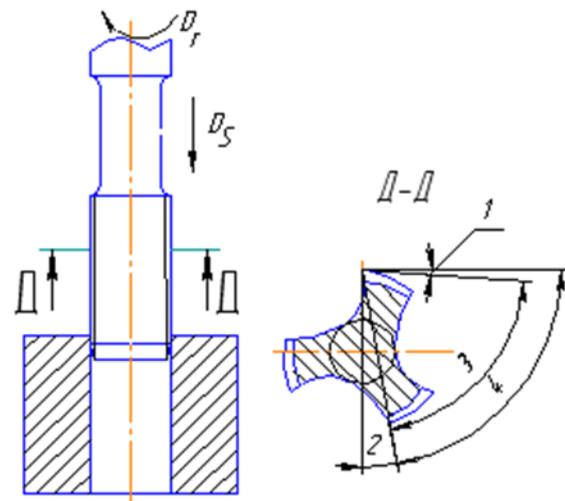
- А. Угол при вершине 2φ .
- Б. Передний угол γ
- В. Задний угол α
- Г. Угол наклона винтовых канавок ω .
- Д. Угол заострения β
- Е. Угол резания δ

1	2	3	4	5	6
А	Г	В	Б	Д	Е

1	2	3	4	5	6
А	Б	В	Г	Д	Е

1	2	3	4	5	6
Е	В	А	Б	Д	Г

Укажите углы лезвия метчика



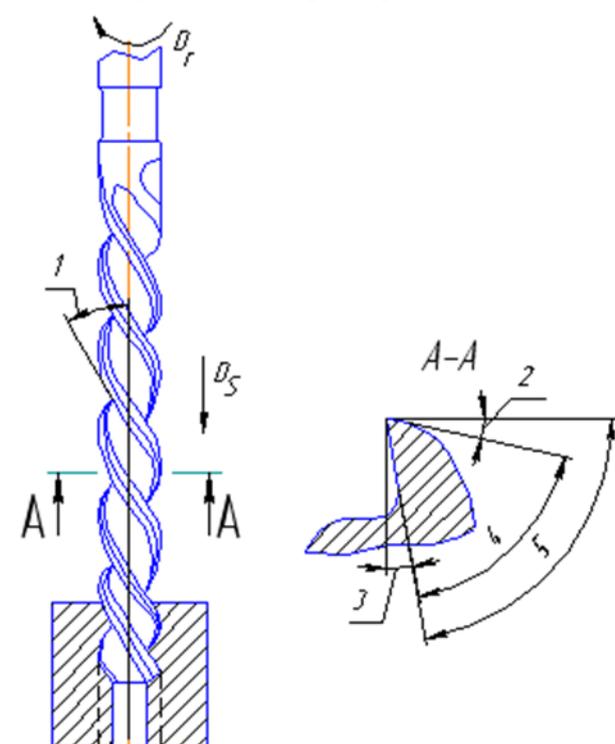
- А. Передний угол γ
- Б. Задний угол α
- В. Угол заострения β
- Г. Угол резания δ

1	2	3	4
А	Б	В	Г

1	2	3	4
Б	А	В	Г

1	2	3	4
Б	Г	В	А

Укажите углы лезвия развертки



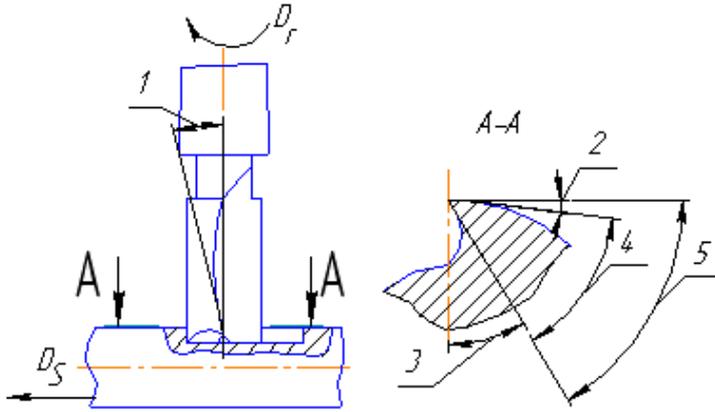
- А. Угол резания δ
- Б. Передний угол γ
- В. Задний угол α
- Г. Угол наклона винтовых канавок ω .
- Д. Угол заострения β

1	2	3	4	5
Г	В	Б	Д	А

1	2	3	4	5
А	Б	В	Г	Д

1	2	3	4	5
А	Д	Б	В	Г

Укажите углы лезвия концевой фрезы



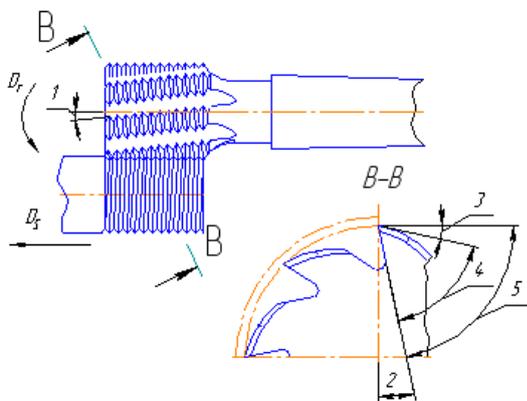
- А. Угол резания δ
- Б. Передний угол γ
- В. Задний угол α
- Г. Угол наклона винтовых канавок ω .
- Д. Угол заострения β

1	2	3	4	5
А	Б	В	Г	Д

1	2	3	4	5
Г	В	Б	Д	А

1	2	3	4	5
А	В	Б	Д	Г

Укажите углы лезвия концевой резьбовой гребенчатой фрезы



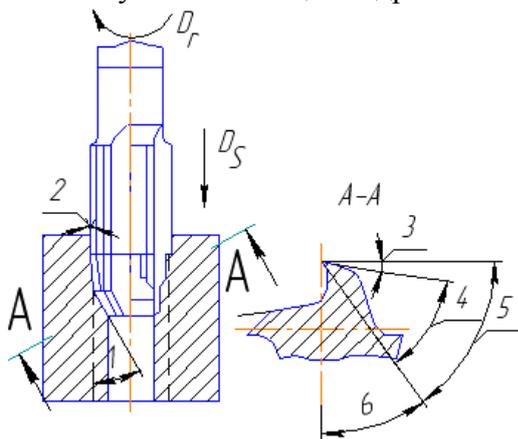
- А. Угол резания δ
- Б. Передний угол γ
- В. Задний угол α
- Г. Угол наклона винтовых канавок ω .
- Д. Угол заострения β

1	2	3	4	5
Г	Б	В	Д	А

1	2	3	4	5
А	Б	В	Г	Д

1	2	3	4	5
А	Б	Д	В	Г

Укажите углы лезвия цилиндрической развертки



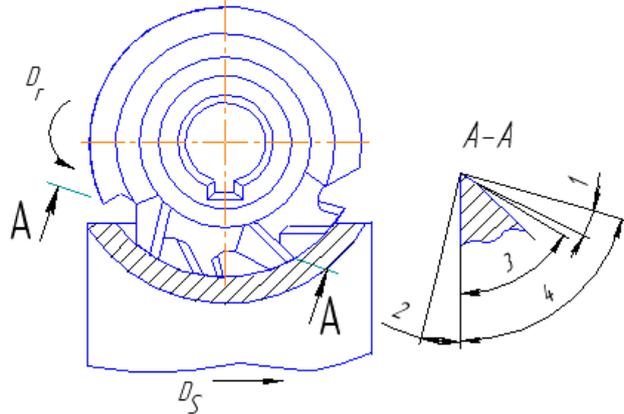
- А. Главный угол в плане φ
- Б. Передний угол γ
- В. Задний угол α
- Г. Вспомогательный угол в плане φ_1
- Д. Угол заострения β
- Е. Угол резания δ

1	2	3	4	5	6
А	Г	В	Д	Е	Б

1	2	3	4	5	6
А	Б	В	Г	Д	Е

1	2	3	4	5	6
Б	Г	В	Д	Е	А

Укажите углы лезвия дисковой фрезы



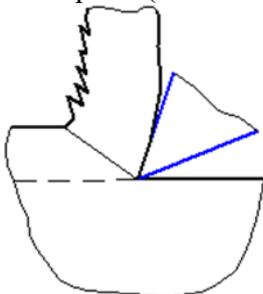
- А. Угол резания δ
- Б. Передний угол γ
- В. Задний угол α
- Г. Угол заострения β

1	2	3	4
В	Б	Г	А

1	2	3	4
А	Б	В	Г

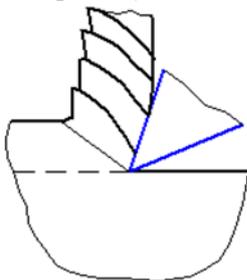
1	2	3	4
А	Б	Г	В

Выберите (отметьте) вид стружки



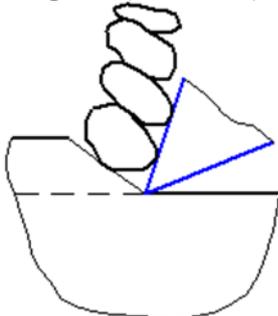
- а) сливная
- б) элементная
- в) надлома

Выберите (отметьте) вид стружки



- а) сливная
- б) элементная
- в) надлома

Выберите (отметьте) вид стружки



- а) сливная
- б) элементная
- в) надлома

Отметьте формулу для определения коэффициента утолщения стружки

$$k_a = \frac{a_1}{a}$$

$$k_a = \frac{a}{a_1}$$

$$k_a = a_1 \cdot a$$

Отметьте формулу для определения коэффициента укорочения стружки

$$k_l = \frac{l_1}{l}$$

$$k_l = \frac{l}{l_1}$$

$$k_l = l_1 \cdot l$$

Отметьте формулу для определения коэффициента уширения стружки

$$k_b = \frac{b_1}{b}$$

$$k_b = \frac{b}{b_1}$$

$$k_b = b_1 \cdot b$$

Объем стружки по сравнению с объемом срезаемого слоя

- а) Больше
- б) Меньше
- в) Одинаковый

Отметьте правильную последовательность стружкообразования:

- а) Образование элемента смятия, разрушение элемента срезаемого слоя, формирование стружки
- б) Образование элемента смятия, формирование стружки, разрушение элемента срезаемого слоя
- в) Нет правильного ответа

Выберите правильное определение усадки стружки

- а) Изменение геометрических размеров стружки по сравнению с размерами срезаемого слоя в процессе резания
- б) Изменение геометрических размеров стружки по сравнению с размерами снимаемого слоя в процессе резания
- в) Изменение геометрических размеров срезаемого слоя по сравнению с размерами стружки

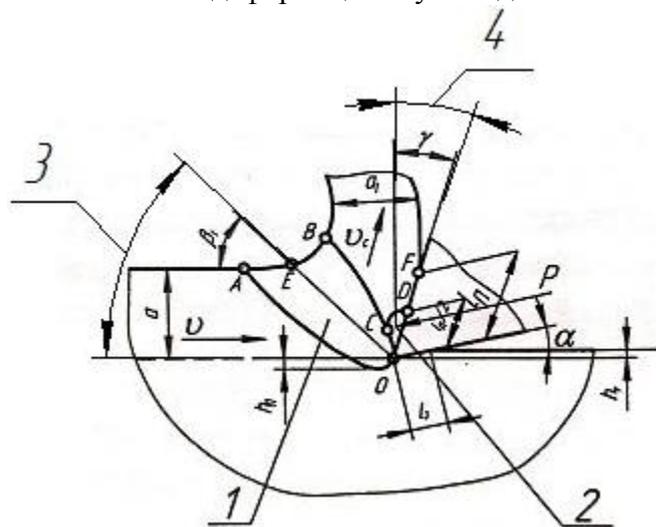
Возможен ли переход от элементной стружки к сливной при обработке одного и того же материала?

- а) При увеличении переднего угла
- б) При уменьшении переднего угла
- в) Невозможен

Возможен ли переход от элементной стружки к сливной при обработке одного и того же материала?

- а) При увеличении скорости резания
- б) При уменьшении подачи
- в) Невозможен

Укажите зоны деформации и угол сдвига



А – зона первичной деформации

Б – зона вторичной деформации

В – угол сдвига

Г – передний угол лезвия

А	Б	В	Г
1	2	3	4

А	Б	В	Г
2	3	1	4

А	Б	В	Г
4	2	3	1

Нарост при резании:

- а) Часть обрабатываемого материала
- б) Часть инструментального материала
- в) Часть обрабатываемого и инструментального материала

Относительный сдвиг – это:

- а) Отношение толщины элемента к абсолютному сдвигу
- б) Отношение абсолютного сдвига к толщине элемента
- в) Произведение абсолютного сдвига и толщины элемента

Адгезия – это:

- а) Схватывание
- б) Перенос
- в) Поглощение

Диффузия – это:

- а) Схватывание
- б) Перенос
- в) Поглощение

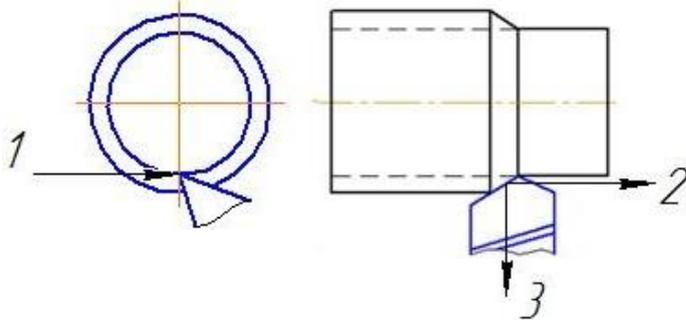
Адсорбция – это:

- а) Поглощение внешнее
- б) Поглощение внутреннее
- в) Перенос

Абсорбция – это:

- а) Поглощение внешнее
- б) Поглощение внутреннее
- в) Схватывание

Укажите составляющие силы резания:



А – тангенциальная

Б – радиальная

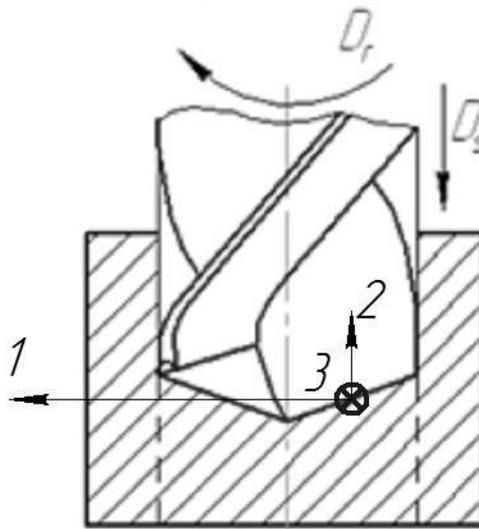
В – осевая

А	Б	В
1	3	2

А	Б	В
3	1	2

А	Б	В
1	2	3

Укажите составляющие силы резания:



А – тангенциальная

Б – радиальная

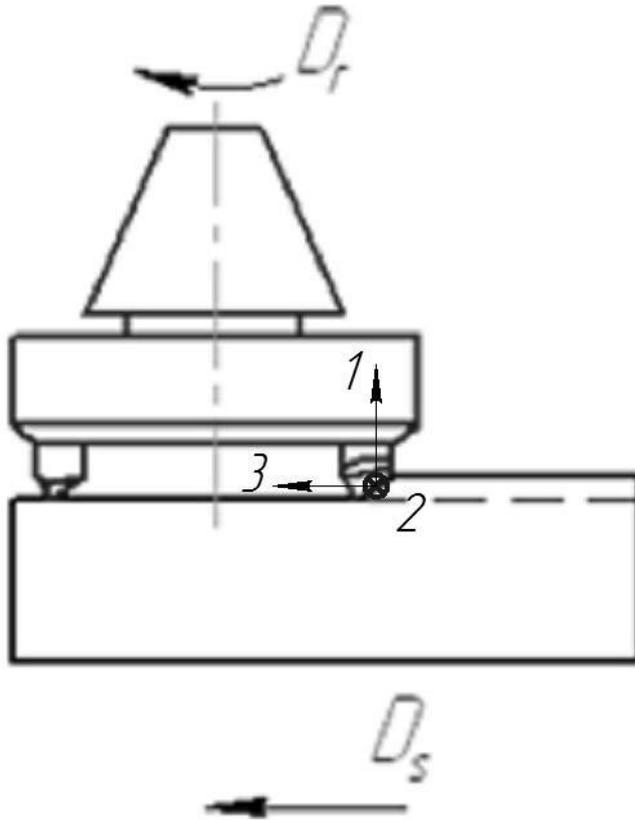
В – осевая

А	Б	В
3	1	2

А	Б	В
1	2	3

А	Б	В
3	1	2

Укажите составляющие силы резания:



А – тангенциальная
 Б – радиальная
 В – осевая

А	Б	В
1	2	3

А	Б	В
2	3	1

А	Б	В
2	1	3

В формуле для расчета составляющей силы резания показатель степени X_r при:

- а) t
- б) s
- в) v

В формуле для расчета составляющей силы резания показатель степени Y_r при:

- а) t
- б) s
- в) v

В формуле для расчета составляющей силы резания показатель степени Z_r при:

- а) t
- б) s
- в) v

В формуле для расчета силы резания коэффициент C_r – учитывает:

- а) Свойства обрабатываемого материала
- б) Условия обработки
- в) Режимы резания

В формуле для расчета силы резания коэффициент K_r – учитывает:

- а) Свойства обрабатываемого материала
- б) Условия обработки
- в) Режимы резания

Истирание контактирующих материалов - это изнашивание:

- а) Абразивно-механическое
- б) Адгезионное
- в) Диффузионное

Схватывание и вырывы контактирующих материалов – это изнашивание:

- а) Абразивно-механическое
- б) Адгезионное
- в) Диффузионное

Взаимное проникновение контактирующих материалов с последующим изменением их свойств – это изнашивание:

- а) Абразивно-механическое
- б) Адгезионное
- в) Диффузионное

Протяжка изнашивается в виде:

- а) Округления режущей кромки
- б) Фаски по задней поверхности
- в) Лунки на передней поверхности

Резец изнашивается в виде:

- а) Округления режущей кромки, фаски по задней поверхности, лунки на передней поверхности
- б) Фаски по задней поверхности, лунки на передней поверхности
- в) Лунки на передней поверхности, округления режущей кромки

Сверло изнашивается в виде:

- а) Округления режущей кромки
- б) Фаски по задней поверхности
- в) Лунки на передней поверхности

Фреза изнашивается в виде:

- а) Округления режущей кромки
- б) Фаски по задней поверхности
- в) Лунки на передней поверхности

Как называется прибор, предназначенный для определения сил резания?

- а) Динамометр
- б) Манометр
- в) Осциллограф

На какие составляющие раскладывают силу резания P в главной секущей плоскости

- а) Тангенциальная, радиальная
- б) Нормальная, осевая
- в) Тангенциальная, нормальная

Какие силы в процессе резания действуют нормально и касательно на переднюю и заднюю поверхности лезвия инструмента?

- а) Силы нормального давления и трения
- б) Силы адгезии и диффузии
- в) Тангенциальная, радиальная, осевая составляющие силы резания

На какие составляющие в основной плоскости раскладывается нормальная составляющая P_n силы резания?

- а) P_z и P_x
- б) P_y и P_z
- в) P_x и P_y

С увеличением глубины резания t составляющая силы резания P_z :

- а) Уменьшается
- б) Увеличивается
- в) Не изменяется

С увеличением подачи S составляющая силы резания P_z :

- а) Уменьшается
- б) Увеличивается
- в) Не изменяется

С увеличением скорости резания V составляющая силы резания P_z :

- а) Уменьшается
- б) Увеличивается
- в) Не изменяется

С увеличением глубины резания t составляющая силы резания P_x :

- а) Уменьшается
- б) Увеличивается
- в) Не изменяется

С увеличением подачи S составляющая силы резания P_x :

- а) Уменьшается
- б) Увеличивается
- в) Не изменяется

С увеличением скорости резания V составляющая силы резания P_x :

- а) Уменьшается
- б) Увеличивается
- в) Не изменяется

С увеличением глубины резания t составляющая силы резания P_y :

- а) Уменьшается
- б) Увеличивается
- в) Не изменяется

С увеличением подачи S составляющая силы резания P_y :

- а) Уменьшается
- б) Увеличивается
- в) Не изменяется

С увеличением скорости резания V составляющая силы резания P_y :

- а) Уменьшается
- б) Увеличивается
- в) Не изменяется

С увеличением глубины резания t шероховатость поверхности R_z :

- а) Уменьшается
- б) Увеличивается
- в) Не изменяется

С увеличением скорости резания V шероховатость поверхности R_z :

- а) Уменьшается
- б) Увеличивается
- в) Не изменяется

С увеличением подачи S шероховатость поверхности R_z :

- а) Уменьшается
- б) Увеличивается
- в) Не изменяется

Как величина электрического сигнала переводится в единицы силы?

- а) Производится тарирование
- б) Вычисляется по формуле
- в) Выбирается по графику

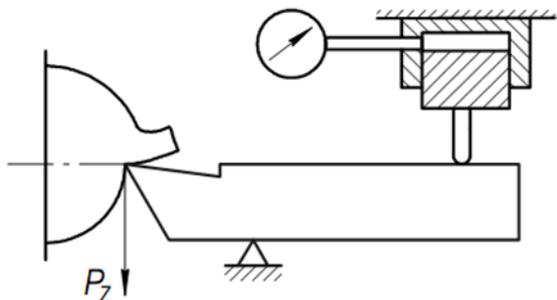
Как при выводе формулы силы резания перейти от степенной зависимости к линейной?

- а) Взять производную от выражения
- б) Прологарифмировать выражение
- в) Найти дифференциал

Какой состав вещества используется в качестве датчика в динамометрах гидравлического типа?

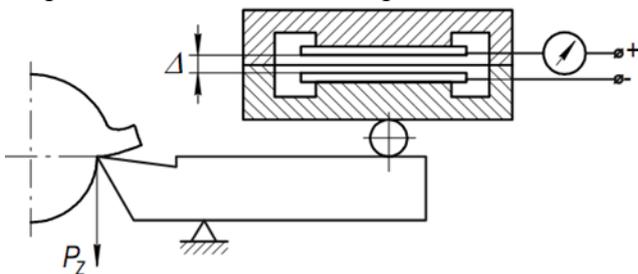
- а) Глицерин
- б) Спирт
- в) Ртуть

Определите тип динамометра



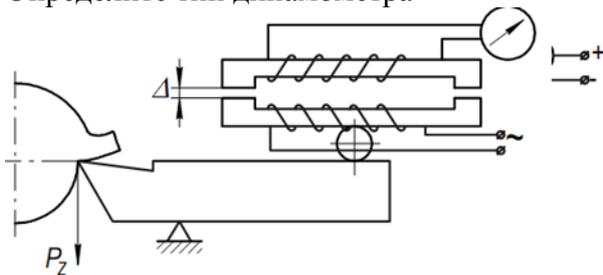
- а) Емкостный
- б) Индуктивный
- в) Гидравлический

Определите тип динамометра



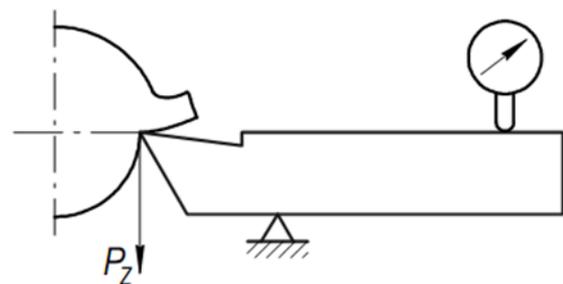
- а) Емкостный
- б) Индуктивный
- г) Механический

Определите тип динамометра



- а) Емкостный
- б) Индуктивный
- в) Гидравлический

Определите тип динамометра



- а) Емкостный
- в) Гидравлический
- г) Механический

Паспортные данные станков**Токарно-винторезный станок модели 16К20**

Мощность двигателя - 10 кВт, КПД станка - 0,75. Частота вращения шпинделя (мин^{-1}): 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600. Продольные подачи на оборот (мм/об): 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 2; 2,4; 2,8. Поперечные подачи на оборот (мм/об): 0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4. Максимальная осевая сила, допускаемая механизмом подачи - 6000 Н.

Вертикально-сверлильный станок модели 2Н125

Мощность двигателя - 1,8 кВт; КПД - 0,8. Частота вращения шпинделя (мин^{-1}): 45, 63, 90, 125, 180, 250, 355, 500, 710, 1000, 2000. Подача на оборот (мм/об): 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6. Максимальная осевая сила, допускаемая механизмом подачи - 9000 Н.

Вертикально-фрезерный станок модели 6М12П**Горизонтально-фрезерный станок модели 6М82Г**

Мощность двигателя - 7 кВт; КПД - 0,8. Частота вращения шпинделя (мин^{-1}): 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600. Минутные подачи стола продольные и поперечные (мм/мин): 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250. Минутная подача стола вертикальная (мм/мин): 8; 10,5; 13,3; 16,6; 21; 26,6; 33,3; 41,6; 53,3; 66,6; 83,3; 105; 133,3; 166,6; 210; 266,6; 333,3; 400.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица 1. Значения поправочных коэффициентов на скорость резания при точении конструкционных сталей твердыми сплавами Т5К10, Т15К6, Т30К4

№ п/п	Глубина резания t, мм	Значения K_v		
		K_{vx}	K_{vy}	K_{vz}
1	1 -3	0,13	0,22	0,47
2	4 -8	0,17	0,22	0,5

Таблица 2. Значения поправочного коэффициента на скорость резания K_v при использовании различных марок твердых сплавов

Точение стали	Марка твердого сплава							
	Т30К4	Т15К6	ТТ20К9	Т14К8	ТТ10К8Б	Т15К10	Т5К12В	ТТ7К12
	K_v							
	1,4	1	0,9	0,85	0,75	0,65	0,4	0,4
Точение чугуна	Марка твердого сплава							
	ВК2	ВК3М	ВК4	ВК6М	ВК6	ВК8		
	K_v							
	1,25	1,15	1,05	1,05	1	0,85		

СОДЕРЖАНИЕ

	с.
1. Общие методические указания	3
2. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе.....	4
3. Содержание дисциплины (лекции)	5
4. Учебно-методические материалы по дисциплине	8
5. Задания и методические указания по их решению.....	11
6. Примеры выполнения заданий	18
Список использованных литературных источников	37
Приложение А. Тесты	38
Приложение Б. Паспортные данные станков	80
Приложение В. Поправочные коэффициенты	81