

Министерство образования и науки Российской Федерации
Российский государственный профессионально-педагогический университет
Уральское отделение Российской академии образования
Академия профессионального образования

Н.В. Бородина

**ПРАКТИКУМ
ПО ТЕОРИИ РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ**

Часть 1

Учебное пособие

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по профессионально-педагогическому образованию в качестве учебного
пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности 030500.08 Профессиональное обучение
(машиностроение и технологическое оборудование)*

Екатеринбург 2005

УДК 621,91,01 (075.8)

ББК К642 я7-1

Б 83

Бородина Н.В. Практикум по теории резания металлов: Учеб. пособие:
В 2 ч. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2005. Ч 1. 128 с.
ISBN 5-8050-0114-4

В первой части практикума представлены задачи и задания различного уровня сложности по основным разделам курса «Теория резания металлов», приводятся вопросы для самоконтроля знаний. Первая часть практикума предназначена для проведения практических занятий и может быть использована студентами для самостоятельного овладения умениями решения задач.

Пособие адресовано студентам и преподавателям вузов и колледжей, ведущим подготовку по специальности «Профессиональное обучение (машиностроение и технологическое оборудование)».

Рецензенты: канд.техн.наук, доц. В.И. Вешкурцев (Урал. гос. техн. ун-т-УПИ), канд.техн.наук, доц. Г.А. Малых (Рос. гос. проф.-пед. ун-т)

ISBN 5-8050-0114-4

© Российский государственный
профессионально-педагогический
университет, 2005

© Бородина Н.В., 2005

Содержание

Введение	5
1. Элементы режима резания. Геометрические параметры режущего клина. Элементы срезаемого слоя	8
1.1. Контрольные вопросы и задания	8
1.2. Задачи	10
1.2.1. Определение элементов режима резания	10
1.2.2. Построение сечений токарного проходного резца	15
1.2.3. Определение действительных углов токарного проходного резца..	16
1.2.4. Определение элементов срезаемого слоя и шероховатости обработанной поверхности	19
1.3. Ситуации	21
2. Инструментальные материалы	22
2.1. Контрольные вопросы и задания	22
2.2. Задачи	23
2.2.1. Расшифровка марок инструментальных материалов	23
2.2.2. Анализ физико-механических свойств инструментальных материалов	24
2.2.3. Анализ области применения инструментальных материалов	26
2.3. Ситуации	28
3. Физические основы процесса резания металлов	29
3.1. Контрольные вопросы и задания	29
3.2. Задачи	31
3.2.1. Анализ сущности физических явлений в процессе стружкообразования	31
3.2.2. Анализ зависимости физических явлений в зоне резания от условий резания	34
3.3. Ситуации	37
4. Силы резания	40
4.1. Контрольные вопросы и задания	40
4.2. Задачи	42
4.2.1. Определение удельной силы и мощности резания	42
4.2.2. Определение показателей степеней и констант в эмпирической формуле силы резания	44
4.2.3. Проверка режима резания по динамическим параметрам	46
4.3. Ситуации	47

5. Износ и стойкость режущего инструмента	49
5.1. Контрольные вопросы и задания	49
5.2. Задачи	50
5.2.1. Определение стойкости режущего инструмента	50
5.2.2. Анализ зависимости износа режущего инструмента от условий резания	51
5.2.3. Расчет скорости резания при заданной стойкости режущего инструмента	52
5.3. Ситуации	55
6. Примеры решения задач	56
6.1. Обучающий блок «Решение задач на определение элементов режима резания».....	56
6.1.1. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при обтачивании заготовки»	56
6.1.2. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при расточивании заготовки»	62
6.1.3. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при подрезании торца заготовки»	69
6.1.4. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при отрезании заготовки»	76
6.2. Обучающий блок «Решение задач на определение геометрических параметров режущего клина»	82
6.2.1. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца»	82
6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»	91
6.3. Обучающий блок «Решение задач на нахождение действительных углов токарного резца»	102
6.3.1. Учебный элемент «Определение действительных углов токарного резца при установке его выше или ниже оси центров станка»	102
6.3.2. Учебный элемент «Определение действительных углов в плане токарного резца при установке его неперпендикулярно оси центров станка»	112
Заключение	121
Библиографический список	122
Приложение. Основные формулы для решения задач	123

Введение

Практикум по дисциплине «Теория резания металлов» состоит из практических и лабораторных занятий.

Первая часть пособия предназначена для ведения *практических занятий* по дисциплине «Теория резания металлов» со студентами машиностроительных специализаций очного и заочного отделений профессионально-педагогических вузов.

Задачами дисциплины «Теория резания металлов» являются формирование знаний об основных закономерностях процесса резания металлов, а также формирование умений рассчитывать и назначать рациональные условия резания для обеспечения необходимого качества и эффективности процесса обработки деталей.

Процесс резания ведется в определенных условиях, выбор которых определяет качество поверхности обработанной детали, производительность процесса резания, стойкость и ресурс режущего инструмента.

Под условиями резания принято понимать в совокупности следующее:

- режим резания (скорость, подача, глубина резания);
- параметры режущего инструмента (конструкция, элементы геометрии, свойства инструментального материала);
- свойства конструкционного материала обрабатываемой детали;
- состояние среды в зоне резания.

Для формирования интегративного умения назначать условия резания необходимо прежде всего на практических занятиях сформировать более простые умения, такие как рассчитывать элементы режима резания, строить сечения режущего клина, анализировать свойства инструментальных материалов и физические закономерности процесса резания, рассчитывать силовые характеристики процесса резания, определять период стойкости режущих инструментов и др.

В соответствии с логикой формирования этих умений составлено содержание первой части пособия.

Успешное проведение практических занятий предполагает усвоение студентами соответствующего теоретического материала. Поэтому в каждом разделе пособия приведены контрольные вопросы и задания, которые помогут студентам ориентироваться на необходимый теоретический материал в процессе самостоятельной работы при подготовке к практическим занятиям. Преподаватели могут использовать приведенные вопросы и задания для входного контроля знаний студентов в начале занятий.

В пособии приведены задачи различных типов, различного уровня сложности. Для преобладающего большинства задач даны двадцать пять вариантов условий, что позволяет организовать индивидуальную работу студентов в аудиторных условиях при решении одной и той же задачи. Основные формулы для решения задач включены в приложение. В конце каждого раздела приведены ситуации, разрешение которых на занятиях может служить элементами проблемного обучения.

В последнем разделе пособия приводятся обучающие модули, содержащие *учебные элементы с примерами решения и оформления нескольких видов задач*. Учебные элементы разработаны в соответствии с требованиями теории модульного обучения. Учебный элемент представляет собой логически завершенную порцию учебного материала, необходимую и достаточную для достижения заявленных целей обучения. Каждый учебный элемент в пособии включает в себя:

- цели изучения учебного элемента;
- учебный материал, представленный сочетанием текстовой и графической информации;
- контролируемую часть, предназначенную для проверки усвоения содержания учебного элемента.

Использование учебных элементов на первом этапе знакомства с деятельностью по решению задач позволит студентам быстро перейти к самостоятель-

ному решению и правильному оформлению подобных задач, а также применять приобретенные навыки для решения задач по иной тематике.

Последовательность разделов в учебном пособии соответствует последовательности построения разделов рабочей программы курса «Теория резания металлов» для студентов профессионально-педагогического вуза и предлагаемой автором последовательности тематики проведения практических занятий

1. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЖУЩЕГО КЛИНА. ЭЛЕМЕНТЫ СРЕЗАЕМОГО СЛОЯ

1.1. Контрольные вопросы и задания

1. Что следует понимать под терминами «резание металлов», «схема резания», «режущий клин», «передняя поверхность режущего клина»?

2. Какие движения различают в процессе резания металлов? Дайте им определения.

3. Дайте определения глубины резания, подачи и скорости резания.

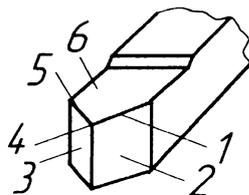
4. По каким формулам можно рассчитать:

- глубину резания t ;
- скорость резания V ;
- подачу минутную $S_{\text{мин}}$;
- подачу на зуб S_Z ;
- машинное время τ_m ;
- толщину среза a ;
- ширину среза b ;
- теоретическую высоту микронеровностей h_T ?

5. В каких единицах измеряются t , V , S_o , $S_{\text{мин}}$, S_Z , τ_m , a , b , h_T ?

6. Какие поверхности различают на обрабатываемой детали? Дайте им определения, нарисуйте эскиз.

7. Назовите конструктивные элементы токарного проходного резца, обозначенные цифрами на рисунке и дайте им определения.

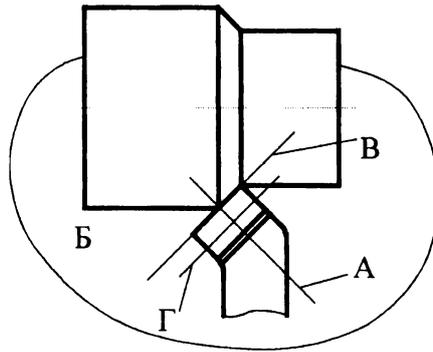


8. Как различают у режущего клина переднюю и заднюю поверхности?

9. Дайте определения координатным плоскостям:

- основной плоскости (ОП);
- плоскости резания (ПР);
- главной секущей плоскости (ГСП);
- вспомогательной секущей плоскости (ВСП).

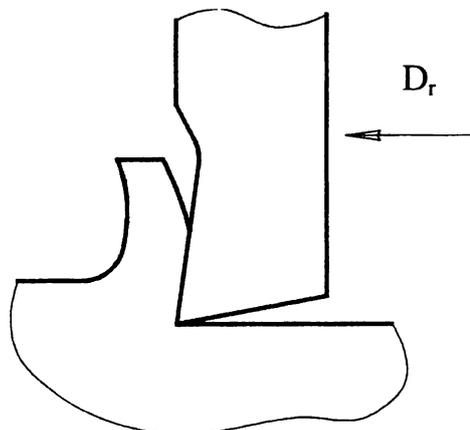
Найдите эти плоскости на рисунке.



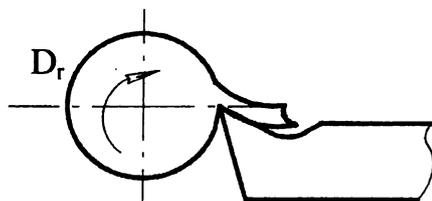
10. Дайте определения следующим углам токарного проходного резца:

- главный передний угол γ ;
- главный задний угол α ;
- угол заострения β ;
- угол резания δ ;
- главный угол в плане φ ;
- вспомогательный угол в плане φ_1 ;
- угол при вершине ϵ ;
- угол наклона главной режущей кромки λ .

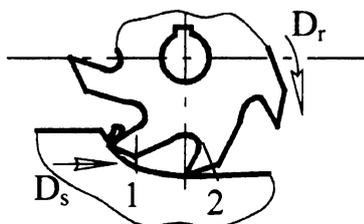
11. Найдите переднюю и заднюю поверхности режущего клина, изображенного на рисунке.



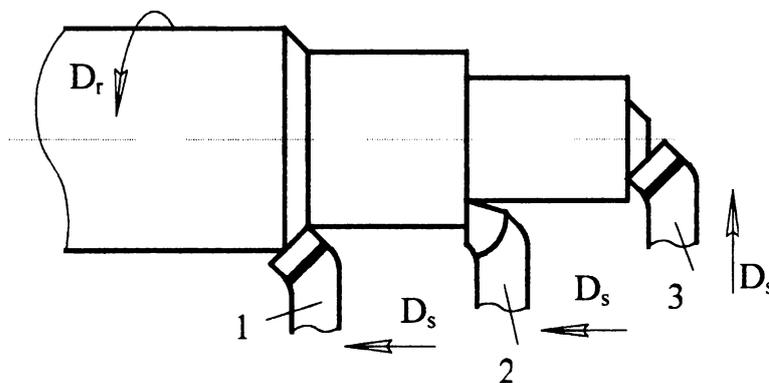
12. Постройте плоскость резания для процесса резания, изображенного на рисунке.



13. На схеме резания дисковой фрезой найдите обрабатываемую, обработанную и поверхность резания. Для зубьев 1 и 2 определите переднюю и заднюю поверхности и постройте задний и передний углы, пользуясь их определениями.



14. Найдите главный и вспомогательный углы в плане (ϕ и ϕ_1) для резцов 1, 2 и 3.



1.2. Задачи

1.2.1. Определение элементов режима резания

Задача 1. Определите скорость резания V , минутную подачу $S_{\text{мин}}$ и глубину резания t при точении детали диаметром d . Диаметр заготовки – D , число оборотов шпинделя – n , подача на один оборот шпинделя – S_0 . Численные значения исходных данных приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Данные к задаче 1

Вариант	d, мм	D, мм	n, об/мин	S _o , мм/об
1	95	100	160	0,33
2	22	30	1250	0,18
3	20	25	860	0,11
4	50	60	500	0,24
5	62	70	630	0,43
6	68	85	400	0,61
7	30	40	250	0,16
8	38	40	315	0,5
9	18	20	1600	0,61
10	85	90	200	0,33
11	30	35	630	0,11
12	12	13	1000	0,18
13	20	26	1250	0,43
14	22	32	2000	0,7
15	60	70	250	0,61
16	55	60	1600	0,78
17	34	40	400	0,61
18	46	52	315	0,43
19	130	140	250	0,26
20	40	46	400	0,87
21	92	100	200	0,7
22	25	32	1250	0,95
23	34	40	860	0,23
24	46	52	500	0,52
25	20	28	630	0,78
26	24	34	400	0,17
27	80	90	250	0,33
28	60	70	315	0,87

Задача 2. Определите глубину резания t , скорость резания V и минутную подачу $S_{\text{мин}}$ при растачивании за один проход отверстия от диаметра d до диаметра D с частотой вращения шпинделя n , подача резца за один оборот шпинделя – S_o (рис. 1.1). Численные значения исходных данных приведены в табл. 1.2.

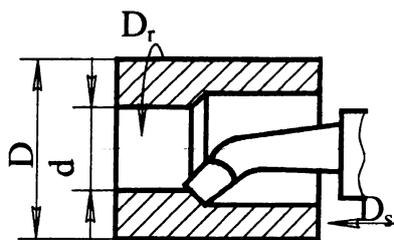


Рис. 1.1. Схема растачивания

Таблица 1.2

Данные к задаче 2

Вариант	d, мм	D, мм	n, об/мин	S ₀ , мм/об
1	38	42	315	0,57
2	60	66	315	0,28
3	35	40	160	0,43
4	30	35	630	0,12
5	65	70	125	0,64
6	40	45	400	0,3
7	55	60	200	0,43
8	24	30	200	0,17
9	55	60	200	0,43
10	95	100	160	0,33
11	22	30	1250	0,18
12	20	25	860	0,11
13	50	60	500	0,24
14	62	70	630	0,43
15	68	85	400	0,61
16	30	40	250	0,18
17	38	40	315	0,5
18	18	20	1600	0,61
19	85	90	200	0,33
20	30	35	630	0,11
21	12	15	1000	0,18
22	20	26	1250	0,43
23	22	32	2000	0,7
24	60	70	250	0,61
25	55	60	1600	0,78
26	34	40	400	0,61
27	46	52	315	0,43
28	130	140	250	0,26

Задача 3. Определите машинное время τ_m при подрезке сплошного торца заготовки диаметром D на токарном станке за один проход, если частота вращения шпинделя – n , подача на один оборот шпинделя – S_o , припуск на обработку (на сторону) – h , главный угол резца в плане $\varphi = 45^\circ$ (рис. 1.2). Численные значения исходных данных приведены в табл. 1.3.

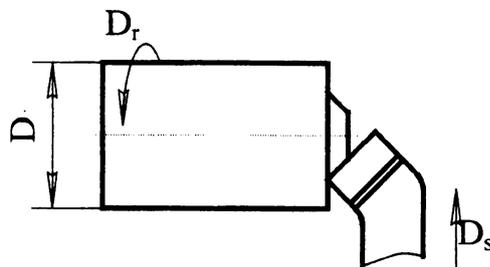


Рис. 1.2. Схема подрезания торца

Таблица 1.3

Данные к задаче 3

Вариант	D , мм	n , об/мин	S_o , мм/об	h , мм
1	100	480	0,11	3,5
2	80	630	0,12	3,0
3	60	500	0,08	2,5
4	50	800	0,10	3,0
5	45	630	0,09	2,5
6	80	500	0,12	3,5
7	60	800	0,15	3,0
8	70	1000	0,12	3,5
9	80	1250	0,11	2,5
10	90	1250	0,08	0,5
11	120	200	0,57	3,0
12	90	400	0,34	2,0
13	50	630	0,17	2,5
14	100	480	0,3	1,5
15	110	160	0,26	2,5
16	70	500	0,08	3,5
17	60	630	0,12	2,0
18	48	1000	0,10	3,0
19	110	480	0,78	1,5
20	90	800	0,65	1,0
21	40	250	0,15	2,0
22	30	160	0,12	3,0
23	85	250	0,34	4,0
24	95	320	0,57	2,5
25	28	500	0,8	3,5

Задача 4. Определите машинное время τ_m и глубину резания t при отрезании на токарном станке кольца от заготовки, имеющей форму трубы, если наружный диаметр заготовки – D , внутренний диаметр – d , частота вращения шпинделя – n , подача на один оборот шпинделя – S_o , ширина отрезного резца – h (рис. 1.3). Численные значения исходных данных приведены в табл. 1.4.

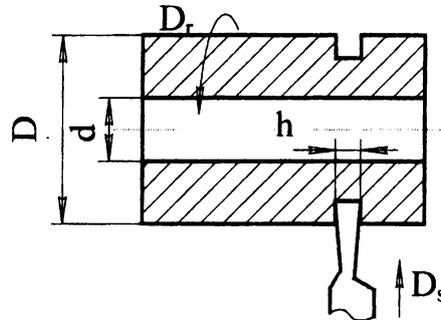


Рис. 1.3. Схема отрезания

Таблица 1.4

Данные к задаче 4

Вариант	D , мм	d , мм	n , об/мин	S_o , мм/об	h , мм
1	100	84	250	0,14	4
2	45	35	250	0,26	3
3	56	40	100	0,28	3
4	84	64	125	0,34	4
5	40	28	200	0,23	3
6	50	40	80	0,21	3
7	76	50	160	0,17	4
8	70	46	125	0,15	4
9	90	70	80	0,13	4
10	80	60	100	0,14	4
11	30	15	1600	0,33	3
12	60	46	630	0,18	3
13	70	50	250	0,11	3
14	85	65	125	0,24	4
15	40	30	200	0,16	3
16	90	62	80	0,33	4
17	35	22	65	0,11	3
18	70	52	860	0,17	4
19	80	72	630	0,21	4
20	40	34	1000	0,26	3
21	52	42	199	0,14	3
22	140	100	80	0,21	4
23	46	30	200	0,28	3
24	100	76	65	0,23	4
25	150	120	315	0,11	4

1.2.2. Построение сечений токарного проходного резца

Задача 5. Построить в масштабе сечения резца в главной и вспомогательной секущих плоскостях, выдерживая заданные размеры и углы заточки. Считать, что процесс резания ведется с продольной подачей, направление подачи справа налево. Расстояние от опорной плоскости резца до его вершины 24 мм. Общий вид резца изображен на рис. 1.4. Численные значения исходных данных приведены в табл. 1.5.

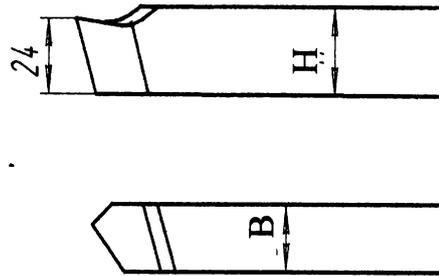


Рис. 1.4. Общий вид резца:

Н – высота резца; В – ширина резца

Таблица 1.5

Данные к задаче 5

Вариант	φ , град	φ_1 , град	γ , град	α , град	γ' , град	α' , град	НхВ, мм ²
1	2	3	4	5	6	7	8
1	60	30	15	10	5	10	25 x 20
2	45	30	20	8	8	8	25 x 16
3	75	25	-2	8	2	8	25 x 16
4	30	15	10	6	5	6	20 x 16
5	40	25	8	6	-5	6	25 x 16
6	45	15	-5	8	0	8	25 x 20
7	45	15	10	8	10	8	20 x 20
8	60	30	5	12	-5	12	25 x 20
9	30	10	15	10	10	8	25 x 16
10	45	15	12	6	5	6	25 x 20
11	30	10	12	6	-5	10	20 x 20
12	60	30	15	8	8	6	20 x 12
13	90	10	10	8	10	8	20 x 20
14	30	15	5	5	0	5	20 x 12
15	30	15	-5	12	-5	12	20 x 20
16	60	25	0	5	10	5	20 x 16

1	2	3	4	5	6	7	8
17	90	15	12	10	12	10	20 x 20
18	30	15	-5	5	8	6	25 x 16
19	45	45	15	10	-15	10	20 x 20
20	75	15	10	8	10	8	25 x 20
21	30	15	8	6	-8	6	20 x 16
22	50	20	8	6	8	6	25 x 20
23	60	30	15	10	10	10	25 x 16
24	45	25	6	5	-6	5	20 x 12
25	30	15	10	14	10	8	25 x 16

1.2.3. Определение действительных углов токарного проходного резца

Задача 6. Определите величину действительных углов токарного проходного резца в процессе резания, если его вершина установлена выше или ниже оси центров станка на h мм. Диаметр детали – D , статические углы заточки – $\alpha_{ст}$, $\gamma_{ст}$ (рис. 1.5). Выполните эскиз установки резца с указанием статических и действительных углов. Численные значения исходных данных приведены в табл. 1.6.

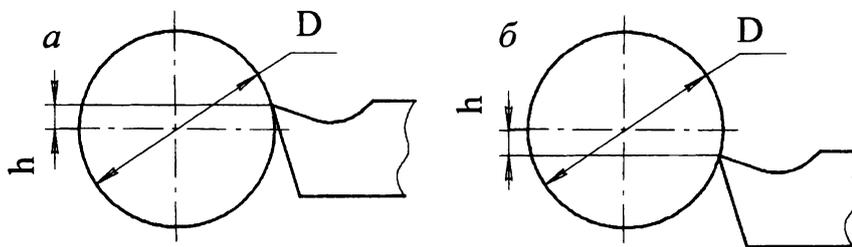


Рис. 1.5. Схемы установки резца:

a – выше оси центров станка; $б$ – ниже оси центов станка

Данные к задаче 6

Вариант	Схема установки резца	h, мм	D, мм	$\alpha_{ст}$, град	$\gamma_{ст}$, град
1	а	0,8	30	8	15
2	б	1,2	40	10	12
3	а	0,6	39	12	15
4	б	1,0	28	10	14
5	а	0,5	35	5	16
6	б	0,5	30	6	8
7	а	2,0	34	8	12
8	б	2,2	32	12	10
9	а	0,5	38	6	15
10	б	1,8	35	10	15
11	а	1,5	32	8	6
12	б	0,5	26	6	12
13	а	0,7	20	8	10
14	б	1,2	34	6	12
15	а	0,8	24	10	15
16	б	0,6	30	8	8
17	а	1,2	45	10	10
18	б	1,0	30	8	12
19	а	0,8	30	6	10
20	б	1,4	36	8	16
21	а	1,8	35	10	15
22	б	0,9	40	12	8
23	а	1,0	28	10	14
24	б	0,7	32	5	15
25	а	1,2	34	6	12

Задача 7. Определите величину действительных углов в плане у резца, если он установлен на станке так, что его ось составляет с осью центров станка угол ρ (рис. 1.6). Выполните эскиз установки резца с указанием статических и действительных углов в плане. Исходные данные приведены в табл. 1.7.

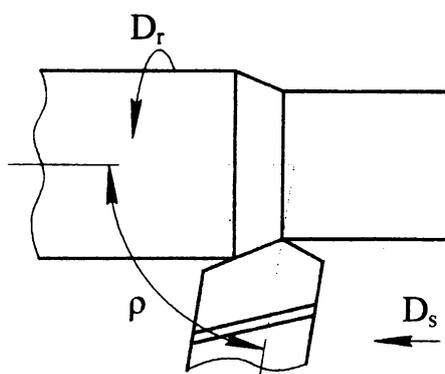


Рис. 1.6. Схема установки резца на станке, когда его ось не перпендикулярна оси центров станка

Таблица 1.7

Данные к задаче 7

Вариант	ρ , град	$\varphi_{ст}$, град	$\varphi_{1ст}$, град
1	100	30	20
2	102	40	50
3	97	30	15
4	82	45	45
5	98	75	15
6	93	30	10
7	105	20	20
8	80	45	15
9	70	60	5
10	82	30	8
11	105	60	20
12	97	45	10
13	100	40	20
14	78	25	20
15	97	30	15
16	104	20	20
17	82	25	20
18	92	45	15
19	100	40	12
20	96	30	20
21	82	12	8
22	100	40	20
23	82	45	30
24	95	60	15
25	98	30	20

1.2.4. Определение элементов срезаемого слоя и шероховатости обработанной поверхности

Задача 8. Определите частоту вращения шпинделя, глубину резания, толщину и ширину среза при обтачивании заготовки диаметром D до диаметра d на токарном станке со скоростью V . Точение ведется проходным резцом с геометрическими параметрами α , γ , φ и φ_1 . Подача на один оборот шпинделя – S_0 . Исходные данные приведены в табл. 1.8.

Таблица 1.8

Данные к задаче 8

Вариант	D , мм	d , мм	V , м/мин	α , град	γ , град	φ , град	φ_1 , град	S_0 , мм/об
1	33	32	120	8	8	45	10	0,34
2	45	40	110	8	20	60	15	0,64
3	30	25	140	10	10	30	40	0,26
4	100	94	90	6	12	90	20	0,14
5	45	35	70	12	15	70	30	0,57
6	56	46	80	15	20	60	10	0,28
7	84	68	60	10	25	45	15	0,43
8	42	38	100	6	12	30	15	0,12
9	66	60	110	8	20	20	20	0,64
10	40	35	75	10	10	90	30	0,3
11	35	30	85	15	8	70	10	0,43
12	70	65	40	12	5	60	15	0,17
13	45	40	30	10	0	50	7	0,14
14	60	55	95	8	6	45	20	0,33
15	30	24	60	6	-5	30	30	0,18
16	100	95	70	8	10	20	10	0,11
17	30	22	130	10	12	30	15	0,24
18	25	20	140	12	16	70	7	0,43
19	60	50	75	15	15	60	20	0,61
20	70	62	150	8	20	50	30	0,18
21	85	68	120	6	18	45	45	0,5
22	40	30	100	10	20	30	10	0,33
23	40	38	80	12	10	15	15	0,11
24	20	18	60	15	8	20	20	0,18
25	90	85	40	10	6	30	30	0,78

Задача 9. Определите теоретическую высоту микронеровностей обработанной поверхности h_t , если известно, что при обтачивании заготовки от диаметра D до диаметра d толщина срезаемой стружки составляет a мм, ширина стружки – b мм. Вспомогательный угол в плане у проходного резца – φ_1 . Численные значения исходных данных приведены в табл. 1.9.

Таблица 1.9

Данные к задаче 9

Вариант	D, мм	d, мм	a, мм	b, мм	φ_1 , град
1	92	88	0,28	2,83	45
2	66	60	0,86	3,46	30
3	50	46	0,4	4,0	25
4	70	65	0,85	3,53	45
5	60	58	1,45	1,03	15
6	55	54	0,5	1,00	40
7	100	92	1,3	4,6	30
8	35	32	0,28	2,1	45
9	84	80	0,4	3,9	40
10	124	118	0,5	3,0	20
11	48	45	0,67	1,73	30
12	56	50	0,38	3,1	20
13	75	68	0,30	4,9	45
14	62	58	0,17	2,30	25
15	45	42	0,21	2,99	40
16	38	35	0,43	1,5	15
17	96	90	0,45	4,24	45
18	74	70	0,50	2,00	25
19	85	78	0,40	6,99	60
20	54	48	0,53	3,46	25
21	45	42	0,75	2,07	15
22	105	100	0,85	3,53	30
23	65	62	0,10	2,99	40
24	110	102	0,55	4,14	15
25	78	75	0,37	1,73	30

1.3. Ситуации

Ситуация 1. На уроке спецтехнологии токарного дела преподаватель, рассказывая об элементах режима резания, завершил материал формулами их расчета с указанием единиц измерения:

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ [мм];}$$

$$S_{\text{мин}} = S_o \cdot n \text{ [мм/мин];}$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ [м/мин].}$$

У учащихся в связи с этим возникли вопросы:

1. Значит, при расчете скорости резания нельзя пользоваться формулой из физики $V = \frac{S}{t}$, где S – путь; t – время?

2. По единицам измерения получается, что минутная подача тоже скорость?

А как Вы думаете?

Ситуация 2. Ученик токаря в процессе обтачивания наружной цилиндрической поверхности и подрезания торца на заготовках обратил внимание на следующее:

– при подрезании торца на заготовках у него остается не срезанный ус-туп;

– процесс резания сопровождается вибрациями и тонким свистящим зву-ком;

– резец, которым он работал, быстро изнашивался по задней поверхности и требует переточки.

Станок, на котором он работал, был нормальной жесткости.

В чем причина наблюдаемых токарем явлений?

2. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

2.1. Контрольные вопросы и задания

1. Какие требования предъявляются к инструментальным материалам?
2. Каковы химический состав, маркировка, физико-механические свойства (твердость, прочность, красностойкость) и область применения:
 - углеродистых сталей;
 - легированных сталей;
 - быстрорежущих сталей;
 - твердых сплавов;
 - минеральной керамики;
 - кубического нитрида бора;
 - алмазов природных и синтетических?
3. Каковы химический состав, маркировка и физико-механические свойства безвольфрамовых твердых сплавов?
4. Что означают термины «белая керамика» и «черная керамика»? Приведите примеры тех и других материалов. Какие материалы называют керметами?
5. Что такое композиты? Приведите примеры.
6. Назовите группы инструментальных материалов, которые рекомендуется выбирать при работе в диапазоне скоростей, указанных ниже:
 - 1) $V \leq 30$;
 - 2) $V \leq 60$;
 - 3) $V \leq 20$;
 - 4) $V \leq 150$;
 - 5) $V = 300 - 600$;
 - 6) $V = 300 - 500$.

7. Назовите группы инструментальных материалов, величина теплоустойчивости (T°) которых составляет:

- | | |
|-------------|-------------|
| 1) 650 °С; | 6) 1300 °С; |
| 2) 1000 °С; | 7) 200 °С; |
| 3) 1100 °С; | 8) 250 °С; |
| 4) 1200 °С; | 9) 1500 °С; |
| 5) 1800 °С; | 10) 700 °С. |

2.2. Задачи

2.2.1. Расшифровка марок инструментальных материалов

Задача 1. Расшифруйте марки и укажите названия инструментальных материалов, приведенных в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Данные к задаче 1

Вариант	Марки инструментальных материалов		
	2	3	4
1	Р6М5	ХВГ	ТТ7К12
2	У9А	Р9К10	ВК6
3	Т15К6	У10А	Р12Ф3
4	Х6ВФ	Р10К5Ф5	ВК4
5	Т30К4	ВК8	9ХС
6	У13А	ХВ5	Т14К8
7	ТТ7К12	Р18	9ХВГ
8	9ХС	Р14Ф4	У10А
9	ВК4	Р18К5Ф2	Х6ВФ
10	Т5К10	Х12М	Р9
11	Х12Ф1	У13А	ТТ20К9
12	Р9К10	5ХГМ	ВК10-ОМ
13	ВК6	У10А	Т5К12
14	Р6М5К5	ХВГ	ВК8
15	ВК4	Р10К5Ф5	Х6ВФ
16	Т30К4	9ХС	ВК10
17	У10	ХВ5	ТТ20К9
18	Х6ВФ	ВК3	Р6М5

Окончание табл. 2.1

1	2	3	4
19	P12	У9	Т30К4
20	У13	Х12Ф1	Р9
21	5ХНТ	ВК10	У10А
22	ВК6	Т5К10	ХВГ
23	Х6ВФ	Р12Ф3	ТТ7К12
24	Х12	ВК8	Р6М5Ф3
25	Т15К6	У9	9ХС

2.2.2. Анализ физико-механических свойств инструментальных материалов

Задача 2. Расположите приведенные в табл. 2.2 марки инструментальных материалов в порядке увеличения или уменьшения указанной характеристики.

Таблица 2.2

Данные к задаче 2

Вариант	Изменение характеристики	Марки инструментальных материалов
1	2	3
1	Увеличение красностойкости	АСН, ВК3, Т30К4, У13А, ХВГ, У9
2		9ХС, Т15К6, У7А, ВК6, композит 05, ВК8
3		Р18, ВК10, Т5К10, АСМ, У10А, Х12Ф
4		Х12ТФ, ВК6, Р6М5, У12А, Т5К12, АМ
5		ВК3, композит 10, ВК10, У9, Р9, 9ХС
6	Уменьшение вязкости	ХВГ, Р9, Т15К6, ВК6, Т30К4, ВОК61
7		У13, ВК4, У10А, ВК6, ЦМ331, Х12М
8		ТТ7К12, Т5К10, Р6М5К5, ВК4, ХВГ, ВК8
9		ВК6, У9А, ВОК60, Т15К6, ВК10, ЦМ330
10		ВК4, У12, ВК10, У9, Т5К10, Р9К10
11	Увеличение твердости	АСМ, ВОК-61, У9, ВК4, У12, В2Ф
12		Х12Ф, Т30К4, ХВГ, Т14К8, У10А, У7
13		У13А, ВК8, У10А, ВК6, ЦМ331, Р9К5
14		9ХС, У7А, ВК6, композит 01, ВК8, У10
15		АСН, ВК3, Т30К4, У13А, ХВГ, У9
16	Уменьшение красностойкости	ВОК61, Р9, Т5К10, ХВГ, Т30К4, ВК6
17		У7А, композит 05, Т15К6, 9ХС, ВК3, Р18
18		У10А, Х12Ф, Т5К10, АСМ, ВК10, Р12Ф3
19		ВК6, У12А, ВК4, У10А, Р6М5, ХВГ
20		У12, ВК10, У9, Р9, композит 10, ВК3

1	2	3
21	Увеличение износостойкости	ВOK60, У13, ВК3, У10, АСМ5, ХВ5
22		Т30К4, 9ХС, Т15К6, У7, АСМ, Р9К10
23		Т30К4, У9, АСН, ЦМ332, У12А, ВК6
24		У7А, ВК6, композит 01, ВOK61, Р9К5, Т5К12
25		У13А, ВК4, Р6М5К5, Т14К8, ВК10, ЦМ331, ТТ20К9

Задача 3. Выберите из приведенного ниже ряда марок инструментальных материалов тот, который будет оптимальным для обработки указанного в табл. 2.3 конструкционного материала при условии, что температура в зоне резания достигает соответствующей величины.

Марки инструментальных материалов: У12, ХВГ, 9ХС, Р6М5, ВК6, ТТ7К12, ЦМ332, ВOK61, т15к6, композит 01.

Таблица 2.3

Данные к задаче 3

Вариант	Конструкционный материал	Температура в зоне резания, °С
1	2	3
1	Сталь 20 ($\sigma_b = 410$ МПа)	1200
2	Сталь 45 ($\sigma_b = 600$ МПа)	250
3	Сталь Ст3 ($\sigma_b = 360$ МПа)	500
4	Сталь 45 ($\sigma_b = 600$ МПа)	800
5	Латунь Л63 ($\sigma_b = 290$ МПа)	1400
6	12Х18Н9Т ($\sigma_b = 510$ МПа)	1100
7	Алюминиевый сплав АЛ19 ($\sigma_b = 294$ МПа)	800
8	Сталь 12Х8ВФ ($\sigma_b = 500$ МПа)	600
9	Чугун СЧ30 (НВ 260)	900
10	Чугун СЧ25 (НВ 255)	1300
11	Бронза БрАЖН10-4-4 (НВ 180)	600
12	Алюминиевый сплав АЛ9 ($\sigma_b = 157$ МПа)	600
13	Сталь СТ0 ($\sigma_b = 300$ МПа)	100
14	Чугун ВЧ35 (НВ 150)	1000
15	Сталь 35Х ($\sigma_b = 910$ МПа)	1500
16	Сталь 35 ($\sigma_b = 530$ МПа)	620
17	Чугун СЧ 35 (НВ 310)	1100
18	Сталь 20ХН ($\sigma_b = 780$ МПа)	600

Окончание табл. 2.3

1	2	3
19	Бронза Бр05Ц5С5 (НВ 60)	1500
20	Сталь 55 ($\sigma_b = 650$ МПа)	640
21	Чугун ВЧ50 (НВ 150)	1100
22	Сталь 35ХМ ($\sigma_b = 1570$ МПа)	1100
23	Сталь 20 ($\sigma_b = 410$ МПа)	200
24	Сталь 30ХГС ($\sigma_b = 1080$ МПа)	620
25	Бронза БрАЖ9-4 (НВ 120)	240

Задача 4. Определите инструментальный материал, эксплуатационные характеристики которого приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Данные к задаче 4

№ варианта	Характеристики инструментального материала	
	$T^\circ, ^\circ\text{C}$	$V_{\max}, \text{ м/мин}$
1, 11, 21	950 – 1000	≤ 150
2, 12, 22	1100 – 1200	≤ 150
3, 13, 23	1000 – 1100	≤ 150
4, 14, 24	650 – 700	100 – 120
5, 15, 25	1500	300 – 600
6, 16	1300	300 – 500
7, 17	1800	300 – 600
8, 18	620 – 640	≤ 60
9, 19	2300 – 240	≤ 30
10, 20	200 – 220	≤ 20

П р и м е ч а н и е. T° – теплостойкость; V_{\max} – наибольшая допустимая скорость резания.

2.2.3. Анализ области применения инструментальных материалов

Задача 5. Выберите из приведенного ниже ряда марок материал режущей части инструмента, предназначенного для конкретного вида обработки конструкционного материала в определенном интервале скоростей (табл. 2.5).

Марки инструментальных материалов: Т30К4, Т15К6, Т5К10, ТТ7К12, ВК3, ВК6, ВК8, У10, У13А, ХВГ, 9ХС, Р6М5, Р18, Р10К5Ф5, композит 10, ЦМ332, ВОК61.

Таблица 2.5

Данные к задаче 5

Вариант	Вид инструмента	Скорость резания V, м/мин	Вид обработки	Конструкционный материал
1	Резец токарный проходной	60 – 150	Черновая	Сталь 45
2			Получистовая	Сталь 20
3			Чистовая	Сталь Ст3
4			Черновая	Чугун СЧ28
5			Получистовая	Чугун СЧ32
6			Чистовая	Чугун Сч24
7			Чистовая	Сталь нержавеющей 12Х18Н9Т
8	Фреза торцевая	60 – 150	Черновая	Сталь 20
9			Получистовая	Сталь Ст5
10			Чистовая	Сталь 45
11			Черновая	Чугун СЧ28
12			Получистовая	Чугун СЧ32
13			Чистовая	Чугун Сч36
14			Чистовая	Сталь 20ХН
15	Фреза концевая	40 – 50	Черновая	Сталь 65
16				Чугун СЧ28
17	Сверло	25	Черновая	Сталь 30
18				Чугун СЧ35
19	Сверло	30	Получистовая	Сталь 45
20				Чугун СЧ25
21	Метчик	20	Черновая	Сталь Ст3
22	Развертка	40	Чистовая	Сталь 20
23	Зенкер	30	Получистовая	Чугун СЧ18
24	Резец токарный расточной	300 – 400	Тонкая обработка	Бронза Бр АЖ9-4
25				Сталь 45

2.3. Ситуации

Ситуация 1. Ученику токаря, находящемуся на стажировке, дали задание выполнить черновое растачивание отверстия одной детали из серого чугуна СЧ10 (НВ 170) и черновое растачивание отверстия второй детали из бронзы БР АЖ9-4 (НВ 120). «Можно ли их обработать одним резцом? Какой материал режущей части резца должен быть?» – задумался он.

Как считаете Вы?

Ситуация 2. На уроке производственного обучения учащемуся дали задание нарезать резьбу резцом на заготовке из стали 40Х. В комплекте резьбовых резцов было три: один с пластиной из твердого сплава Т15К6, второй – с пластиной Т14К8, третий – с пластиной ВК8.

Какой резец следует выбрать учащемуся?

3. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ

3.1. Контрольные вопросы и задания

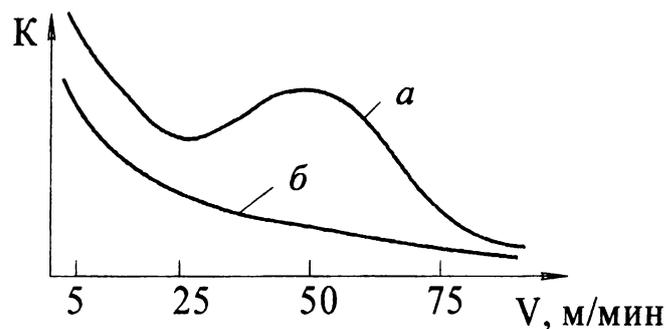
1. Что такое деформация кристалла?
2. Чем отличается упругая деформация от пластической?
3. Как происходит пластическая деформация в монокристаллах и поликристаллах?
4. Каков механизм процесса стружкообразования при резании металлов?
5. Что понимают под термином «условия резания»?
6. Что такое наклеп обработанной поверхности? Как зависит глубина наклепа от условий резания?
7. Что такое усадка стружки? Как зависит коэффициент усадки стружки от условий резания?
8. Что такое нарост? Каковы причины его образования? Как зависит высота нароста от условий резания? Как влияет нарост на процесс резания?
9. Каковы причины образования микронеровностей поверхности? Как зависит высота микронеровностей от условий резания?
10. Нарисуйте схему стружкообразования с указанием зоны опережающей пластической деформации, плоскость сдвига, плоскость скалывания. Перечислите этапы образования стружки.
11. Выберите варианты, в которых правильно сформулировано влияние нароста на результаты процесса резания и инструмент.
 - 1) Улучшает шероховатость обработанной поверхности.
 - 2) Ухудшает шероховатость обработанной поверхности.
 - 3) Увеличивает износостойкость инструмента.
 - 4) Уменьшает износостойкость инструмента.
12. В каком из перечисленных ниже вариантов правильно указана зависимость коэффициента усадки стружки (K) от условий резания?
 - 1) $HV \uparrow \rightarrow K \downarrow$;
 - 2) $HV \uparrow \rightarrow K \uparrow$;
 - 3) $\gamma \uparrow \rightarrow K \uparrow$;

4) $\gamma \uparrow \rightarrow K \downarrow$;

5) $\sigma_B \uparrow \rightarrow K \uparrow$;

6) $\sigma_B \uparrow \rightarrow K \downarrow$.

13. Определите, какой график отражает зависимость коэффициента усадки стружки (K) от скорости резания (V) при обработке стали Ст3 и какой при обработке бронзы БрАЖН 10-4-4. Ответ обоснуйте.



14. Какой вариант верно отражает зависимость степени пластической деформации ($\Pi Д$) в зоне резания и высоты микронеровностей обработанной поверхности h_d ?

1) $\Pi Д \uparrow \rightarrow h_d \uparrow$;

2) $\Pi Д \uparrow \rightarrow h_d \downarrow$.

15. В каких вариантах правильно указана зависимость высоты микронеровностей обработанной поверхности h_{MK} от условий резания?

1) $S_o \uparrow \rightarrow h_{MK} \uparrow$;

2) $S_o \uparrow \rightarrow h_{MK} \downarrow$;

3) $\varphi_1 \uparrow \rightarrow h_{MK} \uparrow$;

4) $\varphi_1 \uparrow \rightarrow h_{MK} \downarrow$;

5) $\sigma_B \uparrow \rightarrow h_{MK} \uparrow$;

6) $\sigma_B \uparrow \rightarrow h_{MK} \downarrow$;

7) присутствие СОС увеличивает h_{MK} ;

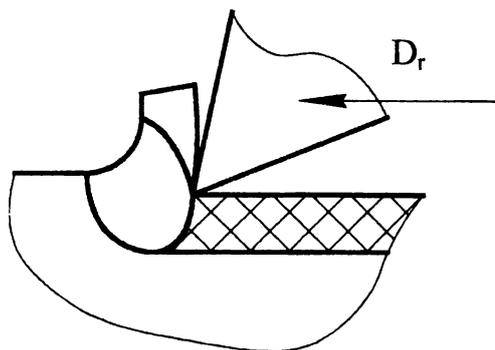
8) присутствие СОС уменьшает h_{MK} ;

9) $HВ \uparrow \rightarrow h_{MK} \uparrow$;

10) $HВ \uparrow \rightarrow h_{MK} \downarrow$.

16. Выберите из перечисленных явление, зона действия которого заштрихована на рисунке.

- 1) Наклеп.
- 2) Усадка.
- 3) Нарост.



17. От каких условий резания, перечисленных ниже, зависит глубина наклепа?

- 1) От свойств обрабатываемого материала.
- 2) От размеров обрабатываемой детали.
- 3) От скорости резания.
- 4) От наличия смазывающе-охлаждающих средств.
- 5) От марки инструментального материала.
- 6) От геометрических параметров инструмента.

18. В каком варианте верно указана зависимость глубины наклепа C от условий резания?

- | | |
|---|--|
| 1) $\sigma_B \uparrow \rightarrow C \uparrow$; | 6) $\gamma \uparrow \rightarrow C \downarrow$; |
| 2) $\sigma_B \uparrow \rightarrow C \downarrow$; | 7) $HV \uparrow \rightarrow C \uparrow$; |
| 3) $V \uparrow \rightarrow C \downarrow$; | 8) $HV \uparrow \rightarrow C \downarrow$; |
| 4) $V \uparrow \rightarrow C \uparrow$; | 9) $\alpha \uparrow \rightarrow C \uparrow$; |
| 5) $\gamma \uparrow \rightarrow C \uparrow$; | 10) $\alpha \uparrow \rightarrow C \downarrow$. |

3.2. Задачи

3.2.1. Анализ сущности физических явлений в процессе стружкообразования

Задача 1. Определите, при каких условиях (А или Б) объем пластической деформации в зоне резания окажется меньше при прочих одинаковых условиях резания (табл. 3.1).

Данные к задаче 1

Вариант	Условия резания	А	Б
1	Глубина резания, t , мм	1	2
2	Подача, S_o , мм/об	0,1	0,5
3	Передний угол, γ , град	10	25
4	Задний угол, α , град	12	6
5	Твердость обрабатываемого материала, НВ	200	170
6	Предел прочности обрабатываемого материала, σ_b , МПа	1000	750
7	Наличие (отсутствие) СОЖ	Есть	Нет
8	Скорость резания, V , м/мин	60	100
9	Обрабатываемый материал	Сталь Ст3	Сталь Ст1
10		Сталь 20	Сталь 45
11		Сталь 60	Сталь 10
12		Чугун СЧ32	Чугун Сч28
13		Сталь 45	Чугун СЧ24
14	Глубина резания, t , мм	3	5
15	Подача, S_o , мм/об	0,7	1
16	Скорость резания, V , м/мин	150	100
17	Передний угол, γ , град	0	15
18	Задний угол, α , град	15	8
19	Твердость обрабатываемого материала, HRC	28	32
20	Твердость обрабатываемого материала, НВ	200	300
21	Предел прочности обрабатываемого материала, σ_b , МПа	650	400
22		800	600
23	Глубина резания, t , мм	2,5	5
24	Подача, S_o , мм/об	1	0,1
25	Скорость резания, V , м/мин	100	300

Задача 2. Как изменится (увеличится \uparrow или уменьшится \downarrow) объем пластической деформации и угол скалывания β при следующих изменениях условий резания:

- 1) увеличение глубины резания;
- 2) увеличение подачи;
- 3) увеличение переднего угла;
- 4) уменьшение заднего угла;
- 5) увеличение твердости обрабатываемого материала;

- б) увеличение предела прочности (σ_B) обрабатываемого материала;
- 7) прекращение подачи СОЖ в зоне резания?

Пример формы ответа: $t \downarrow \rightarrow V \text{ ПД} \downarrow \rightarrow \angle \beta \uparrow$.

Задача 3. Объясните ход кривой, выражающей зависимость коэффициента усадки стружки (K) от скорости резания (V), в указанных на рис. 3.1 интервалах скоростей.

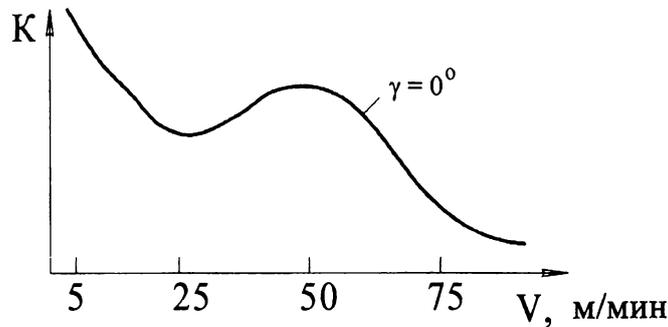


Рис. 3.1. График зависимости коэффициента усадки стружки от скорости резания

Пример формы ответа

(5 – 25) м/мин: $V \uparrow \rightarrow \text{Ст ПД} \dots \rightarrow l_c \dots \rightarrow K \dots$

$H_n \dots \rightarrow \gamma_n \dots \rightarrow \text{Ст ПД} \dots \rightarrow l_c \dots \rightarrow K \dots$

(25 – 50) м/мин: $H_n \dots \rightarrow \gamma_n \dots \rightarrow \text{Ст ПД} \dots \rightarrow l_c \dots \rightarrow K \dots$

(50 – 70) м/мин: $V \dots \rightarrow \text{Ст ПД} \dots \rightarrow l_c \dots \rightarrow K \dots$

$H_n \dots \rightarrow \gamma_n \dots \rightarrow \text{Ст ПД} \dots \rightarrow l_c \dots \rightarrow K \dots$

Задача 4. Объясните ход кривой, выражающей зависимость высоты нароста (H_n) от скорости резания (V) в указанных интервалах (рис. 3.2).

Форма ответа аналогична форме ответа к задаче 3.

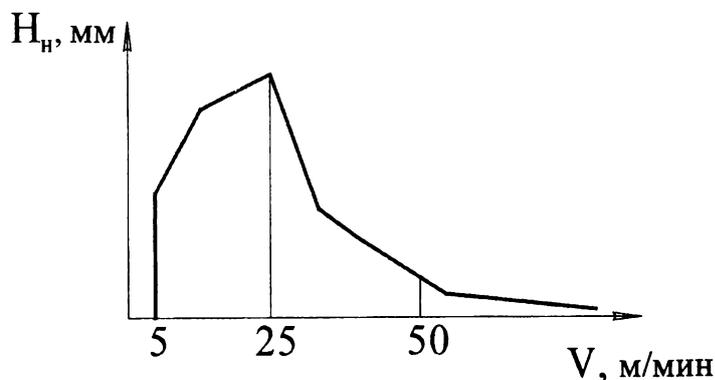


Рис. 3.2. График зависимости высоты нароста от скорости резания

Задача 5. Объясните ход кривых, выражающих зависимость высоты микронеровности от скорости резания при обработке хрупких и пластичных материалов (рис. 3.3).

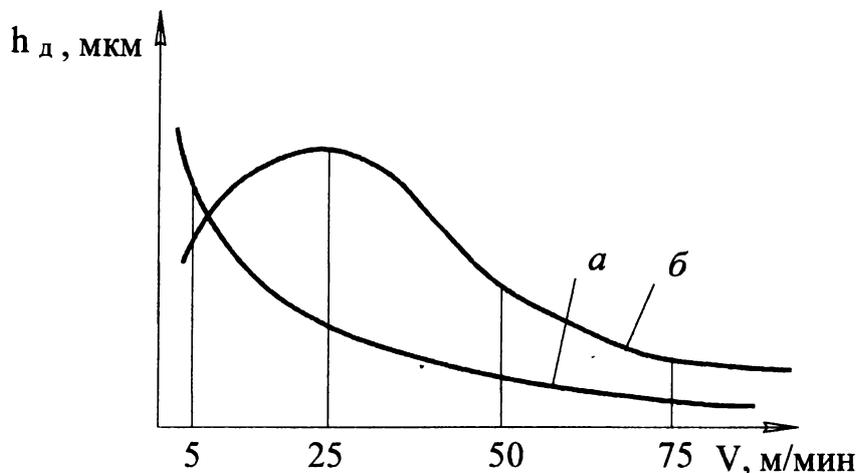


Рис. 3.3. График зависимости действительной высоты микронеровностей от скорости резания:

а – для хрупких материалов; *б* – для пластичных материалов

Пример формы ответа:

– для кривой *а*:

$V \uparrow \rightarrow V \text{ ПД} \dots \rightarrow h_d \dots;$

– для кривой *б*: ход кривой рассмотреть по интервалам (по аналогии с формой ответа к задаче 3).

3.2.2. Анализ зависимости физических явлений в зоне резания от условий резания

Задача 6. Непрерывная токарная обработка детали проводится при следующих режимах резания: глубина резания – t ; подача – S ; скорость резания – V . Резание ведется резцом с геометрическими параметрами: α , γ , φ (табл. 3.2).

Какие физические явления в зоне резания или на поверхности детали изменятся и как, если изменится одно из условий резания?

Таблица 3.2

Данные к задаче 5

Вариант	Обработываемый материал	Инструмент				Режимы резания				Изменение условий резания
		Материал	Геометрия			t, мм	S ₀ , мм/об	V, м/мин	V, м/мин	
			α, град	γ, град	φ, град					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Сталь 20	Т30К4	10	10	45	1	0,4	200		Снизить V до 150 м/мин
2	Сталь 35	Т5К10	8	10	45	2	0,6	100		Уменьшить γ до 0°
3	Сталь Ст3	Т5К10	12	8	45	3	0,7	120		Уменьшить α до 6°
4	Чугун СЧ32	Р18	12	0	30	2	0,8	20		Увеличить V до 60 м/мин
5	Сталь 40	Т5К10	10	5	60	2	0,7	100		Увеличить S ₀ до 0,4 мм/об
6	Сталь Ст6	Р6М5	10	0	2	0,3	1,5	10		Увеличить V до 25 м/мин
7	Алюминиевый сплав Д16	ВК6	8	10	45	3	0,5	25		Увеличить V до 50 м/мин
8	Чугун СЧ28	ВК8	10	12	45	4	0,4	80		Увеличить S ₀ до 0,6 мм/об
9	Сталь 45	Т15К6	8	15	45	1,5	0,6	130		Увеличить α до 15°
10	Сталь 45	Т15К6	8	0	45	1,5	0,6	130		Увеличить γ до 15°
11	Бронза	ВК6	10	10	30	1	0,4	150		Снизить V до 100 м/мин
12	Бронза	ВК6	10	10	30	1	0,8	120		Уменьшить S ₀ до 0,2 мм/об
13	Сталь 20	Т15К6	48	10	45	3	0,7	100		Увеличить V до 150 м/мин
14	Сталь 50	Р6М5	10	15	30	2	0,4	25		Увеличить V до 40 м/мин

Окончание табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	Сталь 10	T5K10	8	10	45	3	0,7	100	Увеличить радиус при вершине с 0,5 мм до 2 мм
16	Сталь 45	T15K6	10	10	45	3	0,7	100	В качестве обрабатываемого материала взять чугун СЧ28 (НВ 180)
17	Сталь 20	T5K10	8	12	45	3	0,6	80	Уменьшить γ до 5°
18	Сталь 45	P6M5	12	0	45	5	0,8	30	Увеличить V до 55 м/мин
19	Сталь 30	T5K10	15	8	45	3	0,6	110	Уменьшить α до 6°
20	Чугун СЧ24	BK6	10	10	30	3	0,7	60	Уменьшить S_{ϕ} до 0,3 мм/об
21	Бронза БрАЖН10-4-4	P6M5	10	0	20	1,5	0,8	10	Увеличить V до 25 м/мин
22	Чугун СЧ32	P6M5	8	8	45	1	0,5	20	Увеличить V до 50 м/мин
23	Чугун СЧ28	BK6	10	0	45	2	0,9	60	Уменьшить радиус при вершине с 1,5 мм до 0,8 мм
24	Сталь Ст3	T15K6	10	5	30	3	0,6	100	Увеличить γ до 20°
25	Сталь 30	P6M5	6	15	30	1,5	0,7	50	В качестве обрабатываемого материала взять бронзу БрАЖН10-4-4

Задача 7. Обработка поверхностей А, Б, С (рис. 3.4) проводится резцом с геометрическими параметрами α , γ , ϕ , ϕ_1 , r (радиус при вершине) в следующем режиме резания: глубина резания – t ; подача – S_0 ; скорость резания – V . В результате обработки шероховатость поверхностей составила Ra мкм (табл. 3.3). Почему не достигнута требуемая шероховатость (см. рис. 3.4)? Предложите Ваш вариант обработки.

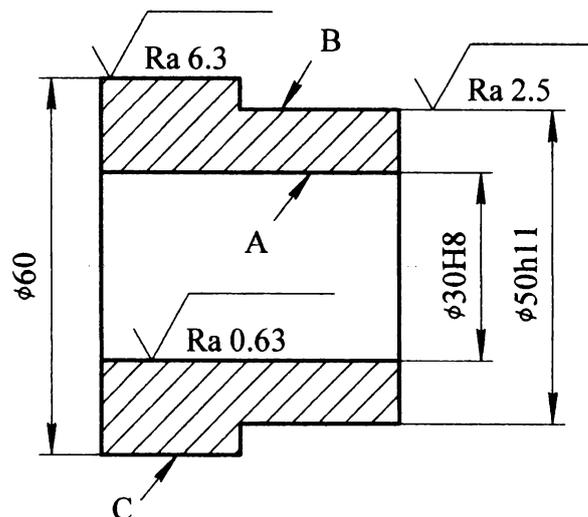


Рис. 3.4. Чертеж втулки

3.3. Ситуации

Ситуация 1. Перед преподавателем стоит задача постановки ряда лабораторных работ, в том числе по изучению явления усадки стружки. В учебной лаборатории имеется только токарный станок. Как Вы поступили бы на его месте?

Ситуация 2. На лабораторной работе по изучению износа режущего инструмента студенты подвергали износу резец из быстрорежущей стали Р6М5. Материал обрабатываемой заготовки – сталь 45. Целью работы являлось построение зависимости величины износа от времени работы инструмента. Студенты установили скорость резания равную 25 м/мин, подачу – 0,2 мм/об, глубину резания – 0,5 мм. Через 2,5 мин сняли резец и поместили его под микроскоп, чтобы замерить величину износа. Оказалось, что резец практически не изнашивался. Через 5, 10, 20 мин работы картина мало изменилась. Пятно износа было очень маленьким. В чем причина? Найдите выход из создавшейся ситуации.

Таблица 3.3

Данные к задаче 6

Вариант	Обрабатываемая поверхность	Обрабатываемый материал	Режимы резания			Материал режущей части	Инструмент					R _a , мкм
			t, мм	S ₀ , мм/об	n, об/мин		α, град	γ, град	φ, град	φ ₁ , град	r, мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	A	Сталь 60Г (σ _B = 700 МПа)	0,5	0,12	63	T30K4	6	12	45	10	1,2	1,25
2	B		1,0	0,4	50	T15K6	12	15	45	20	1,0	5
3	C		2,5	0,6	40	T5K10	10	15	45	45	2,5	10
4	A	Сталь 60 (σ _B = 800 МПа)	0,3	0,15	32	T30K4	15	15	45	20	2,0	1,25
5	B		0,5	0,2	80	T15K6	8	15	45	8	0,8	5
6	C		2,0	0,6	50	T5K10	8	10	45	10	1,0	10
7	A	Сталь 20 (σ _B = 400 МПа)	0,5	0,12	80	T30K4	12	10	45	45	1,2	1,25
8	B		0,5	0,35	20	T15K6	12	10	45	20	2,4	4
9	C		1,0	0,25	63	T15K6	12	15	45	10	0,4	10
10	A	Сталь 65 (σ _B = 700 МПа)	0,5	0,3	100	T15K6	15	15	45	20	1	5
11	B		0,4	0,3	100	T15K6	12	10	45	45	1,6	5
12	C		1,5	0,6	16	T15K6	10	10	45	20	2,4	10
13	A	Чугун СЧ28	1	0,14	80	BK4	6	0	95	30	1,6	2,5
14	B		1	0,5	125	BK6	12	5	45	45	1	10

Окончание табл. 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
15	С	Чугун СЧ28	2	0,5	80	ВК8	10	0	45	45	1,6	10
16	А	Чугун СЧ32	0,2	0,07	32	ВК6	12	5	45	10	0,4	1,25
17	Б		0,5	0,32	80	ВК6	10	5	30	20	0,5	10
18	С		3	0,8	100	ВК3	8	5	60	30	1	10
19	А	Сталь 50 ($\sigma_B = 630$ МПа)	0,4	0,1	80	ВК4	15	10	30	45	0,8	1,25
20	Б		0,6	0,32	20	ВК6	12	0	45	20	2	5
21	С	Сталь 10 ($\sigma_B = 320$ МПа)	1,5	0,33	100	Т15К6	6	10	45	45	0,8	10
22	А		0,2	0,3	125	Т30К4	12	10	45	45	1	5
23	Б		0,5	0,32	63	Т15К6	12	10	45	45	2	5
24	С	Сталь 45 ($\sigma_B = 700$ МПа)	1	0,25	16	Т15К6	12	10	45	20	0,4	10
25	А		0,3	0,1	125	Т30К4	15	10	45	20	0,8	1,25
26	Б		0,5	0,5	80	Т30К4	12	5	45	20	1	5
27	С		2	0,3	100	Т15К6	10	10	45	45	2,4	10

4. СИЛЫ РЕЗАНИЯ

4.1. Контрольные вопросы и задания

1. На какие составляющие раскладывается сила сопротивления металла резанию?
2. Как связаны направления действия сил P_x , P_y , P_z с направлениями основных движений в процессе резания?
3. Как действуют составляющие силы резания P_x , P_y , P_z на токарный резец при точении?
4. Какая из трех составляющих (P_x , P_y , P_z) силы резания:
 - а) препятствует перемещению механизма поперечной подачи токарно-винторезного станка;
 - б) препятствует перемещению суппорта продольной подачи токарно-винторезного станка;
 - в) создает момент сопротивления вращению шпинделя?
5. По какой из трех составляющих силы резания проверяют на прочность:
 - а) механизм продольной подачи станка;
 - б) суппорт;
 - в) коробку подач?
6. По какой составляющей силы резания проверяют на прочность державку резца: а) на изгиб; б) на сжатие?
7. Назовите составляющую силы резания, по которой следует выбирать:
 - а) радиальные подшипники шпинделя;
 - б) упорные подшипники шпинделя.
8. Какие из трех составляющих силы резания являются причиной вибраций системы СПИД (станок – приспособление – инструмент – деталь) при малой жесткости детали?
9. Как зависит сила резания от степени пластической деформации в зоне резания?
10. Как влияет высота нароста на силы резания?

11. Что такое удельная сила резания?
12. Что такое эффективная и расчетная мощность?
13. Как зависит величина силы резания от условий резания?
14. В каком варианте правильно приведена формула для расчета равнодействующей сил резания (R)?

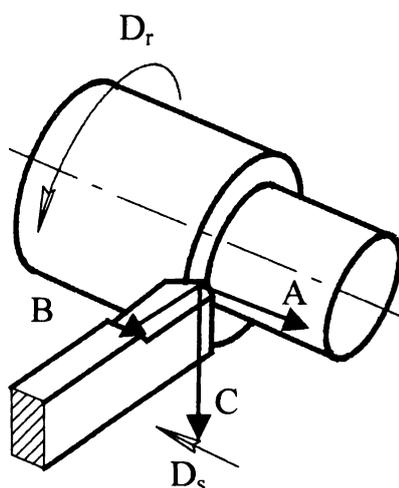
1) $R = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$;

2) $R = P_x^2 + P_y^2 + P_z^2$;

3) $R = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 - P_z^2}$;

4) $R = P_x + P_y + P_z$.

15. Определите, какому вектору соответствуют силы P_x, P_y, P_z .



P_x	P_y	P_z

16. Как зависит сила P_z от элементов режима резания?
17. Изобразите схему действия сил P_x, P_y, P_z на деталь при точении.
18. В каких вариантах правильно указана зависимость сил от условий резания?

- | | | | |
|--|--|--|--|
| 1) $\varphi \uparrow \rightarrow P_y \uparrow$; | 5) $\gamma \uparrow \rightarrow P_z \uparrow$; | 9) $\varphi \uparrow \rightarrow P_f \downarrow$; | 13) $\alpha \uparrow \rightarrow P_z \uparrow$; |
| 2) $\varphi \uparrow \rightarrow P_y \downarrow$; | 6) $\gamma \uparrow \rightarrow P_z \downarrow$; | 10) $\varphi \uparrow \rightarrow P_f \uparrow$; | 14) $\alpha \downarrow \rightarrow P_z \downarrow$. |
| 3) $S \uparrow \rightarrow P_x \uparrow$; | 7) $\varphi \uparrow \rightarrow P_z \uparrow$; | 11) $t \uparrow \rightarrow P_z \uparrow$; | |
| 4) $S \uparrow \rightarrow P_x \downarrow$; | 8) $\varphi \uparrow \rightarrow P_z \downarrow$; | 12) $t \uparrow \rightarrow P_z \downarrow$; | |

19. Как изменятся силы резания при увеличении твердости и предела прочности обрабатываемого материала?

4.2. Задачи

4.2.1. Определение удельной силы и мощности резания

Задача 1. Определите удельную силу резания P при точении детали диаметром d из заготовки диаметром D , если подача на оборот шпинделя составляет S_0 , число оборотов шпинделя равно n ; ваттметр, включенный в цепь главного привода, дает показания N . Численные значения исходных данных приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Данные к задаче 1

Вариант	D , мм	d , мм	S_0 , мм/об	n , об/мин	N , кВт
1	12	10	0,17	600	0,9
2	15	12	0,3	800	2,5
3	20	16	0,6	200	2
4	25	20	0,2	1000	4
5	30	28	0,4	400	1,5
6	35	30	0,8	315	7
7	40	38	0,6	160	3
8	45	42	0,5	1000	3,5
9	50	46	0,7	200	5
10	55	50	1,2	258	6
11	60	55	0,17	315	4
12	65	60	0,4	400	5
13	70	60	0,2	500	6
14	75	68	0,3	630	3,5
15	80	72	0,6	160	5,5
16	85	78	0,7	315	7
17	90	84	1,2	40	8
18	95	90	0,5	50	6
19	100	92	0,6	160	5
20	105	95	0,4	100	6,5
21	110	100	1	315	10
22	115	105	0,9	258	8
23	120	108	0,8	200	11
24	125	115	0,7	125	9,5
25	130	120	0,5	315	10

✓ **Задача 2.** Определить скорость резания V при точении детали диаметром D , если известно, что эффективная мощность резания – N_e , удельная сила – p , ширина среза – b , толщина среза – a (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Данные к задаче 2

Вариант	D , мм	N_e , кВт	p , Н/мм ²	b , мм	a , мм
1	10	0,7	50	1	0,3
2	15	1,5	200	1,5	0,5
3	20	2	300	0,5	0,7
4	25	3	70	2	1
5	30	0,8	100	1,5	0,2
6	35	4	300	1,8	0,6
7	40	2	150	0,6	0,1
8	45	3,5	200	0,8	0,4
9	50	0,5	80	1,6	1
10	55	7	600	2	1
11	60	2,2	400	1	0,5
12	65	0,8	200	0,4	0,2
13	70	0,8	100	0,8	0,1
14	75	2,5	250	1,6	0,8
15	80	5,5	600	2	0,5
16	85	4	150	0,7	0,2
17	90	5,6	90	2,5	1
18	95	10	500	2,2	0,8
19	100	8	400	1,7	0,6
20	105	11	100	1	0,5
21	110	6	550	3	1,2
22	115	7,5	370	2,5	0,8
23	120	4	200	1,5	0,6
24	125	3,5	150	1	0,5
25	130	1,5	90	0,5	0,1

Задача 3. Определить эффективную мощность резания N_e при обработке детали диаметром d . Диаметр заготовки – D . Число оборотов шпинделя равно n , подача на оборот шпинделя составляет S_o , удельная сила резания – p , главный угол в плане у резца – φ (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Данные к задаче 3

Вариант	D, мм	d, мм	n, об/мин	S ₀ , мм/об	φ, град	p, Н/мм ²
1	10	8	630	0,1	30	100
2	15	12	400	0,2		
3	20	18	160	0,3		
4	25	20	125	0,4		
5	30	24	200	0,2		
6	35	30	160	0,5	45	1800
7	40	36	200	0,4		
8	45	40	250	0,6		
9	50	44	125	0,8		
10	55	48	100	1		
11	60	56	125	0,2	20	1000
12	65	60	80	0,3		
13	70	66	63	0,4		
14	75	70	50	0,5		
15	80	76	40	0,6		
16	85	82	16	0,2	90	500
17	90	88	32	0,1		
18	95	92	40	0,4		
19	100	96	25	0,3		
20	105	100	20	0,2		
21	110	104	20	0,6	45	2200
22	115	110	30	0,8		
23	120	116	40	1		
24	125	118	50	1,2		
25	130	120	63	0,5		

4.2.2. Определение показателей степеней и констант в эмпирической формуле силы резания

Задача 4. Определите показатель степени X_{P_z} при глубине резания и постоянный коэффициент C_{P_z} в формуле силы резания $P_z = C_{P_z} \cdot t^{X_{P_z}} \cdot S_0^{Y_{P_z}}$, если при постоянной подаче $S_0 = 1$ мм/об и переменной глубине резания t показания динамометра составили P_z (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Данные к задаче 4

Вариант	t, мм	P _z , Н	Вариант	t, мм	P _z , Н
1	1	1200	7	0,4	400
	1,4	1800		0,8	7500
	2,0	2700		1,6	1450
	2,8	3900		3,2	2800
2	0,5	600	8	1	1000
	1,0	900		2	1650
	2,0	1200		4	2800
	4,0	1700		8	4700
3	0,5	250	9	1	1100
	1,0	500		2	1800
	1,5	750		4	3100
	2,0	1000		8	5200
4	0,5	300	10	1	1200
	1,0	700		2	1950
	1,5	1100		4	3400
	2,0	1550		6	4500
5	0,5	350	11	0,7	900
	1,0	800		1,4	1500
	1,5	1300		1,8	2550
	2,0	1800		4,2	3400
6	0,4	500	12	0,7	800
	0,8	930		1,4	1300
	1,6	1800		2,8	2500
	3,2	3500		4,2	3000

Задача 5. Определите показатель степени Y_{Pz} при подаче и постоянный коэффициент C_{Pz} в формуле силы резания $P_z = C_{Pz} \cdot t^{x_{Pz}} \cdot S_o^{y_{Pz}}$, если при постоянной глубине резания $t = 1$ мм и переменной подаче S_o , показания динамометра составили P_z (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Данные к задаче 5

Вариант	S _o , мм/об	P _z , Н	Вариант	S _o , мм/об	P _z , Н
1	2	3	1	2	3
1	0,08	510	7	0,2	800
	0,16	650		0,4	1350
	0,32	820		0,5	1600
	0,64	1060		0,7	2100

Окончание табл. 4.5

1	2	3	1	2	3
2	0,1	400	8	0,3	1150
	0,2	600		0,4	1420
	0,3	800		0,6	1900
	0,4	950		0,8	2300
3	0,2	700	9	0,3	1000
	0,3	950		0,4	1250
	0,4	1100		0,6	1650
	0,5	1250		0,8	2000
4	0,1	300	10	0,5	2000
	0,2	560		0,63	2450
	0,3	820		0,84	3300
	0,6	1500		1,0	4000
5	0,3	1000	11	0,63	2600
	0,5	1500		0,78	3200
	0,7	2000		1,0	4300
	0,9	2400		1,2	5200
6	0,2	800	12	0,5	1800
	0,4	1350		0,63	2200
	0,5	1600		0,84	3000
	0,7	2100		1,0	3600

4.2.3. Проверка режима резания по динамическим параметрам

Задача б. Проверьте заданный режим резания по мощности электродвигателя и прочности механизма подачи токарного станка. Исходные данные приведены в табл. 4.6. Вид обработки – продольное точение; вид заготовки – прокат.

Обработка ведется проходным отогнутым резцом. Материал режущей части Т15К6, геометрические параметры резца: $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = -5^\circ$.
 $P_{X_{\max}} = 5000 \text{ Н}$.

П р и м е ч а н и е. При решении задачи следует использовать «Справочник технолога-машиностроителя» под ред. А.Г. Косиловой и Р.Х. Мещерякова (М., 1986. Т2).

Данные к задаче 6

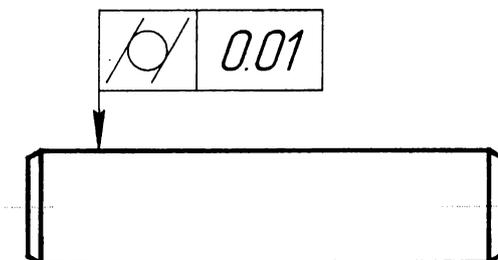
Вариант	D, мм	d, мм	V, м/мин	S _о , мм/об	N _{ст} , кВт	η, %	Обрабатываемый материал	
							Марка	σ _в , МПа
1	140	130	75	0,5	5	90	Сталь 20	500
2	160	155	130	0,2	4	95		
3	65	60	180	0,3	7	90		
4	45	40	240	0,1	6	80		
5	90	84	64	0,6	10	92		
6	70	60	110	0,7	11	95		
7	220	218	60	0,07	3	90		
8	85	78	265	0,3	6,5	80		
9	110	100	90	0,6	8,6	93		
10	30	26	150	0,2	4	85	Сталь 45	700
11	100	92	65	0,7	9	90		
12	80	72	90	0,6	7,5	95		
13	75	70	50	0,5	3	87		
14	130	125	70	0,4	2,5	92		
15	150	146	85	0,3	4	90		
16	110	108	150	0,2	2	88		
17	35	30	75	0,1	4	90		
18	60	50	100	0,8	8	92	Сталь 45X	620
19	38	30	80	0,5	6,5	88		
20	45	40	300	0,6	5	90		
21	90	85	110	0,4	4,5	85		
22	200	190	40	0,7	11	96		
23	25	20	150	0,3	8	92		
24	75	70	200	0,2	6	90		
25	40	32	160	0,15	5	95		

4.3. Ситуации

Ситуация 1. На уроке производственного обучения учащиеся обрабатывали нежесткие валики ($l/d = 10$) в центрах. Часть учащихся работала проходными резцами с углом в плане $\varphi = 45^\circ$, другие – проходными упорными резцами. В результате детали, выточенные резцом с углом $\varphi = 45^\circ$, имели бочкообразную форму на наружной цилиндрической поверхности, а те, что обрабаты-

вались упорным резцом, были изготовлены без дефекта. Присоединитесь к размышлениям учащихся о причине этого несовпадения.

Ситуация 2. Обработка заготовки от диаметра 25 мм до диаметра 20 мм на длину 200 мм велась в центрах. Требования к точности формы было указано на чертеже следующим образом



По результатам контрольной операции деталь пошла в брак, так как отклонение от цилиндричности составило 0,1 мм.

В чем причина брака и можно ли его избежать при обработке последующих деталей, если нет возможности сменить схему установки детали и режущий инструмент?

5. ИЗНОС И СТОЙКОСТЬ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Каковы причины, виды и внешние признаки износа?
2. Как меняется величина износа инструмента во времени? Нарисуйте график зависимости износа от времени.
3. Какие гипотезы объясняют механизм износа режущего инструмента? Каков механизм износа в соответствии с каждой гипотезой?
4. Какие существуют количественные параметры износа режущего инструмента?
5. Какие существуют критерии износа режущего инструмента?
6. Что такое стойкость режущего инструмента и период стойкости?
7. Как зависит период стойкости от скорости резания (графически и математически)?
8. Что представляет собой показатель относительной стойкости?
9. Что понимается под стойкостью наибольшей производительности операции?
10. Что такое экономическая стойкость?
11. Изобразите на эскизах три вида износа режущего инструмента.
12. Назовите гипотезу износа, согласно которой механизм износа режущего инструмента заключается:
 - а) в направленном массопереносе активных атомов (углерода, вольфрама и др.);
 - б) в том, что в процессе взаимного скольжения поверхностей макро- и микронеровности обрабатываемого материала разрушают микронеровности режущего инструмента;
 - в) в разрушении тонкого слоя оксидов на поверхности инструмента силами трения;
 - г) в схватывании инструментального и обрабатываемого материалов по точкам контакта за счет сил молекулярного сцепления и «вырывании» инструментального материала;

д) в микроцарапании лезвия режущего клина твердыми включениями обрабатываемого материала.

13. Какие из перечисленных условий резания в большей степени влияют на износ режущего клина по задней поверхности, а также по передней поверхности?

Условия резания: γ ; α ; λ ; r ; φ ; φ_1 ; t ; S_0 ; V ; свойства конструкционного материала; свойства инструментального материала.

14. Назовите критерии износа режущего инструмента, при которых:

- а) срок службы инструмента является небольшим;
- б) износ не вызывает нарушения требований к точности и шероховатости поверхности детали.

Для каких типов производства используются эти критерии? Какой из них используют при черновой обработке и какой – при чистовой?

5.2. Задачи

5.2.1. Определение стойкости режущего инструмента

Задача 1. Как изменится исходная стойкость резца T , если скорость резания увеличить на n % по сравнению с первоначальной (табл. 5.1)?

Таблица 5.1

Данные к задаче 1

Вариант	Инструментальный материал	T , мин	n , %
1	2	3	4
1	P18	30	8
2	P6M5	40	12
3	T5K10	60	16
4	BK6	50	22
5	T15K6	60	26
6	BK8	40	10
7	P6M5	30	32
8	T30K4	70	36
9	P18	40	38
10	T15K6	60	42
11	BK4	55	5

Окончание табл. 5.1

1	2	3	4
12	P6M5	25	10
13	P12	35	15
14	T30K4	60	20
15	T15K6	50	18
16	P18	40	8
17	BK8	55	12
18	BK6	60	16
19	P6M5	40	22
20	T30K4	65	26
21	P9K10	50	6
22	TT7K12	60	15
23	P6M5K5	30	5
24	T14K8	55	42
25	P10K5Φ5	45	28

5.2.2. Анализ зависимости износа режущего инструмента от условий резания

Задача 2. Проанализируйте один из вариантов условий работы режущего клина, приведенных в табл. 5.2, и определите, по какой поверхности преимущественно изнашивается режущий клин при данных условиях. Сравните с точки зрения величины износа два рядом стоящих варианта, которые отличаются одним из условий резания. Назовите наиболее вероятную гипотезу (гипотезы) износа.

Таблица 5.2

Данные к задаче 2

Вариант	Режимы резания			Углы режущего клина		Обрабатываемый материал
	t, мм	S ₀ , мм/об	V, м/мин	γ, град	α, град	
1	2	3	4	5	6	7
1	1	0,3	100	0	6	Чугун Сч28
2					12	
3	2	0,8	100	0	10	Сталь 30
4				20		
5	1,5	0,6	100	15	10	Сталь 20
6			200			
7	1	0,5	100	10	8	Бронза БрАЖ 9-4
8			180			

Окончание табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7
9	2	0,1	60	15	10	Сталь 50
10		0,5				
11	2	0,1	80	15	6	Сталь 45
12		0,4		-5	12	
13	1	0,5	80	0	6	Латунь Л63
14			180			
15	4	0,7	120	5	10	Чугун СЧ32
16		0,2	90			
17	1	0,4	100	0	8	Сталь 40Х
18					12	
19	3	0,2	120	20	10	Сталь Ст3
20				10		
21	2	0,8	100	15	12	Сталь Ст5
22						Чугун Сч10
23	2,5	0,39	45	10	8	Чугун СЧ 20
24						Чугун СЧ 30
25						Чугун СЧ 35

Примечание. Задачу 2 можно решать бригадами по 2–3 человека.

5.2.3. Расчет скорости резания при заданной стойкости режущего инструмента

Задача 3. Определите скорость резания V при заданной стойкости T при обтачивании заготовки с глубиной резания t , подачей на оборот шпинделя S_0 . Используйте резец, оснащенный пластиной из инструментального материала с геометрическими параметрами: φ , φ_1 , α , γ , r . Исходные данные приведены в табл. 5.3.

Примечание. При решении задачи следует использовать «Справочник технолога-машиностроителя» под ред. А.Г. Косиловой и Р.Х. Мещерякова (М., 1986. Т2).

Таблица 5.3

Данные к задаче 3

Вариант	Заготовка		Резец										Режим резания	
	Материал	Вид	Инструментальный материал	Сечение державки	φ, град	φ ₁ , град	α, град	γ, град	г, мм	Т, мин	t, мм	S ₀ , мм/об		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	Сталь 20ХН σ _в = 700 МПа	Прокат	Т5К10	20x20	45	45	10	12	1	60	2,0	0,5		
2											1,5	0,39		
3											2,5	0,8		
4											3	1,3		
5											3,5	0,7		
6	Чугун СЧ 30 HB 260	Отливка	BK8	16x25	60	30	12	12	0,5	30	4,0	0,6		
7										50				
8										40				
9										35				
10										60				
11	Сталь Ст3 σ _в = 700 МПа	Прокат	ХВГ	20x20	30	20	8	10	1,5	50	2,5	0,3		
12													P6M5	
13													T5K10	
14													У12А	
15													T30K4	
16	Сталь 20	Прокат	P18	16x20	45	45	10	8	0,8	60	1,5	0,2		
17	Чугун СЧ 10	Отливка												
18	Латунь Л63	Прокат												
19	Алюм. сплав АЛ9	Отливка												
20	Бронза БрАЖ9-4	Прокат												

Окончание табл. 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
21	Сталь 45	Прокат	Р9К10	16x16	30	20	12	12	1	45	2,0	0,8
22					45	45			0,5			
23					60	30			2			
24					75	15			1			
25					90	20			3			

5.3. Ситуации

Ситуация 1. На предприятии с массовым типом производства, разрабатывалась технологическая документация на токарную операцию. Для выполнения операции был выбран резец, оснащенный пластиной из твердого сплава и имеющий следующие геометрические параметры $\gamma = 12^\circ$, $\alpha = 10^\circ$. Длина пластины $L = 15$ мм. Для этого резца был принят период стойкости $T = 60$ мин из интервала 30 – 60 мин, рекомендуемого справочником. На выбранных режимах резания провели стойкостные испытания этого резца. Результаты испытаний представлены в табл. 5.4. Проанализировав результаты эксперимента, пришли к выводу, что период стойкости, принятый для данного резца не оптимален. Почему? Какой период стойкости является оптимальным?

Таблица 5.4

Результаты эксперимента

Номер измерения	Время работы резца, T, мин	Износ по задней поверхности, h_z , мм
1	5	0,4
2	10	0,7
3	15	0,7
4	20	0,9
5	25	1
6	30	1,1
7	35	1,2
8	40	1,3
9	45	1,9
10	50	2,3
11	55	2,7
12	60	3,1

Ситуация 2. Обработка заготовки из стали 20 проводилась резцами из быстрорежущей стали марки P6M5 при следующем режиме резания: $t = 2$ мм, $S_0 = 0,4$ мм/об, $V = 55$ м/мин. После переточки интенсивность износа этих резцов намного повысилась, что сказалось на периоде стойкости, который сократился с расчетных 40 мин до фактических 15 мин. Как Вы думаете, почему?

6. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

6.1. Обучающий блок «Решение задач на определение элементов режима резания»

6.1.1. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при обтачивании заготовки»

Цель – после изучения данного учебного элемента Вы сможете решать задачи на определение элементов режима резания и машинного времени при обтачивании заготовки

Методика решения задач на определение элементов режима резания при обтачивании заготовки следующая.

1. Прочитайте условие задачи.

Пример условия задачи

Определите скорость резания V , минутную подачу $S_{\text{мин}}$, глубину резания t и машинное время τ_m при точении детали диаметром 22 мм. Диаметр заготовки – 30 мм, число оборотов шпинделя токарного станка – 1250 об/мин, обратная подача – 0,33 мм/об, главный угол резца в плане – 45° , длина обрабатываемой поверхности – 90 мм.

2. Запишите исходные данные и величины, которые необходимо определить с указанием единиц их измерения.

Пример записи исходных данных

Дано:

$D = 30$ мм;
 $d = 22$ мм;
 $n = 1250$ об/мин;
 $S_o = 0,33$ мм/об;
 $\varphi = 45^\circ$;
 $l = 90$ мм.

$V, S_{\text{мин}}, t, \tau_m - ?$

6.1.1. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при обтачивании заготовки»

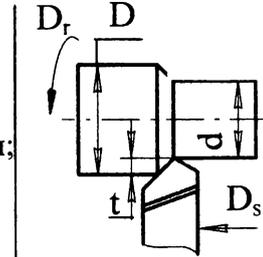
3. Нарисуйте схему точения, изобразив заготовку и резец в промежуточный момент резания, с указанием на ней:

- направления главного движения D_r и направления движения продольной подачи D_s ;
- глубины резания t ;
- размеров обрабатываемой D и обработанной d поверхностей.

Пример изображения схемы резания

Дано:

$D = 30$ мм;
 $d = 22$ мм;
 $n = 1250$ об/мин;
 $S_o = 0,33$ мм/об;
 $\varphi = 45^\circ$;
 $l = 90$ мм.



$V, S_{мин}, t, \tau_M - ?$

4. Решите задачу, руководствуясь нижеприведенной последовательностью.

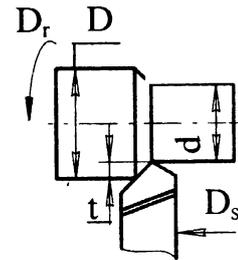
Внимание!

Определяя искомую величину, сначала приводите формулу для ее определения, затем расчет и единицы ее измерения.

Пример оформления решения задачи

Дано:

$D = 30$ мм;
 $d = 22$ мм;
 $n = 1250$ об/мин;
 $S_o = 0,33$ мм/об;
 $\varphi = 45^\circ$;
 $l = 90$ мм.



$V, S_{мин}, t, \tau_M - ?$

$V = [\text{формула}] = [\text{расчет}] [\text{ед. изм.}]$
 $S_{мин} = [\text{формула}] = [\text{расчет}] [\text{ед. изм.}]$
 $t = [\text{формула}] = [\text{расчет}] [\text{ед. изм.}]$

4.1. Определите скорость резания V .

Пример расчета скорости резания

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 1250}{1000} = 112,5 \text{ [м/мин]}$$

4.2. Определите минутную подачу $S_{мин}$.

Пример расчета минутной подачи

$$S_{мин} = S_o \cdot n = 0,33 \cdot 1250 = 380 \text{ [мм/мин]}$$

6.1.1. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при обтачивании заготовки»

4.3. Определите глубину резания t .

Пример расчета глубины резания

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{30-22}{2} = 4 \text{ [мм]}$$

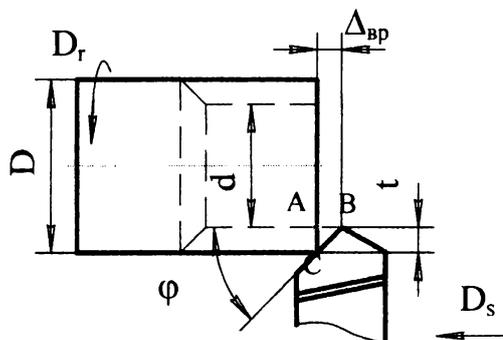
4.4. Определите машинное время τ_m , выполняя следующие действия.



4.4.1. Изобразите расчетную схему для определения $\Delta_{вр}$. На схеме укажите:

- резец в начальный момент резания;
- величину врезания резца $\Delta_{вр}$;
- главный угол в плане φ ;
- длину обработанной поверхности l ;
- глубину резания t ;
- треугольник ABC, который в дальнейшем будет использоваться для расчета величины врезания.

Пример изображения расчетной схемы



4.4.2. Запишите формулу для определения машинного времени τ_m .

$$\tau_m = \frac{l + \Delta_{вр} + \Delta_n}{S_o \cdot n}$$

4.4.3. Из прямоугольного треугольника ABC, изображенного на расчетной схеме, определите величину врезания резца. Справа от расчетов изобразите прямоугольный треугольник ABC с указанием его сторон и угла φ .

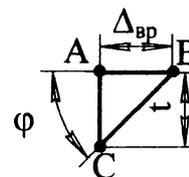
Пример расчета величины врезания резца

$$\angle ABC = \angle \varphi = 45^\circ$$

$$AB = \Delta_{вр}$$

$$AC = t$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{AC}{AB} = \frac{t}{\Delta_{вр}}$$



$$\Delta_{вр} = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} = \frac{4}{1} = 4,0 \text{ [мм]}$$

6.1.1. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при обтачивании заготовки»

4.4.4. Примите величину перебега $\Delta_{\text{пер}}$ равной 1 мм и определите общую длину пути l_o , пройденного резцом.

$$l_o = 90 + 4 + 1 = 95 \text{ [мм]}$$

4.4.5. Выполните расчет машинного времени τ_m .

Пример расчета машинного времени

$$\tau_m = \frac{l_o}{S_o \cdot n} = \frac{95}{0,33 \cdot 1250} = 0,23 \text{ [мин]}$$

5. Запишите ответ, указывая определенные в ходе решения величины и единицы их измерения.

Пример записи ответа

Ответ: $V = 112,5 \text{ м/мин}$;
 $S_{\text{мин}} = 380 \text{ мм/мин}$;
 $t = 4 \text{ мм}$;
 $\tau_m = 0,23 \text{ мин.}$

Решение задачи на определение элементов режима резания при обтачивании заготовки завершено.



**6.1.1. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при
обтачивании заготовки»**

ПРОВЕРКА УСВОЕНИЯ

Контролирующий тест

Инструкция

Тест состоит из 6 заданий. Выполняйте их последовательно, следуя указаниям.

Желаем удачи!

Указание 1. Завершите утверждения 1 – 5, выбрав один из предлагаемых вариантов окончания.

1. На схеме точения изображают в комплексе:

- а) заготовку, резец, D_r , D_s , t ;
- б) заготовку, резец, D_r , D_s ;
- в) заготовку, резец, D_r , D_s , t , D , d .

2. На расчетной схеме для расчета τ_m при обтачивании заготовки изображают:

- а) деталь, резец, $\Delta_{вр}$, t ;
- б) деталь, резец, $\Delta_{вр}$, φ , l , t ;
- в) деталь, резец, направления движений, $\Delta_{вр}$, φ , l , t .

3. Величина врезания резца при обтачивании:

- а) принимается произвольно;
- б) следует из условия задачи;
- в) рассчитывается в зависимости от величины t ;
- г) рассчитывается в зависимости от величины t и φ .

**6.1.1. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при
обтачивании заготовки»**

4. Величина перебега резца при обтачивании:

- а) следует из условия задачи;
- б) принимается произвольно, в заданных пределах;
- в) рассчитывается исходя из величины t .

5. Общая длина пути, пройденного резцом при обтачивании детали:

- а) следует из условия задачи;
- б) принимается произвольно;
- в) рассчитывается с учетом врезания и перебега.

Указание 2. В задании 6 установите правильную последовательность действий при решении задачи на определение элементов режима резания при обтачивании, вписывая в пустые квадраты соответствующие цифры.

6. ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР ДЕЙСТВИЯ ДЕЙСТВИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ

Определить элементы режима резания.

Записать исходные данные и величины, которые необходимо определить.

Записать ответ.

Изобразить схему резания.

Изучить условие задачи.

Определить машинное время.

6.1. Обучающий блок «Решение задач на определение элементов режима резания»

6.1.2. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при растачивании заготовки»

Цель – после изучения данного учебного элемента Вы сможете решать задачи на определение элементов режима резания и машинного времени при растачивании заготовки

Методика решения задач на определение элементов режима резания при растачивании заготовки следующая.

1. Прочитайте условие задачи.

Пример условия задачи

Определите скорость резания V , минутную подачу $S_{\text{мин}}$, глубину резания t и машинное время τ_m при растачивании отверстия диаметром 30 мм до отверстия диаметром 35 мм за один проход. Число оборотов шпинделя токарного станка – 630 об/мин, обратная подача – 0,11 мм/об, главный угол резца в плане – 45° , длина обрабатываемой поверхности – 70 мм.

2. Запишите исходные данные и величины, которые необходимо определить с указанием единиц их измерения.

Пример записи исходных данных

Дано:

$D = 35$ мм;
 $d = 30$ мм;
 $n = 630$ об/мин;
 $S_o = 0,11$ мм/об;
 $\varphi = 45^\circ$;
 $l = 70$ мм.

$V, S_{\text{мин}}, t, \tau_m - ?$

6.1.2. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при растачивании заготовки»

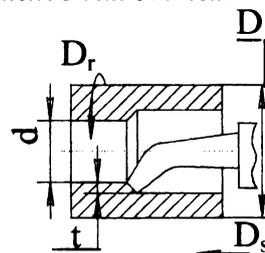
3. Нарисуйте схему резания при растачивании заготовки с указанием на ней:
- направления главного движения D_r и направления движения продольной подачи D_s ;
 - глубины резания t ;
 - диаметра расточенного отверстия D ;
 - диаметра растачиваемого отверстия d .

Пример записи исходных данных

Дано:

$D = 35$ мм;
 $d = 30$ мм;
 $n = 630$ об/мин;
 $S_o = 0,11$ мм/об;
 $\varphi = 45^\circ$;
 $l = 70$ мм.

$V, S_{\text{мин}}, t, \tau_m - ?$



При изображении схемы резания следует учитывать, что обрабатывается внутренняя цилиндрическая поверхность детали. Поэтому схема резания обрабатываемой детали изображают в сечении, что требует использования штриховки. Штриховка выполняется по правилам ЕСКД.



4. Решите задачу, руководствуясь нижеприведенной последовательностью.

Внимание!

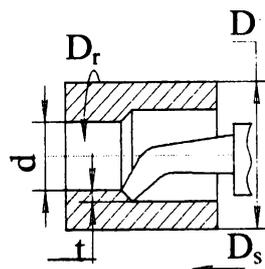
Определяя искомую величину, сначала приводите формулу для ее определения, затем расчет и единицы ее измерения.

Пример записи исходных данных

Дано:

$D = 35$ мм;
 $d = 30$ мм;
 $n = 630$ об/мин;
 $S_o = 0,11$ мм/об;
 $\varphi = 45^\circ$;
 $l = 70$ мм.

$V, S_{\text{мин}}, t, \tau_m - ?$



$V = [\text{формула}] = [\text{расчет}] [\text{ед. изм.}]$

$S_{\text{мин}} = [\text{формула}] = [\text{расчет}] [\text{ед. изм.}]$

$t = [\text{формула}] = [\text{расчет}] [\text{ед. изм.}]$

6.1.2. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при растачивании заготовки»

4.1. Определите скорость резания V .

Пример расчета скорости резания

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 630}{1000} = 69,2 \text{ [м/мин]}$$

4.2. Определите минутную подачу $S_{\text{мин}}$.

Пример расчета минутной подачи

$$S_{\text{мин}} = S_o \cdot n = 0,11 \cdot 630 = 69,3 \text{ [мм/мин]}$$

4.3. Определите глубину резания t .

Пример расчета глубины резания

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{35-30}{2} = 2,5 \text{ [мм]}$$

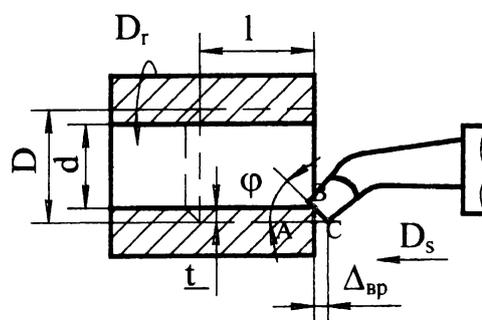
4.4. Определите машинное время τ_m , выполняя следующие действия.



4.4.1. Изобразите расчетную схему. На схеме укажите:

- величину врезания резца $\Delta_{\text{вр}}$;
- главный угол в плане ϕ ;
- длину обработанной поверхности l ;
- глубину резания t ;
- треугольник ABC, который в дальнейшем будет использоваться для расчета величины врезания.

Пример изображения расчетной схемы



6.1.2. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при растачивании заготовки»

4.4.2. Запишите формулу для определения машинного времени τ_m .

$$\tau_m = \frac{l_0 + \Delta_{вр} + \Delta_{п}}{S_0 \cdot n}$$

4.4.3. Из прямоугольного треугольника ABC, изображенного на расчетной схеме, определите величину врезания резца. Справа от расчетов изобразите прямоугольный треугольник ABC с указанием его сторон и угла φ .

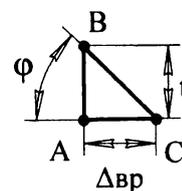
Пример расчета величины врезания резца

$$\angle BCA = \angle \varphi = 45^\circ$$

$$AB = t$$

$$AC = \Delta_{вр}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{AC}{AB} = \frac{t}{\Delta_{вр}}$$



$$\Delta_{вр} = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} = \frac{2,5}{1} = 2,5 \text{ [мм]}$$

4.4.4. Примите величину перебега резца в пределах от 0,5 до 1 мм.

$$\Delta_{п} = 1 \text{ мм}$$

4.4.5. Определите общую длину пути l_0 , пройденного резцом.

$$l_0 = 70 + 2,5 + 1 = 73,5 \text{ [мм]}$$

4.4.6. Выполните расчет машинного времени τ_m .

Пример расчета машинного времени

$$\tau_m = \frac{l_0}{S_0 \cdot n} = \frac{73,5}{0,11 \cdot 630} = 1,06 \text{ [мин]}$$

6.1.2. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при растачивании заготовки»

5. Запишите ответ, указывая определенные в ходе решения величины и единицы их измерения.

Пример записи ответа

Ответ: $V = 69,2$ м/мин;

$S_{\text{мин}} = 69,3$ мм/мин;

$t = 2,5$ мин;

$\tau_{\text{м}} = 1,06$ мин.

Решение задачи на определение элементов режима резания при растачивании завершено.



6.1.2. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при растачивании заготовки»

ПРОВЕРКА УСВОЕНИЯ

Контролирующий тест

Инструкция

Тест состоит из 5 заданий. Выполняйте их последовательно, следуя указаниям.

Желаем удачи!

Указание 1. Завершите утверждения 1 – 4, выбрав один из предлагаемых вариантов окончания.

1. На схеме резания при растачивании буквой D изображают:
 - а) диаметр обрабатываемой поверхности;
 - б) диаметр обработанной поверхности.

2. При растачивании направление движения подачи D_s :
 - а) продольное;
 - б) поперечное.

3. На схеме резания для расчета $\Delta_{вр}$ рабочую вершину резца располагают:
 - а) произвольно;
 - б) на продолжении обработанной поверхности детали;
 - в) на продолжении обрабатываемой поверхности детали;

4. На схеме резания для расчета $\Delta_{вр}$ главная режущая кромка резца касается:
 - а) обработанной поверхности детали;
 - б) обрабатываемой поверхности детали.

6.1.2. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при растачивании заготовки»

Указание 2. В задании 5 установите правильную последовательность действий при решении задачи на определение элементов режима резания при растачивании, вписывая в пустые квадраты соответствующие цифры.

5. ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР ДЕЙСТВИЯ ДЕЙСТВИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ

Определить элементы режима резания.

Изобразить схему резания.

Записать исходные данные и величины, которые необходимо определить.

Записать ответ.

Определить машинное время.

Изучить условие задачи.

6.1. Обучающий блок «Решение задач на определение элементов режима резания»

6.1.3. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при подрезании торца заготовки»

Цель – после изучения данного учебного элемента Вы сможете решать задачи на определение элементов режима резания при подрезании торца заготовки.

Методика решения задач на определение элементов режима резания рассматривается на примере подрезания торца заготовки.

1. Прочитайте условие задачи.

Пример условия задачи

Определите скорость резания V , минутную подачу $S_{\text{мин}}$, глубину резания t и машинное время τ_m при подрезании сплошного торца заготовки диаметром 90 мм за один проход. Число оборотов шпинделя токарного станка – 800 об/мин, обратная подача – 0,65 мм/об, главный угол резца в плане – 45° , припуск на обработку (на сторону) – 1 мм.

2. Запишите исходные данные и величины, которые необходимо определить с указанием единиц их измерения.

Пример записи исходных данных

Дано:

$D = 90 \text{ мм};$
 $n = 800 \text{ об/мин};$
 $S_o = 0,65 \text{ мм/об};$
 $\varphi = 45^\circ;$
 $r = 1 \text{ мм}.$

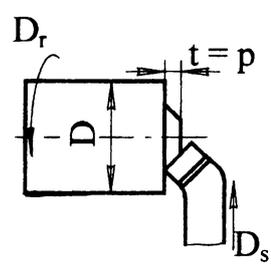
$V, S_{\text{мин}}, t, \tau_m - ?$

6.1.3. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при подрезании торца заготовки»

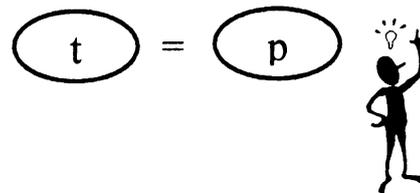
3. Нарисуйте схему резания при подрезании торца заготовки, изобразив заготовку и резец в промежуточный момент резания, с указанием на ней:

- направления главного движения D_r и направления движения поперечной подачи D_s ;
- глубины резания t ;
- диаметра заготовки D ;
- припуска на обработку p .

Пример записи исходных данных

<p>Дано:</p> <p>$D = 90$ мм;</p> <p>$n = 800$ об/мин;</p> <p>$S_o = 0,65$ мм/об;</p> <p>$\varphi = 45^\circ$;</p> <p>$p = 1$ мм.</p> <hr/> <p>$V, S_{мин}, t, \tau_m - ?$</p>	
---	---

При изображении схемы резания следует учитывать, что глубина резания t при подрезании торца за один проход равна величине припуска на обработку (на сторону) p .

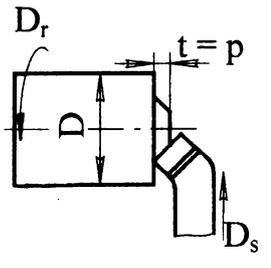


4. Решите задачу, руководствуясь нижеприведенной последовательностью.

Внимание!

Определяя искомую величину, сначала приводите формулу для ее расчета, затем расчет и единицы ее измерения.

Пример записи исходных данных

<p>Дано:</p> <p>$D = 90$ мм;</p> <p>$n = 800$ об/мин;</p> <p>$S_o = 0,65$ мм/об;</p> <p>$\varphi = 45^\circ$;</p> <p>$p = 1$ мм.</p> <hr/> <p>$V, S_{мин}, t, \tau_m - ?$</p>	
---	---

$V = [\text{формула}] = [\text{расчет}] [\text{ед. изм.}]$
 $S_{мин} = [\text{формула}] = [\text{расчет}] [\text{ед. изм.}]$
 $t = [\text{формула}] = [\text{расчет}] [\text{ед. изм.}]$

6.1.3. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при подрезании торца заготовки»

4.1. Определите скорость резания V .

Пример расчета скорости резания

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 800}{1000} = 226,1 \text{ [м/мин]}$$

4.2. Определите минутную подачу $S_{\text{мин}}$.

Пример расчета минутной подачи

$$S_{\text{мин}} = S_0 \cdot n = 0,65 \cdot 800 = 520 \text{ [мм/мин]}$$

4.3. Определите глубину резания t .

Пример расчета глубины резания

$$t = p = 1 \text{ мм}$$

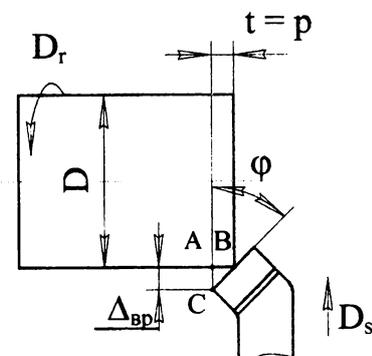
4.4. Определите машинное время τ_m , выполняя следующие действия.



4.4.1. Изобразите расчетную схему. На схеме укажите:

- величину врезания резца $\Delta_{\text{вр}}$;
- главный угол в плане ϕ ;
- глубину резания t ;
- треугольник ABC, который в дальнейшем будет использоваться для расчета величины врезания.

Пример изображения расчетной схемы



6.1.3. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при подрезании торца заготовки»

4.4.2. Запишите формулу для определения машинного времени τ_M .

$$\tau_M = \frac{l + \Delta_{вр} + \Delta_{п}}{S_o \cdot n}$$

4.4.3. Из прямоугольного треугольника ABC, изображенного на расчетной схеме, определите величину врезания резца. Справа от расчетов изобразите прямоугольный треугольник ABC с указанием его сторон и угла φ .

Пример расчета величины врезания резца

$\angle ACB = \angle \varphi = 45^\circ$

$AB = p = t$

$AC = \Delta_{вр}$

$\operatorname{tg} \varphi = \frac{AB}{AC} = \frac{t}{\Delta_{вр}}$

$\Delta_{вр} = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} = \frac{1}{1} = 1 \text{ [мм]}$

4.4.4. Примите величину перебега резца в пределах от 0,5 до 1 мм.

$$\Delta_{п} = 1 \text{ мм}$$

4.4.5. Определите общую длину пути l_o , пройденного резцом.

$$l_o = \frac{D}{2} + \Delta_{вр} + \Delta_{п} =$$

$$= \frac{90}{2} + 1 + 1 = 47 \text{ [мм]}$$

4.4.6. Выполните расчет машинного времени τ_M .

Пример расчета машинного времени

$$\tau_M = \frac{l_o}{S_o \cdot n} = \frac{47}{0,65 \cdot 800} = 0,18 \text{ [мин]}$$

6.1.3. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при подрезании торца заготовки»

5. Запишите ответ, указывая определенные в ходе решения величины и единицы их измерения.

Пример записи ответа

Ответ: $V = 226,1$ м/мин;
 $S_{\text{мин}} = 520$ мм/мин;
 $t = 1$ мм;
 $\tau_m = 0,18$ мин.

Решение задачи на определение элементов режима резания при подрезании торца заготовки завершено.



6.1.3. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при подрезании торца заготовки»

ПРОВЕРКА УСВОЕНИЯ

Контролирующий тест

Инструкция

Тест состоит из 6 заданий. Выполняйте их последовательно, следуя указаниям.

Желаем удачи!

Указание 1. Завершите утверждения 1 – 5, выбрав один из предлагаемых вариантов окончания.

1. На схеме резания при подрезании торца заготовки направление движения подачи D_s :

- а) продольное;
- б) поперечное.

2. Глубина резания при подрезании торца заготовки определяется по формуле:

- а) $t = p$;
- б) $t = \frac{D}{2}$.

3. Длина поверхности заготовки, которую проходит резец при подрезании ее торца, составляет:

- а) диаметр заготовки D ;
- б) половину диаметра заготовки $\frac{D}{2}$.

6.1.3. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при подрезании торца заготовки»

4. На схеме для определения $\Delta_{вр}$ при подрезании торца заготовки рабочая вершина резца расположена на продолжении:

- а) обработанной поверхности;
- б) обрабатываемой поверхности.

5. На схеме резания для расчета машинного времени при подрезании торца изображают:

- а) заготовку, резец, $\Delta_{вр}$, φ , t ;
- б) заготовку, резец, направления движений, $\Delta_{вр}$, t ;
- в) заготовку, резец, направления движений, $\Delta_{вр}$, φ , t .

Указание 2. В задании 6 установите правильную последовательность действий при решении задачи на определение элементов режима резания при подрезании торца заготовки, вписывая в пустые квадраты соответствующие цифры.

6. ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР ДЕЙСТВИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР ДЕЙСТВИЯ	ДЕЙСТВИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ
<input type="text"/>	Определить минутную подачу.
<input type="text"/>	Записать ответ.
<input type="text"/>	Определить скорость резания.
<input type="text"/>	Определить машинное время.
<input type="text"/>	Записать исходные данные и величины, которые необходимо определить.
<input type="text"/>	Определить глубину резания.
<input type="text"/>	Изучить условие задачи.
<input type="text"/>	Изобразить схему резания.

6.1. Обучающий блок «Решение задач на определение элементов режима резания»

6.1.4. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при отрезании заготовки»

Цель – после изучения данного учебного элемента Вы сможете решать задачи на определение элементов режима резания и машинного времени при отрезании заготовки.

Методика решения задач на определение элементов режима резания рассматривается на примере отрезания кольца от заготовки, имеющей форму трубы.

1. Прочитайте условие задачи.

Пример условия задачи

Определите скорость резания V , минутную подачу $S_{\text{мин}}$, глубину резания t и машинное время τ_m при отрезании кольца от заготовки, имеющей форму трубы. Наружный диаметр заготовки – 80 мм, внутренний диаметр – 72 мм, число оборотов шпинделя токарного станка – 800 об/мин, оборотная подача – 0,65 мм/об, ширина отрезного резца – 4 мм.

2. Запишите исходные данные и величины, которые необходимо определить с указанием единиц их измерения.

Пример записи исходных данных

Дано:

$D = 80 \text{ мм};$
 $d = 72 \text{ мм};$
 $n = 630 \text{ об/мин};$
 $S_o = 0,21 \text{ мм/об};$
 $h = 4 \text{ мм}.$

$V, S_{\text{мин}}, t, \tau_m - ?$

6.1.4. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при отрезании заготовки»

3. Нарисуйте схему резания при отрезании кольца от заготовки, изобразив заготовку и резец в промежуточный момент резания, с указанием на ней:

- направления главного движения D_r и направления движения поперечной подачи D_s ;
- глубины резания t ;
- наружного диаметра заготовки D ;
- внутреннего диаметра заготовки d ;
- ширины отрезного резца h .

Пример записи исходных данных

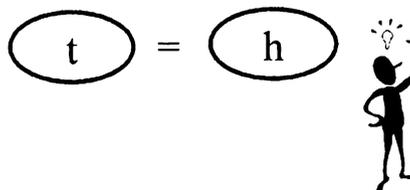
Дано:

$D = 80$ мм;
 $d = 72$ мм;
 $n = 630$ об/мин;
 $S_o = 0,21$ мм/об;
 $h = 4$ мм.

$V, S_{мин}, t, \tau_m - ?$

При изображении схемы резания следует учитывать, что обрабатываемую заготовку лучше изображать в сечении, что требует использования штриховки. Штриховка выполняется по правилам ЕСКД.

Также следует учитывать, что глубина резания t при отрезании кольца от заготовки отрезным резцом равна ширине отрезного резца h .



4. Решите задачу, руководствуясь нижеприведенной последовательностью.

Внимание!

Определяя искомую величину, сначала приводите формулу для ее определения, затем расчет и единицы ее измерения.

Пример записи исходных данных

Дано:

$D = 80$ мм;
 $d = 72$ мм;
 $n = 630$ об/мин;
 $S_o = 0,21$ мм/об;
 $h = 4$ мм.

$V, S_{мин}, t, \tau_m - ?$

$V = [\text{формула}] = [\text{расчет}] [\text{ед. изм.}]$
 $S_{мин} = [\text{формула}] = [\text{расчет}] [\text{ед. изм.}]$
 $t = [\text{формула}] = [\text{расчет}] [\text{ед. изм.}]$

6.1.4. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при отрезании заготовки»

4.1. Определите скорость резания V .

Пример расчета скорости резания

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 630}{1000} = 158,3 \text{ [м/мин]}$$

4.2. Определите минутную подачу $S_{\text{мин}}$.

Пример расчета минутной подачи

$$S_{\text{мин}} = S_o \cdot n = 0,21 \cdot 630 = 132,3 \text{ [мм/мин]}$$

4.3. Определите глубину резания t .

Пример расчета глубины резания

$$t = h = 4 \text{ [мм]}$$

4.4. Определите машинное время τ_m , выполняя следующие действия.

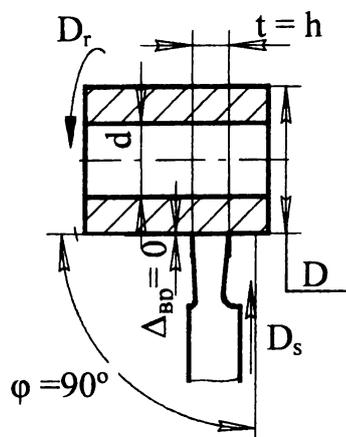


4.4.1. Нарисуйте расчетную схему, изобразив резец в начальный момент обработки. На схеме укажите:

- величину врезания резца $\Delta_{\text{вр}}$;
- главный угол в плане φ ;
- наружный и внутренний диаметры трубы D и d ;
- глубину резания t .

При изображении на схеме величины врезания $\Delta_{\text{вр}}$ следует учитывать, что при правильной установке отрезного резца ($\varphi = 90^\circ$) $\Delta_{\text{вр}} = 0$.

Пример изображения расчетной схемы



6.1.4. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при отрезании заготовки»

4.4.2. Запишите формулу для определения машинного времени τ_m .

$$\tau_m = \frac{l + \Delta_{вр} + \Delta_{п}}{S_o \cdot n}$$

4.4.3. Из расчетной схемы видно, что $\Delta_{вр} = 0$.

*Пример расчета величины
врезания резца*

$$\Delta_{вр} = 0$$

4.4.4. Примите величину перебега резца в пределах от 0,5 до 1 мм.

$$\Delta_{п} = 1 \text{ мм}$$

4.4.5. Определите общую длину пути l_o , пройденного резцом.

$$l_o = \frac{D - d}{2} - \Delta n = \frac{80 - 72}{2} + 1 = 2,7 \text{ [мм]}$$

4.4.6. Выполните расчет машинного времени τ_m .

Пример расчета машинного времени

$$\tau_m = \frac{l_o}{S_o \cdot n} = \frac{2,7}{0,21 \cdot 630} = 0,03 \text{ [мин]}$$

5. Запишите ответ, указывая определенные в ходе решения величины и единицы их измерения.

Пример записи ответа

Ответ: $V = 158,3 \text{ м/мин};$
 $S_{мин} = 132,3 \text{ мм/мин};$
 $t = 4 \text{ мм};$
 $\tau_m = 0,03 \text{ мин.}$

Решение задачи на определение элементов режима резания при отрезании кольца от заготовки завершено.



6.1.4. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при отрезании заготовки»

ПРОВЕРКА УСВОЕНИЯ

Контролирующий тест

Инструкция

Тест состоит из 7 заданий. Выполняйте их последовательно, следуя указаниям.

Желаем удачи!

Указание 1. Завершите утверждения 1 – 6, выбрав один из предлагаемых вариантов окончания.

1. На схеме резания при отрезании кольца от заготовки резец изображают:
 - а) в начальный момент обработки;
 - б) в промежуточный момент обработки.

2. На схеме резания при отрезании кольца от заготовки указывают:
 - а) D_r, D_s, t ;
 - б) D_r, D, d, t ;
 - в) D_r, D_s, D, d, t .

3. При отрезании кольца от заготовки направление подачи резца:
 - а) продольное;
 - б) поперечное.

4. На расчетной схеме для определения $\Delta_{вр}$ резец изображают:
 - а) в начальный момент обработки;
 - б) в промежуточный момент обработки.

6.1.4. Учебный элемент «Определение элементов режима резания при отрезании заготовки»

5. При отрезании части заготовки отрезным резцом с углом $\varphi = 90^\circ$ величина врезания $\Delta_{вр}$:

- а) принимается произвольно;
- б) равна нулю;
- в) рассчитывается.

6. Длина поверхности, которую проходит резец при отрезании кольца от трубы с наружным диаметром D и внутренним диаметром d , равна:

- а) $D - d$;
- б) D ;
- в) $\frac{D - d}{2}$;
- г) $\frac{D}{2}$.

Указание 2. В задании 7 установите правильную последовательность действий при решении задачи на определение элементов режима резания при отрезании заготовки, вписывая в пустые квадраты соответствующие цифры.

7. ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР
ДЕЙСТВИЯ

ДЕЙСТВИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ

Определить машинное время.

Изучить условие задачи.

Определить элементы режима резания.

Изобразить схему резания.

Записать ответ.

Записать исходные данные и величины, которые необходимо определить.

6.2. Обучающий блок «Решение задач на определение геометрических параметров режущего клина»

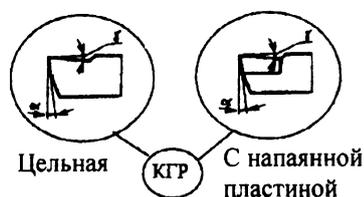
6.2.1. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца»

Цель – после изучения данного учебного элемента Вы сможете строить сечения токарного прямого проходного резца в главной и вспомогательной секущих плоскостях.

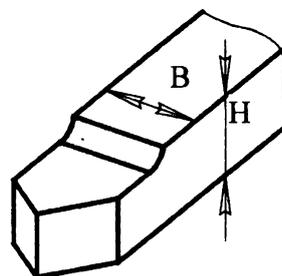
Исходными данными для построения сечений токарного прямого проходного резца являются:



- конструкция головки резца (КГР) с указанием размеров конструктивных элементов;



- размеры сечения державки (B – ширина, H – высота).



- геометрические параметры режущей части резца:

- главный φ и вспомогательный φ_1 углы в плане;



- главный γ и вспомогательный γ' передние углы;



6.2.1. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца»

– главный α и вспомогательный α' задние углы.

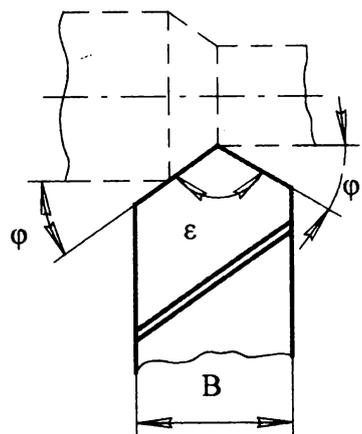


Методика построения сечений рассматривается на примере прямого проходного резца с цельной головкой, высотой державки H , шириной державки B . Геометрические параметры режущей части резца взяты в буквенном обозначении ϕ , ϕ_1 , γ , γ' , α , α' .

Выполняйте построения сечений руководствуясь нижеследующими указаниями.

1. Немного ниже середины листа формата А4 изобразите резец в плане (вид сверху) в масштабе 1:1 или 1:2, выдерживая величины углов в плане.

2. Для наглядности тонкими или пунктирными линиями изобразите деталь.

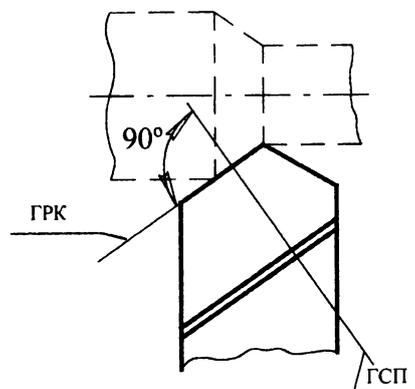


Внимание!

Построение сечений пойдет вверх справа и слева от изображения резца.

3. Сначала постройте сечение в главной секущей плоскости.

3.1. Проведите след главной секущей плоскости (ГСП), перпендикулярно главной режущей кромке резца (ГРК).



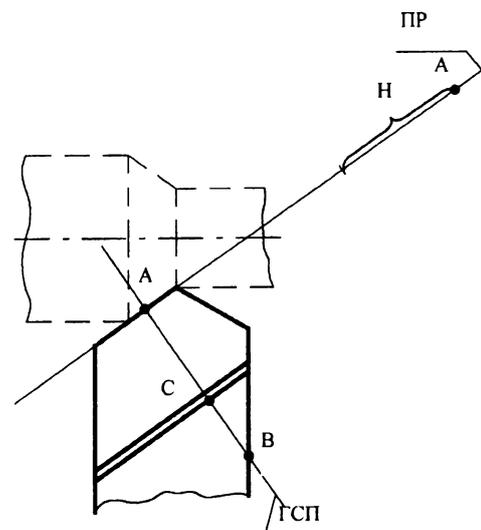
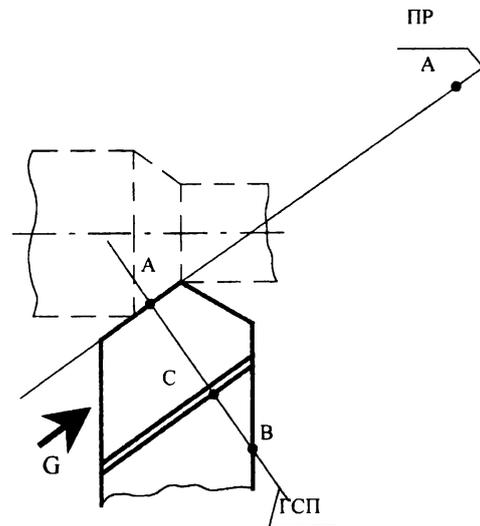
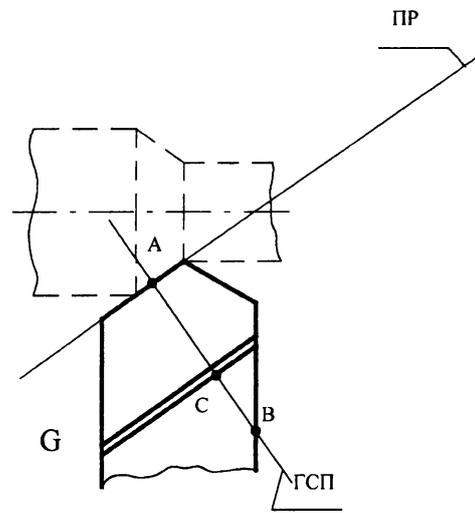
6.2.1. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца»

3.2. Отметьте начало и конец сечения резца (точки А и В), а также точку пересечения ГПС с линией перехода передней поверхности резца на верхнюю грань державки (точка С).

3.3. Проведите след плоскости резания (ПР), который совпадает с ГРК и касается поверхности резания детали. Стрелка G указывает направление взгляда на сечение в ГСП.

3.4. Точку А мысленно переместите по следу ПР в направлении стрелки G и остановите в произвольном месте.

3.5. От точки А вниз по следу ПР отложите отрезок, равный высоте державки резца Н.



6.2.1. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца»

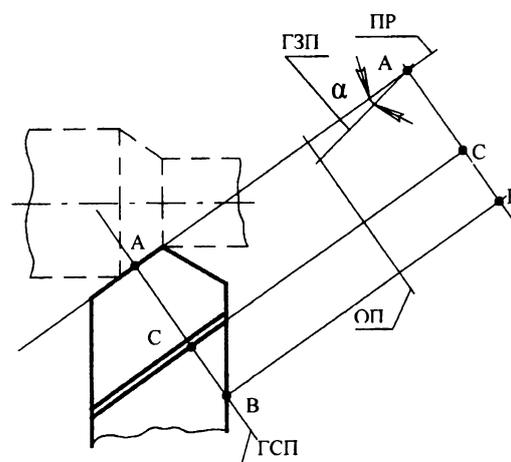
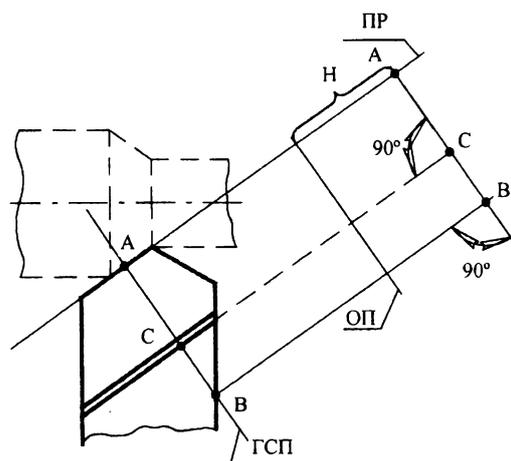
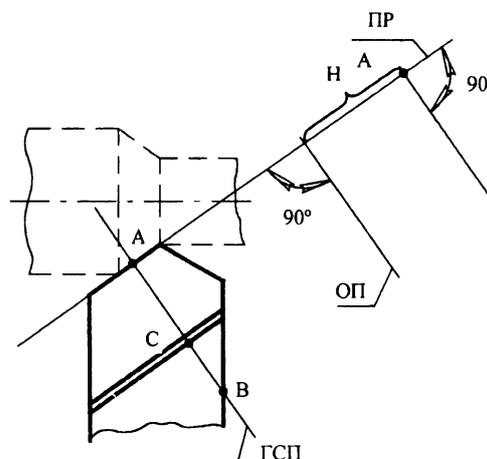
3.6. Из конца отрезка Н восстановите перпендикуляр к следу ПР. Этот перпендикуляр представляет собой след основной плоскости (ОП), в которой расположена опорная грань державки резца.

3.7. Из точки А восстановите второй перпендикуляр к следу ПР.

3.8. Из точки В параллельно следу плоскости ПР проведите линию, пересекающую перпендикуляры, восстановленные из конечной и начальной точек отрезка Н. Получится прямоугольник, определяющий габариты сечения.

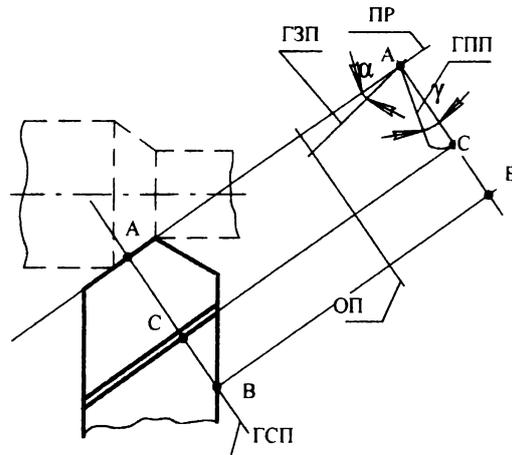
3.9. Точку С перенесите на перпендикуляр АВ, проведя пунктирную линию, параллельную следу ПР.

3.10. От следа ПР отложите величину главного заднего угла (α) с вершиной в точке А. Вы получили след главной задней поверхности резца (ГЗП).



6.2.1. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца»

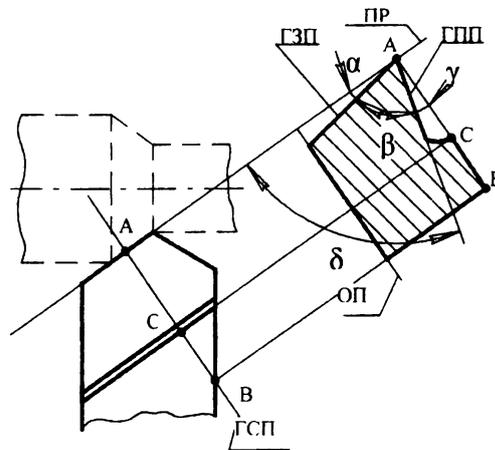
3.11. От перпендикуляра к следу ПР (АВ) отложите величину главного переднего угла (γ) с вершиной в точке А. Вы получили след главной передней поверхности резца (ГПП), который переходит на грань державки резца в точке С. Радиус перехода изобразите произвольно.



3.12. Полученное сечение обведите основной линией (толщина 0,8 – 1 мм).

3.13. Заштрихуйте сечение по правилам ЕСКД.

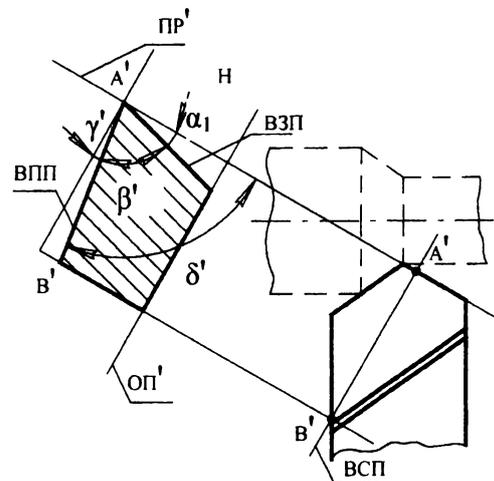
3.14. Обозначьте величины всех главных углов заточки резца (α , β , γ , δ).



Построение сечения в главной секущей плоскости завершено.



4. Построение сечения во вспомогательной секущей плоскости (ВСП) выполняется аналогично построению сечения в ГСП (по тому же самому алгоритму).



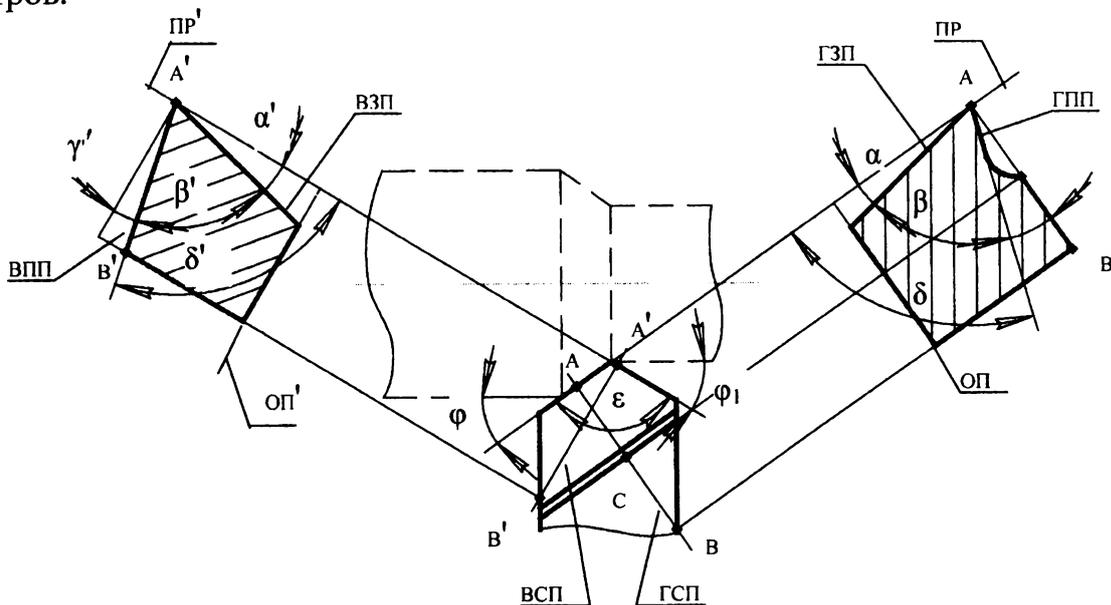
6.2.1. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца»

Внимание!

Основные шаги алгоритма следует запомнить и руководствоваться ими при построении сечений всех типов токарных резцов:

- 1) проведите следы ВСП и вспомогательной плоскости резания ПР';
- 2) отметьте точки начала и конца сечения;
- 3) перенесите точку начала сечения по следу ПР' в произвольное место;
- 4) отложите от перенесенной точки начала сечения высоту державки резца Н;
- 5) восстановите перпендикуляры из концов отрезка Н;
- 6) из точки конца сечения проведите линию, параллельную ПР', и замкните прямоугольник, определяющий габариты сечения;
- 7) отложите величину вспомогательного заднего угла α' ;
- 8) отложите величину вспомогательного переднего угла γ' ;
- 9) полученное сечение обведите основной линией, заштрихуйте сечение и проставьте обозначения всех вспомогательных углов (α' , β' , γ' , δ').

5. На общем эскизе укажите величины углов в плане (φ , φ_1 , ϵ), проверьте обозначение следов плоскостей и правильность простановки геометрических параметров.



6.2.1. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца»

ПРОВЕРКА УСВОЕНИЯ

Контролирующий тест

Инструкция

Тест состоит из 10 заданий. Выполняйте их последовательно, следуя указаниям.

Желаем удачи!

Указание 1. Завершите утверждения 1 – 9, выбрав один из предлагаемых вариантов окончания.

1. Построение сечений токарного прямого проходного резца выполняют:
 - а) в произвольных плоскостях;
 - б) в плоскостях, перпендикулярных главной и вспомогательной режущим кромкам.

2. След плоскости резания изображают:
 - а) перпендикулярно главной режущей кромке резца;
 - б) параллельно главной режущей кромке резца;
 - в) совпадающим с главной режущей кромкой резца.

3. Главная секущая плоскость располагается:
 - а) перпендикулярно главной режущей кромке резца;
 - б) под произвольным углом к главной режущей кромке резца;
 - в) параллельно главной режущей кромке резца.

6.2.1. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца»

4. Вспомогательная секущая плоскость располагается:

- а) под произвольным углом к вспомогательной режущей кромке резца;
- б) перпендикулярно вспомогательной режущей кромке резца;
- в) параллельно вспомогательной режущей кромке резца.

5. Главная и вспомогательная секущие плоскости расположены:

- а) под произвольным углом друг к другу;
- б) всегда перпендикулярны между собой;

6. След основной плоскости изображают перпендикулярно:

- а) плоскости резания;
- б) главной секущей плоскости;
- в) вспомогательной секущей плоскости.

7. Построение сечений резца привязывают:

- а) к основной плоскости;
- б) к плоскости резания;
- в) к секущей плоскости.

8. Величину заднего угла откладывают относительно:

- а) следа плоскости резания;
- б) следа секущей плоскости;
- в) перпендикуляра к плоскости резания.

9. Величину переднего угла откладывают относительно:

- а) следа плоскости резания;
- б) следа секущей плоскости;
- в) перпендикуляра к плоскости резания.

6.2.1. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца»

Указание 2. В задании 10 установите правильную последовательность действий, которые необходимо выполнить для построения сечения токарного прямого проходного резца в главной секущей плоскости, вписывая в пустые квадраты соответствующие цифры.

**10. ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР
ДЕЙСТВИЯ**

**ДЕЙСТВИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ
СЕЧЕНИЙ В ГЛАВНОЙ СЕКУЩЕЙ
ПЛОСКОСТИ**

Восстановить перпендикуляры из концов отрезка Н.

Отметить точки начала и конца сечения.

Отложить величину главного переднего угла γ .

Провести из точки конца сечения линию, параллельную ПР, и замкнуть прямоугольник, определяющий габариты сечения.

Провести следы ГСП и главной плоскости резания ПР.

Полученное сечение обвести основной линией, заштриховать сечение и проставить обозначения всех главных углов: α , β , γ , δ .

Перенести точки начала сечения по следу ПР в произвольное место.

Отложить величину главного заднего угла α .

Отложить от перенесенной точки начала сечения высоту державки резца Н.

6.2. Обучающий блок «Решение задач на определение геометрических параметров режущего клина»

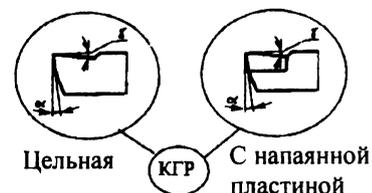
6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

Цель – после изучения данного учебного элемента Вы сможете строить сечения токарного проходного резца с отогнутой головкой в главной и вспомогательной секущих плоскостях.

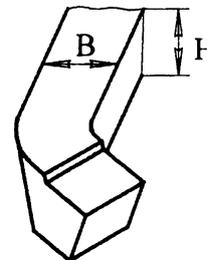
Исходными данными для построения сечений токарного проходного резца с отогнутой головкой являются:



- конструкция головки резца с указанием размеров конструктивных элементов;

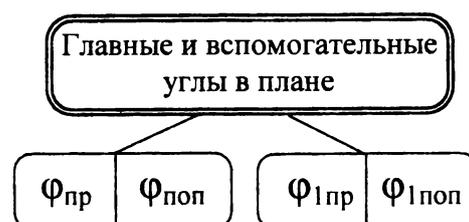


- размеры сечения державки (B – ширина, H – высота).



- геометрические параметры режущей части резца:

– главные и вспомогательные углы в плане при продольной подаче ($\varphi_{пр}$; $\varphi_{1пр}$) и при поперечной подаче ($\varphi_{поп}$; $\varphi_{1поп}$);



6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

– главный (γ) и вспомогательные передние углы при продольной ($\gamma'_{пр}$) и поперечной ($\gamma'_{поп}$) подачах;



– главный (α) и вспомогательные задние углы при продольной ($\alpha'_{пр}$) и поперечной ($\alpha'_{поп}$) подачах.



Методика построения сечений рассматривается на примере токарного проходного резца с отогнутой цельной головкой.

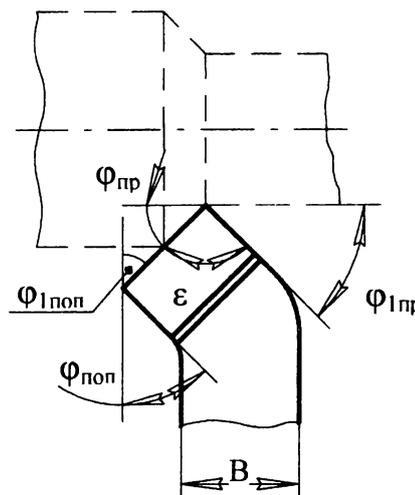
Выполняйте построение сечений резца, руководствуясь нижеследующими указаниями.

1. Немного ниже середины листа формата А4 изобразите резец в плане (вид сверху) в масштабе 1:1 или 1:2, выдерживая величины углов в плане при продольной и поперечной подачах.

2. Для наглядности тонкими или пунктирными линиями изобразите деталь.

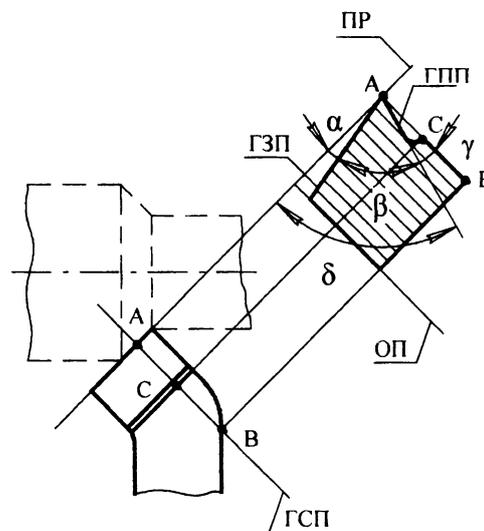
Внимание!

Построение сечений пойдет вверх справа и слева от изображения резца.



6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

3. Постройте сечение в главной секущей плоскости. Построение выполняется аналогично построению сечения токарного прямого проходного резца в ГСП (см. УЭ 6.2.1).



Внимание!

Основные шаги алгоритма построения сечения токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой следует запомнить и руководствоваться ими при построении сечений всех типов токарных резцов:

- 1) проведите след ГСП;
- 2) отметьте точки начала и конца сечения;
- 3) перенесите точку начала сечения по следу ПР в произвольное место;
- 4) отложите от перенесенной точки начала сечения высоту державки резца H ;
- 5) восстановите перпендикуляры из концов отрезка H ;
- 6) из точки конца сечения проведите линию, параллельную ПР, и замкните прямоугольник, определяющий габариты сечения;
- 7) отложите величину главного заднего угла α ;
- 8) отложите величину главного переднего угла γ ;
- 9) полученное сечение обведите основной линией, заштрихуйте сечение и проставьте обозначения всех главных углов: α , β , γ , δ .

4. Постройте сечение во вспомогательной секущей плоскости.

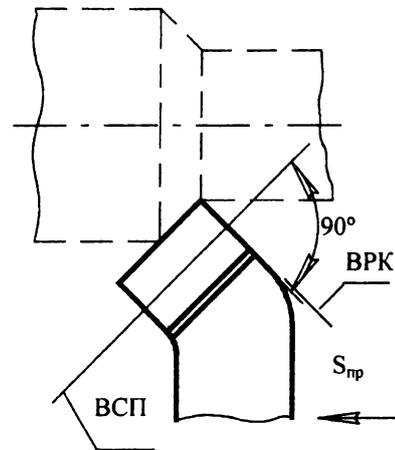
Внимание!

Построение сечения токарного проходного резца с отогнутой головкой во вспомогательной секущей плоскости имеет ряд особенностей.



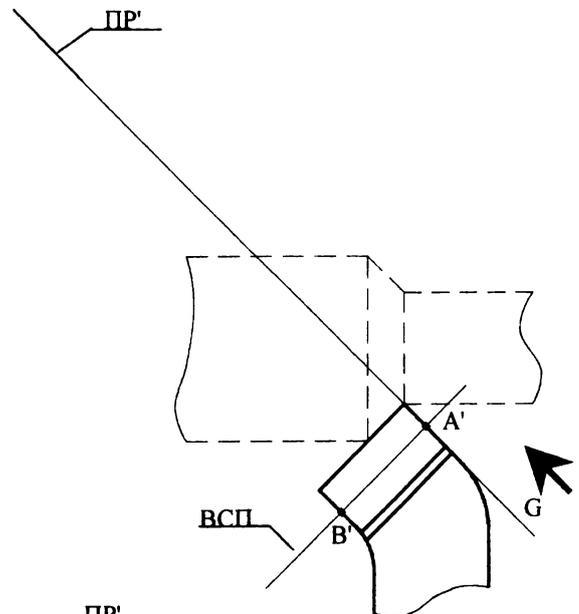
6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

4.1. Проведите след ВСП перпендикулярно вспомогательной режущей кромке резца для продольной подачи.

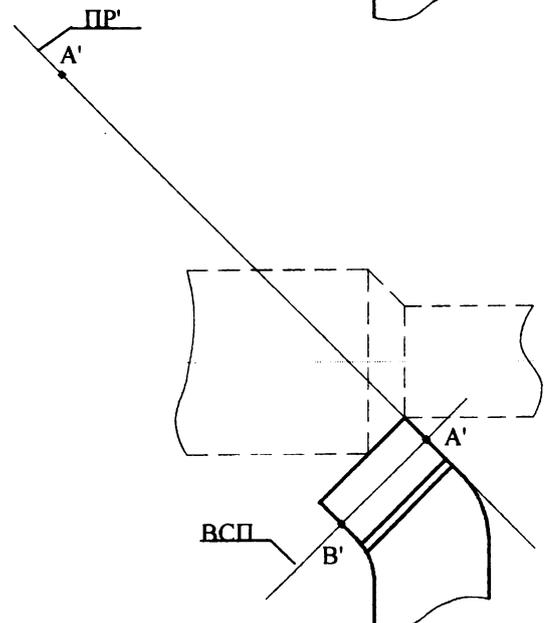


4.2. Отметьте начало и конец сечения резца (точка A' и B').

4.3. Проведите след вспомогательной плоскости резания (ПР'), который совпадает с вспомогательной режущей кромкой. Стрелка G указывает направление взгляда на сечение в ВСП.



4.4. Точку A' мысленно перенесите по следу ПР' в направлении стрелки G и остановите в произвольном месте.



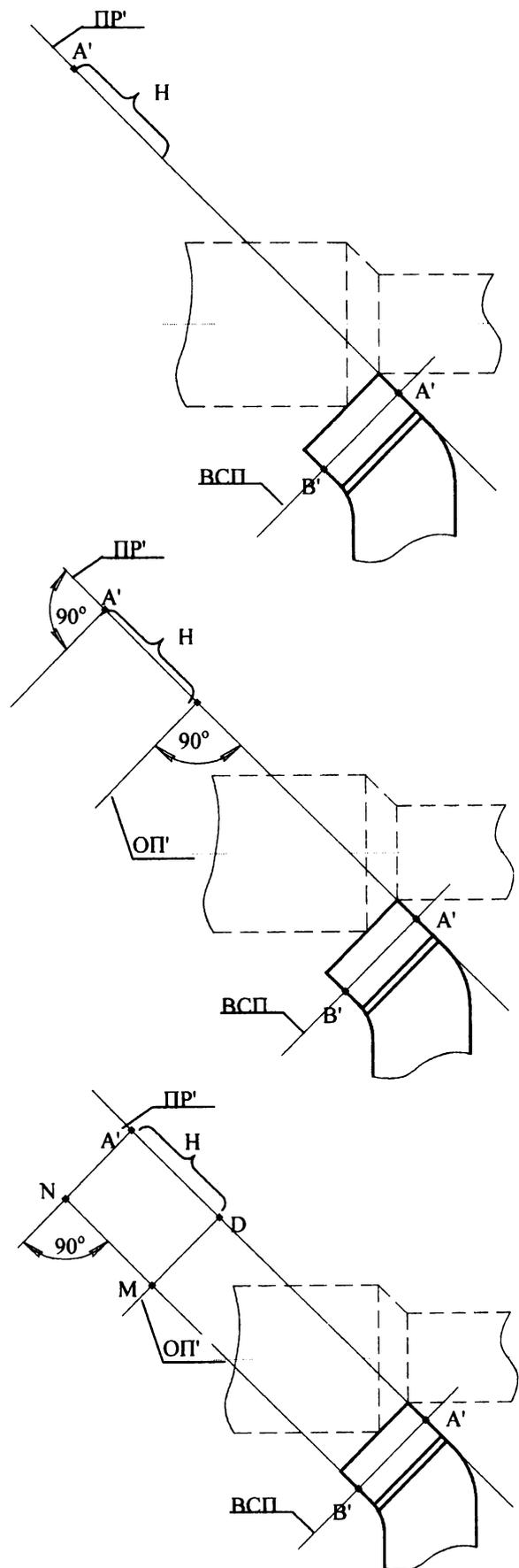
6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

4.5. От точки A' вниз по следу $ПР'$ отложите отрезок, равный высоте державки резца H .

4.6. Из конца отрезка H восстановите перпендикуляр к следу $ПР'$. Этот перпендикуляр представляет собой след основной плоскости $ОП'$, на которой расположена опорная грань державки резца.

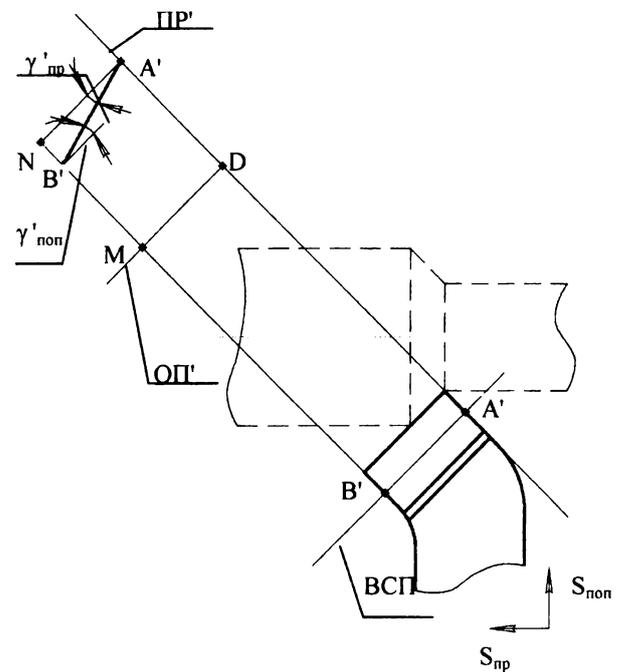
4.7. Из точки A' восстановите второй перпендикуляр к следу $ПР'$.

4.8. Из точки B' параллельно следу плоскости $ПР'$ проведите линию, пересекающую перпендикуляры, восстановленные из конечной и начальной точек отрезка H . Получится прямоугольник (A', N, M, D), определяющий габариты сечения.

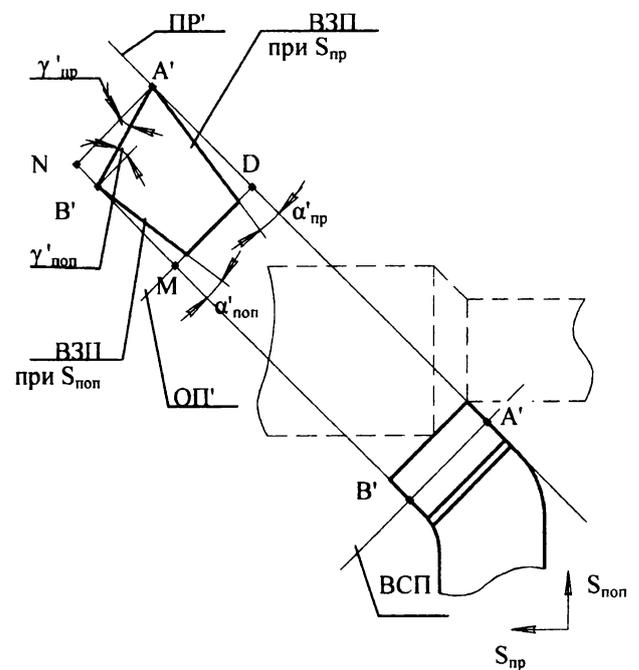


6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

4.9. От перпендикуляра к $ПР'$, восстановленного из точки A' , отложите величину вспомогательного переднего угла $\gamma'_{пр}$ при продольной подаче с вершиной в точке A' . Пересечение луча, проведенного из точки A' , с отрезком NM образует точку B' . Проведите из точки B' перпендикуляр к отрезку $B'M$. Угол между этим перпендикуляром и отрезком $A'B'$ является вспомогательным передним углом при поперечной подаче ($\gamma'_{поп}$). Его значение отрицательное.



4.10. От следа $ПР'$ отложите величину вспомогательного заднего угла при продольной подаче $\alpha'_{пр}$ с вершиной в точке A' . От отрезка $B'M$ отложите величину вспомогательного заднего угла при поперечной подаче $\alpha'_{поп}$ с вершиной в точке B' . Вы получите след вспомогательной задней поверхности резца при продольной подаче (ВЗП при $S_{пр}$) и след вспомогательной задней поверхности резца при поперечной подаче (ВЗП при $S_{поп}$).

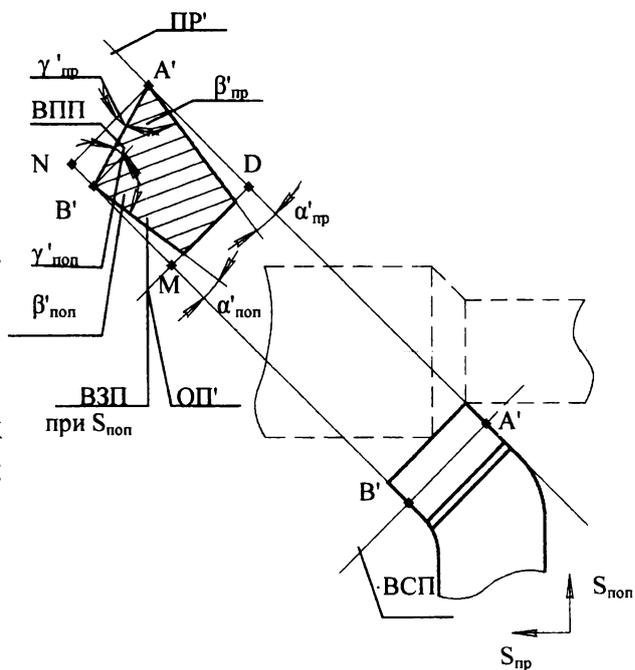


6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

4.11. Полученное сечение обведите основной линией (толщина 0,8 – 1 мм).

4.12. Заштрихуйте сечение по правилам ЕСКД.

4.13. Обозначьте величины всех вспомогательных углов заточки резца: $\alpha'_{пр}$, $\alpha'_{поп}$, $\gamma'_{пр}$, $\gamma'_{поп}$, $\beta'_{пр}$, $\beta'_{поп}$.

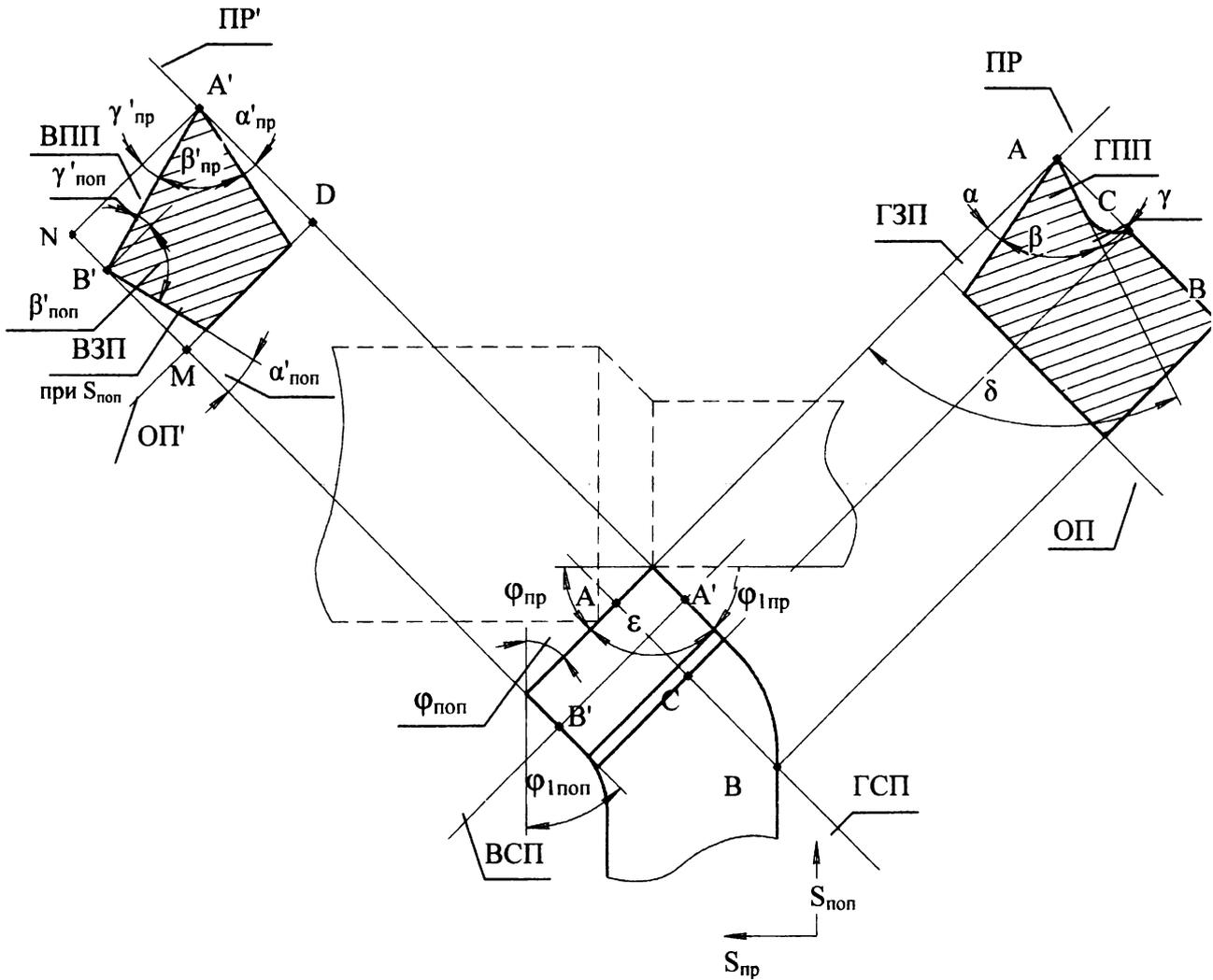


Построение сечения во вспомогательной секущей плоскости завершено.



6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

5. На общем эскизе проставьте величины углов в плане ($\varphi_{пр}$, $\varphi_{1пр}$, $\varphi_{поп}$, $\varphi_{1поп}$, ϵ), проверьте обозначение следов плоскостей и правильность простановки геометрических параметров.



6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

ПРОВЕРКА УСВОЕНИЯ

Контролирующий тест

Инструкция

Тест состоит из 10 заданий. Выполняйте их последовательно, следуя указаниям.

Желаем удачи!

Указание 1. Завершите утверждения 1 – 9, выбрав один из предлагаемых вариантов окончания.

1. Токарный проходной резец с отогнутой головкой имеет:

- а) одну вершину, две режущие кромки, одну заднюю вспомогательную поверхности;
- б) две вершины, три режущие кромки, две задние вспомогательные поверхности;
- в) одну вершину, две режущие кромки, две задние вспомогательные поверхности.

2. Построение сечений токарного проходного резца с отогнутой головкой выполняют:

- а) в произвольных плоскостях;
- б) в плоскостях, перпендикулярных главной и вспомогательной режущим кромкам;
- в) в плоскостях, перпендикулярных оси детали.

3. След плоскости резания изображают:

- а) перпендикулярно главной режущей кромке резца;
- б) параллельно главной режущей кромке резца;
- в) совпадающим с главной режущей кромкой резца.

6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

4. Главная секущая плоскость располагается:

- а) перпендикулярно главной режущей кромке резца;
- б) под произвольным углом к главной режущей кромке резца;
- в) параллельно главной режущей кромке резца.

5. Вспомогательная секущая плоскость располагается:

- а) перпендикулярно вспомогательной режущей кромке резца;
- б) под произвольным углом к вспомогательной режущей кромке резца;
- в) параллельно вспомогательной режущей кромке резца.

6. Главная и вспомогательная секущие плоскости:

- а) расположены под произвольным углом друг к другу;
- б) всегда перпендикулярны между собой.

7. Построение сечений резца привязывают:

- а) к основной плоскости;
- б) к плоскости резания;
- в) к секущей плоскости.

8. Величину вспомогательного заднего угла α' откладывают относительно:

- а) следа вспомогательной плоскости резания;
- б) следа секущей плоскости;
- в) перпендикуляра к вспомогательной плоскости резания.

9. Величину главного переднего угла откладывают относительно:

- а) следа плоскости резания;
- б) следа секущей плоскости;
- в) перпендикуляра к плоскости резания.

6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

Указание 2. В задании 10 установите правильную последовательность действий, которые необходимо выполнить для построения сечения токарного проходного резца с отогнутой головкой во вспомогательной секущей плоскости, вписывая в пустые квадраты соответствующие цифры.

**10. ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР
ДЕЙСТВИЯ**

**ДЕЙСТВИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ
СЕЧЕНИЙ ВО ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ
СЕКУЩЕЙ ПЛОСКОСТИ**

Восстановить перпендикуляры из концов отрезка Н.

Отметить точки начала и конца сечения.

Отложить величины вспомогательных передних углов при продольной и поперечной подачах ($\gamma'_{пр}$, $\gamma'_{поп}$).

Провести из точки конца сечения линию, параллельную ПР', и замкнуть прямоугольник, определяющий габариты сечения.

Провести следы ВСП и главной плоскости резания ПР'.

Полученное сечение обвести основной линией, заштриховать сечение и проставить обозначения всех вспомогательных углов: α' , β' , γ' , δ' .

Перенести точку начала сечения по следу ПР' в произвольное место.

Отложить величины вспомогательных задних углов при продольной и поперечной подачах $\alpha'_{пр}$ и $\alpha'_{поп}$.

Отложить от перенесенной точки начала сечения высоту державки резца Н.

6.3. Обучающий блок «Решение задач нахождение действительных углов токарного резца»

6.3.1. Учебный элемент «Определение действительных углов токарного резца при установке его выше или ниже оси центров станка»

Цель – после изучения данного учебного элемента Вы сможете строить расчетные схемы и выполнять расчеты для определения величин действительных углов токарного проходного резца при установке его выше или ниже оси центров станка.

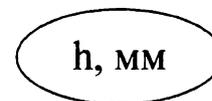
Исходными данными для определения величин главных действительных углов токарного резца γ_d , α_d являются:



- статические углы заточки резца $\gamma_{ст}$, $\alpha_{ст}$;



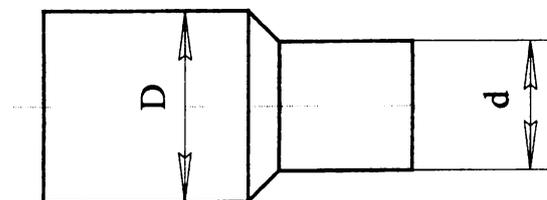
- направление смещения резца относительно оси центров станка – выше или ниже;



- величина смещения резца относительно оси центров станка h ;



- диаметры поверхностей заготовки.



Рассмотрим пример решения задачи на определение величины углов заточки токарного проходного резца, если его вершина установлена выше оси центров станка на h мм, диаметр обработанной поверхности – d мм, статические углы заточки резца – $\gamma_{ст}$, $\alpha_{ст}$.

6.3.1. Учебный элемент «Определение действительных углов токарного резца при установке его выше или ниже оси центров станка»

1. Прочитайте условие задачи.

Пример условия задачи

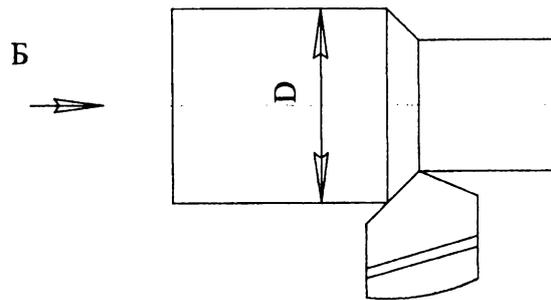
Определите величину действительных углов токарного проходного резца в процессе резания, если его вершина установлена выше оси центров станка на 1,2 мм, диаметр обрабатываемой поверхности – 40 мм, статические углы заточки резца $\alpha_{ст} = 6^\circ$, $\gamma_{ст} = 12^\circ$; $\lambda = 0$.

2. Запишите исходные данные и величины, которые необходимо определить с указанием единиц их измерения.

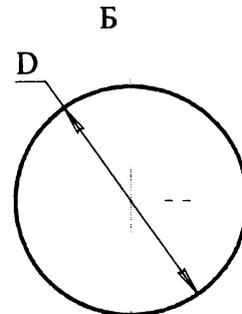
Пример записи исходных данных

Дано:	
$D = 40 \text{ мм};$	
$h = 1,2 \text{ мм};$	
$\alpha_{ст} = 6^\circ;$	
$\gamma_{ст} = 12^\circ;$	
$\lambda = 0.$	
<hr/>	
$\alpha_d, \gamma_d - ?$	

3. Постройте расчетную схему действительной установки резца следующим образом.

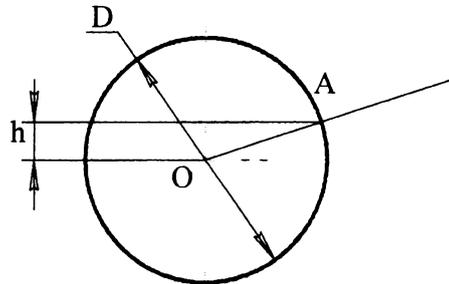


3.1. Начертите окружность диаметром D , которая является условным изображением обрабатываемой поверхности детали при взгляде слева на схему резания.

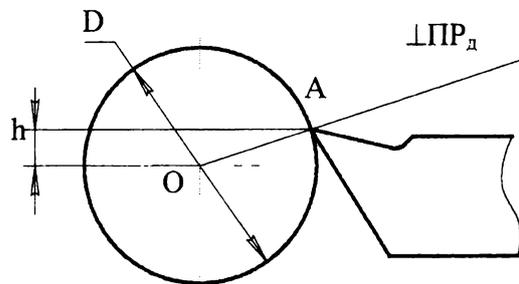


6.3.1. Учебный элемент «Определение действительных углов токарного резца при установке его выше или ниже оси центров станка»

3.2. Из центра окружности проведите радиус в точку А, расположенную на окружности выше оси центров станка на h мм.

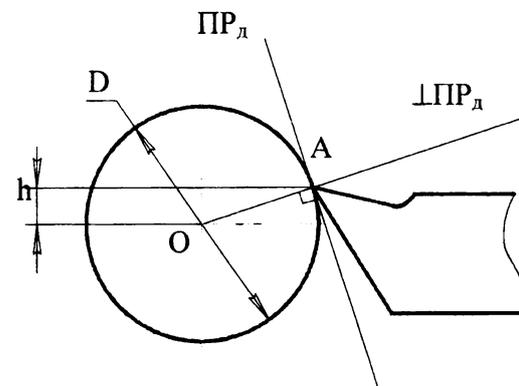


3.3. Изобразите действительное положение резца, при котором вершина режущего клина совпадает с точкой А.

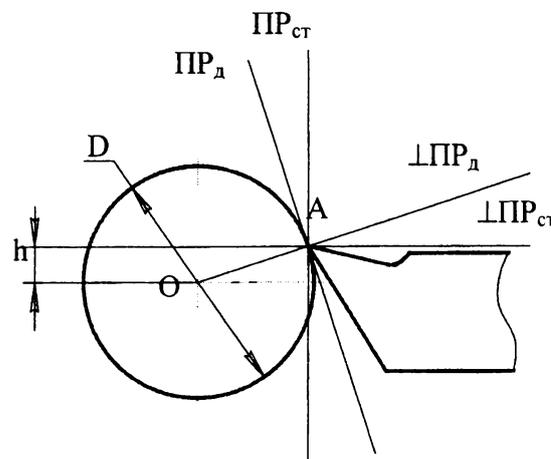


3.4. Проведите след действительной плоскости резания ΠP_d перпендикулярно радиусу ОА.

На продолжении радиуса ОА за точкой А проставьте обозначение перпендикуляра к плоскости резания – $\perp \Pi P_d$.



3.5. Изобразите след статической плоскости резания $\Pi P_{ст}$ как вертикаль, проведенную через точку А. Проведите перпендикуляр к следу статической плоскости резания – $\perp \Pi P_{ст}$, которым является горизонталь, проходящая через точку А.



6.3.1. Учебный элемент «Определение действительных углов токарного резца при установке его выше или ниже оси центров станка»

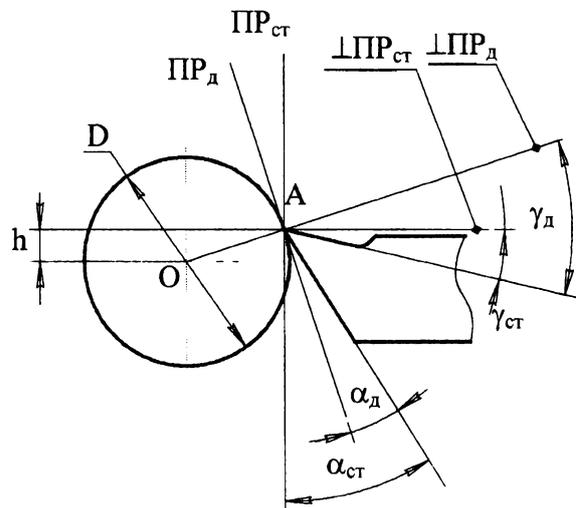
3.6. Обозначьте действительные и статические передние и задние углы, пользуясь соответствующими обозначениями:

γ_d – действительный передний угол, находящийся между передней поверхностью резца и перпендикуляром к следу действительной плоскости резания;

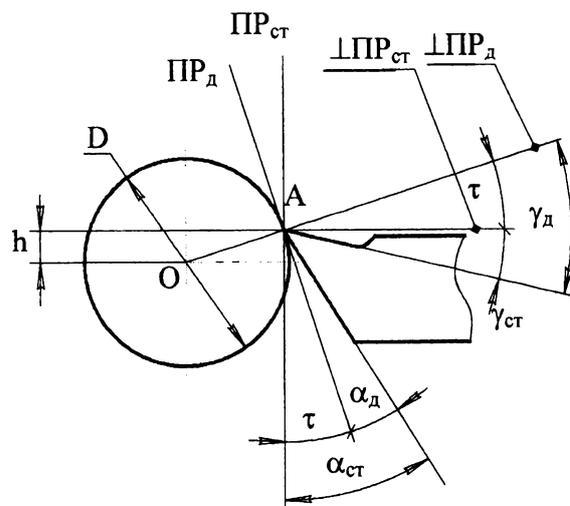
α_d – действительный задний угол, находящийся между задней поверхностью резца и следом действительной плоскости резания;

$\gamma_{ст}$ – статический передний угол, находящийся между передней поверхностью резца и перпендикуляром к следу статической плоскости резания;

$\alpha_{ст}$ – статический задний угол, находящийся между задней поверхностью резца и следом статической плоскости резания.

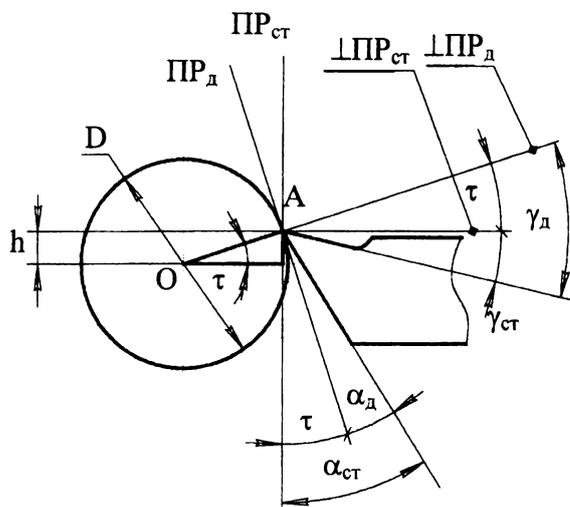


3.7. Обозначьте буквой τ углы, представляющие собой разницу между γ_d и $\gamma_{ст}$, α_d и $\alpha_{ст}$.

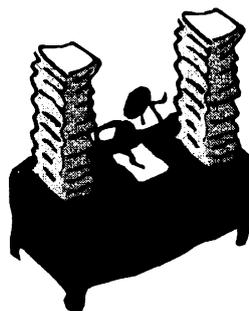


6.3.1. Учебный элемент «Определение действительных углов токарного резца при установке его выше или ниже оси центров станка»

3.8. Буквой τ обозначьте и равный им угол, заключенный между горизонтальной осью окружности и радиусом OA .



4. Выполните расчеты величины действительных углов резца.



4.1. Приведите расчетные формулы для определения величины действительных углов резца.

Расчетные формулы для определения величины действительных углов резца, если он установлен выше оси центров станка

$$\tau = \arcsin \frac{2 \cdot h}{D}$$

$$\alpha_d = \alpha_{ст} - \tau$$

$$\gamma_d = \gamma_{ст} + \tau$$

6.3.1. Учебный элемент «Определение действительных углов токарного резца при установке его выше или ниже оси центров станка»

4.2. Рассчитайте величины действительных углов резца.

Пример выполнения расчета величин действительных углов резца при установке его выше оси центров станка

$$\tau = \arcsin \frac{2 \cdot 1,2}{40} = \arcsin \cdot 0,06 = 3^\circ$$

$$\alpha_d = 6^\circ - 3^\circ = 3^\circ$$

$$\gamma_d = 12^\circ + 3^\circ = 15^\circ$$

4.3. Запишите ответ.

Пример записи ответа

Ответ: $\tau = 3^\circ$;
 $\alpha_d = 3^\circ$;
 $\gamma_d = 15^\circ$.

Решение задачи на определение величин углов заточки токарного проходного резца при установке его выше оси центров станка завершено.



5. Решение задачи на определение величины углов заточки токарного проходного резца при установке его ниже оси центров станка выполняется *аналогично*.



6.3.1. Учебный элемент «Определение действительных углов токарного резца при установке его выше или ниже оси центров станка»

Внимание!

Основные шаги алгоритма определения величины углов заточки токарного проходного резца при установке его выше или ниже оси центров станка следует запомнить и руководствоваться ими при решении задач подобного типа:

- 1) ознакомиться с условиями задачи;
- 2) записать исходные данные и величины, которые необходимо определить, с указанием единиц их измерения;
- 3) начертить окружность диаметром D , которая является условным изображением обрабатываемой детали;
- 4) из центра окружности провести радиус в точку A , расположенную выше (или ниже) оси центров станка на h мм;
- 5) изобразить действительное положение резца, при котором вершина режущего клина расположена в точке A ;
- 6) через точку A провести след действительной плоскости резания PP_d и перпендикуляр к ней $\perp PP_d$;
- 7) изобразить след статической плоскости резания $PP_{ст}$ и перпендикуляр к ней, как горизонталь и вертикаль, проходящие через точку A ;
- 8) обозначить действительные и статические передние и задние углы: γ_d , α_d , $\gamma_{ст}$, $\alpha_{ст}$;
- 9) обозначить буквой τ углы, представляющие собой разницу между γ_d и $\gamma_{ст}$; α_d и $\alpha_{ст}$, а также центральный угол окружности, заключенный между горизонтальной осью и радиусом, проведенным в точку действительного положения вершины режущего клина;
- 10) выполнить расчет величин действительных углов резца с приведением расчетных формул;
- 11) записать ответ.

6.3.1. Учебный элемент «Определение действительных углов токарного резца при установке его выше или ниже оси центров станка»

ПРОВЕРКА УСВОЕНИЯ

Контролирующий тест

Инструкция

Тест состоит из 7 заданий. Выполняйте их последовательно, следуя указаниям.

Желаем удачи!

Указание 1. Завершите утверждения 1 – 6, выбрав один из предлагаемых вариантов окончания.

1. На расчетной схеме для определения действительных углов резца выше или ниже оси центров станка необходимо указать:

- а) только действительные углы заточки резца α_d, γ_d ;
- б) только статические углы заточки резца $\alpha_{ст}, \gamma_{ст}$;
- в) действительные и статические углы $\alpha_d, \gamma_d, \alpha_{ст}, \gamma_{ст}$.

2. След действительной плоскости резания изображают:

- а) совпадающим с радиусом, проведенным из центра окружности обрабатываемой поверхности детали;
- б) параллельно радиусу, проведенному из центра окружности обрабатываемой поверхности детали;
- в) перпендикулярно радиусу, проведенному из центра сечения обработанной детали.

3. След статической плоскости резания $ПР_{ст}$ представляет собой:

- а) горизонталь, проведенную через точку действительного положения вершины;
- б) вертикаль, проведенную через точку действительного положения вершины резца.

6.3.1. Учебный элемент «Определение действительных углов токарного резца при установке его выше или ниже оси центров станка»

4. Действительный передний угол γ_d находится:

а) между передней поверхностью резца и перпендикуляром к следу действительной плоскости резания;

б) между передней поверхностью резца и следом действительной плоскости резания.

5. Статический задний угол $\alpha_{ст}$ находится:

а) между задней поверхностью резца и следом статической плоскости резания;

б) между задней поверхностью резца и перпендикуляром к следу статической плоскости резания.

6. Буквой τ обозначают углы, представляющие собой:

а) сумму углов γ_d и $\gamma_{ст}$, $\alpha_{ст}$ и α_d ;

б) разницу между γ_d и $\gamma_{ст}$, $\alpha_{ст}$ и α_d .

Указание 2. В задании 7 установите правильную последовательность действий, которые необходимо выполнить для решения задачи на определение величин углов заточки токарного проходного резца при установке его ниже оси центров станка, вписывая в пустые квадраты соответствующие цифры.

7. ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР
ДЕЙСТВИЯ

ДЕЙСТВИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ

Из центра окружности провести радиус в точку А, расположенную выше (или ниже) оси центров станка на h мм.

Через точку А провести след действительной плоскости резания $ПР_d$ и перпендикуляр к ней $\perp ПР_d$.

6.3.1. Учебный элемент «Определение действительных углов токарного резца при установке его выше или ниже оси центров станка»

Изобразить след статической плоскости резания $\Pi P_{ст}$ и перпендикуляр к ней, как горизонталь и вертикаль, проходящие через точку А.

Записать ответ.

Ознакомиться с условиями задачи.

Обозначить буквой τ углы, представляющие собой разницу между γ_d и $\gamma_{ст}$, α_d и $\alpha_{ст}$, а также центральный угол окружности, заключенный между горизонтальной осью и радиусом, проведенным в точку действительного положения вершины режущего клина.

Начертить окружность диаметром D , которая является условным изображением обрабатываемой детали.

Обозначить действительные и статические передние и задние углы: γ_d , α_d , $\gamma_{ст}$, $\alpha_{ст}$.

Изобразить действительное положение резца, при котором вершина режущего клина расположена в точке А.

Выполнить расчет величин действительных углов резца с приведением расчетных формул.

Записать исходные данные и величины, которые необходимо определить, с указанием единиц их измерения.

6.3. Обучающий блок «Решение задач на нахождение действительных углов токарного резца»

6.3.2. Учебный элемент «Определение действительных углов в плане токарного резца при установке его неперпендикулярно оси центров станка»

Цель – после изучения данного учебного элемента Вы сможете строить расчетные схемы и выполнять расчеты для определения действительных углов в плане токарного проходного резца при установке его неперпендикулярно оси центров станка.

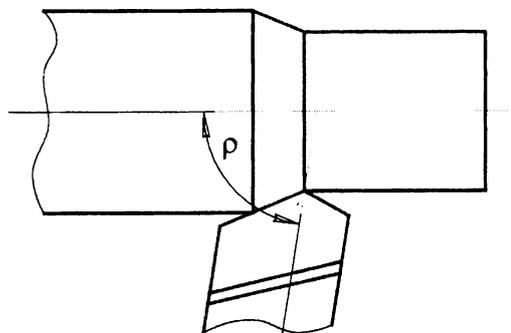
Исходными данными для определения величин действительных углов в плане токарного резца φ_d , φ_{1d} являются:



■ статические углы заточки резца в плане $\varphi_{ст}$, $\varphi_{1ст}$;



■ угол установки резца относительно оси центров станка ρ .



Рассмотрим пример решения задачи на определение величины углов заточки в плане токарного проходного резца, если угол сдвига оси резца $\rho > 90^\circ$ (резец сдвинут вправо), статические углы заточки резца в плане $\varphi_{ст}$, $\varphi_{1ст}$.

1. Прочитайте условие задачи.

Пример условия задачи

Определите величины действительных углов в плане токарного проходного резца, если он установлен так, что его ось составляет с осью центров станка угол $\rho=100^\circ$, статические углы заточки резца в плане $\varphi_{ст} = 25^\circ$, $\varphi_{1ст} = 20^\circ$.

6.3.2. Учебный элемент «Определение действительных углов в плане токарного резца при установке его неперпендикулярно оси центров станка»

2. Запишите исходные данные и величины, которые необходимо определить с указанием единиц их измерения.

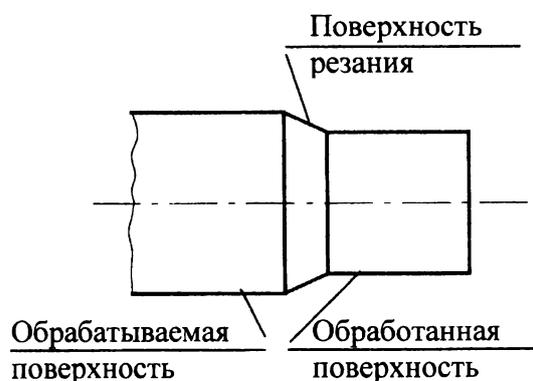
Пример записи исходных данных

Дано:	
$\rho = 100^\circ;$	
$\varphi_{ст} = 25^\circ;$	
$\varphi_{1ст} = 20^\circ;$	
$\varphi_{д}, \varphi_{1д} - ?$	

3. Постройте схему действительной установки резца следующим образом.

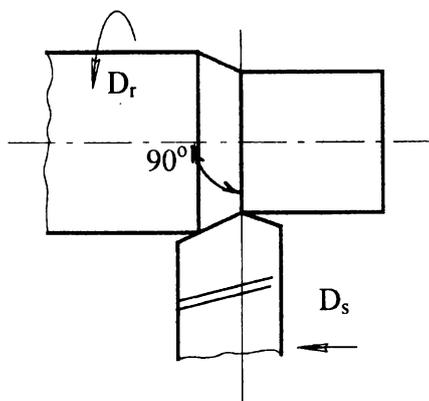


3.1. Изобразите схему наружного продольного точения прямым проходным резцом, установленным под углом 90° к оси симметрии обрабатываемой детали.



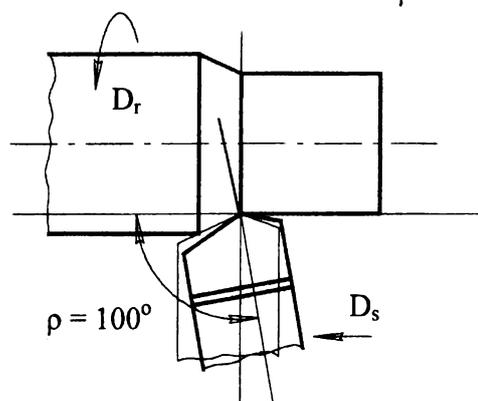
3.2. Изобразите на схеме статическое положение токарного проходного резца в плане, при котором его ось составляет с горизонтальной осью симметрии детали угол 90° .

Обозначьте направления главного движения D_r и движения подачи D_s .



6.3.2. Учебный элемент «Определение действительных углов в плане токарного резца при установке его неперпендикулярно оси центров станка»

3.3. Изобразите действительное положение резца в плане, при котором его ось составляет с горизонтальной осью симметрии детали угол $\rho = 100^\circ$.



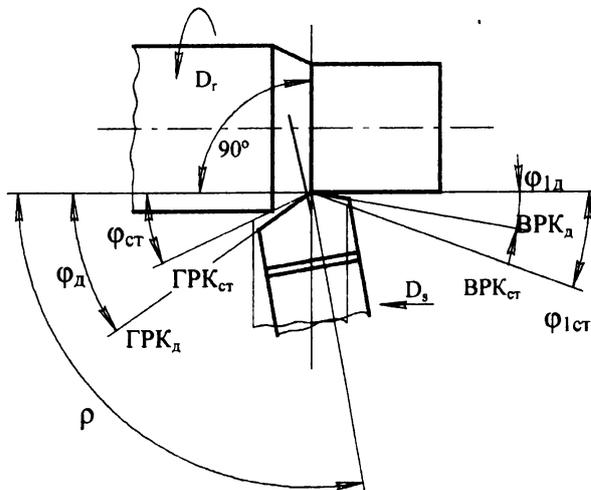
3.4. Обозначьте действительные и статические углы в плане, пользуясь следующими обозначениями:

φ_d – главный действительный угол в плане, расположенный между направлением подачи и действительным положением главной режущей кромки резца (ГРК_д);

$\varphi_{1д}$ – вспомогательный действительный угол в плане, расположенный между направлением подачи и действительным положением вспомогательной режущей кромки резца (ВРК_д);

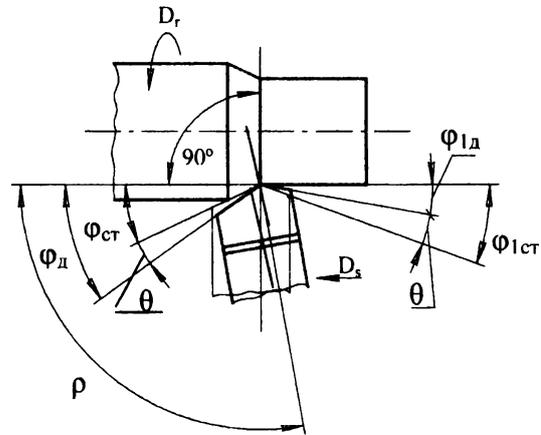
$\varphi_{ст}$ – главный статический угол в плане, расположенный между направлением подачи и статическим положением главной режущей кромки резца (ГРК_{ст});

$\varphi_{1ст}$ – вспомогательный статический угол в плане, расположенный между направлением подачи и статическим положением вспомогательной режущей кромки резца (ВРК_{ст}).

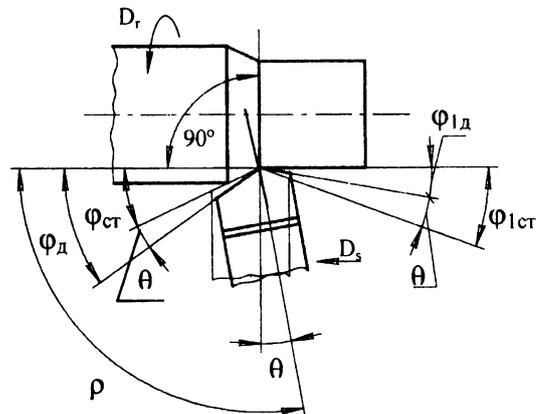


6.3.2. Учебный элемент «Определение действительных углов в плане токарного резца при установке его неперпендикулярно оси центров станка»

3.5. Обозначьте буквой θ углы, представляющие собой разницу между φ_d и $\varphi_{ст}$, $\varphi_{1д}$ и $\varphi_{1ст}$.



3.6. Буквой θ обозначьте и равный им угол, расположенный между осями резца в действительном и статическом положениях.



4. Выполните расчеты величин действительных углов в плане у резца.



4.1. Приведите расчетные формулы для определения величин действительных углов в плане у резца.

Расчетные формулы для определения величин действительных углов в плане у резца, если $\rho > 90^\circ$

$$\theta^\circ = \rho - 90^\circ$$

$$\varphi_d = \varphi_{ст} + \theta$$

$$\varphi_{1д} = \varphi_{1ст} - \theta$$

6.3.2. Учебный элемент «Определение действительных углов в плане токарного резца при установке его неперпендикулярно оси центров станка»

4.2. Выполните расчеты величин действительных углов в плане токарного проходного резца.

Пример выполнения расчета величин действительных углов в плане у резца, если $\rho > 90^\circ$

$$\theta = 100^\circ - 90^\circ = 10^\circ$$

$$\varphi_d = 25^\circ + 10^\circ = 35^\circ$$

$$\varphi_{1d} = 20^\circ - 10^\circ = 10^\circ$$

4.3. Запишите ответ.

Пример записи ответа

Ответ: $\theta = 10^\circ$;

$\varphi_d = 35^\circ$;

$\varphi_{1d} = 10^\circ$.

Решение задачи на определение величин действительных углов заточки токарного проходного резца в плане при угле сдвига оси резца $\rho > 90^\circ$ (резец сдвинут вправо) завершено.



5. Решение задачи на определение величины углов заточки токарного проходного резца в плане при угле сдвига оси резца $\rho < 90^\circ$ (резец сдвинут влево) выполняется *аналогично*.



6.3.2. Учебный элемент «Определение действительных углов в плане токарного резца при установке его неперпендикулярно оси центров станка»

Внимание!

Основные шаги алгоритма определения величины действительных углов заточки токарного проходного резца в плане при угле сдвига оси резца $\rho > 90^\circ$ и $\rho < 90^\circ$ следует запомнить и руководствоваться ими при решении подобных задач:

- 1) ознакомиться с условиями задачи;
- 2) записать исходные данные и величины, которые необходимо определить с указанием единиц их измерения;
- 3) изобразить обрабатываемую заготовку, выделяя обрабатываемую, обработанную поверхности и поверхность резания. Нанести горизонтальную ось симметрии детали;
- 4) изобразить на схеме статическое положение токарного проходного резца в плане. Обозначить направления главного движения и движения подачи;
- 5) изобразить действительное положение резца в плане (под углом ρ);
- 6) обозначить действительные и статические углы в плане: φ_d , $\varphi_{ст}$, $\varphi_{1д}$, $\varphi_{1ст}$;
- 7) обозначить буквой θ углы, представляющие собой разницу между φ_d и $\varphi_{ст}$, $\varphi_{1д}$ и $\varphi_{1ст}$;
- 8) обозначить буквой θ угол, расположенный между осями резца в действительном и статическом положениях;
- 9) привести расчетные формулы для определения величин действительных углов резца в плане;
- 10) выполнить расчеты величин действительных углов в плане токарного проходного резца;
- 11) записать ответ.

6.3.2. Учебный элемент «Определение действительных углов в плане токарного резца при установке его неперпендикулярно оси центров станка»

ПРОВЕРКА УСВОЕНИЯ

Контролирующий тест

Инструкция

Тест состоит из 7 заданий. Выполняйте их последовательно, следуя указаниям.

Желаем удачи!

Указание 1. Завершите утверждения 1 – 6, выбрав один из предлагаемых вариантов окончания.

1. При установке токарного резца неперпендикулярно оси центров станка необходимо определить:

- а) действительные углы в плане φ_d , φ_{1d} ;
- б) статические углы в плане $\varphi_{ст}$, $\varphi_{1ст}$.

2. При правильном (статическом) положении токарного прямого проходного резца на станке его ось:

- а) совпадает с осью симметрии детали;
- б) расположена под произвольным углом к оси симметрии детали;
- в) перпендикулярна оси симметрии детали.

3. Главный действительный угол в плане φ_d находится между:

а) направлением подачи и действительным положением главной режущей кромки;

б) направлением подачи и действительным положением вспомогательной режущей кромки;

в) направлением подачи и статическим положением вспомогательной режущей кромки.

6.3.2. Учебный элемент «Определение действительных углов в плане токарного резца при установке его неперпендикулярно оси центров станка»

4. Вспомогательный статический угол в плане $\varphi_{1ст}$ находится:

- а) между направлением подачи и действительным положением главной режущей кромки;
- б) между направлением подачи и статическим положением главной режущей кромки;
- в) между направлением подачи и статическим положением вспомогательной режущей кромки.

5. Буквой θ обозначают углы, представляющие собой:

- а) сумму углов φ_d и $\varphi_{ст}$; $\varphi_{1д}$ и $\varphi_{1ст}$;
- б) разницу между φ_d и $\varphi_{ст}$; $\varphi_{1д}$ и $\varphi_{1ст}$.

6. Если $\rho > 90^\circ$, то действительные углы в плане рассчитывают по формулам:

а) $\varphi_d = \varphi_{ст} - \theta$; $\varphi_{1д} = \varphi_{1ст} + \theta$.

б) $\varphi_d = \varphi_{ст} + \theta$; $\varphi_{1д} = \varphi_{1ст} - \theta$.

в) $\varphi_d = \varphi_{ст} - \theta$; $\varphi_{1д} = \varphi_{1ст} - \theta$.

г) $\varphi_d = \varphi_{ст} + \theta$; $\varphi_{1д} = \varphi_{1ст} + \theta$.

6.3.2. Учебный элемент «Определение действительных углов в плане токарного резца при установке его неперпендикулярно оси центров станка»

Указание 2. В задании 7 установите правильную последовательность действий при решении задачи на определение величин действительных углов заточки токарного резца при установке его неперпендикулярно оси центров станка, вписывая в пустые квадраты соответствующие цифры.

**7. ПОРЯДКОВЫЙ
НОМЕР ДЕЙСТВИЯ**

ДЕЙСТВИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ

Изобразить действительное положение резца в плане (под углом ρ).

Привести расчетные формулы для определения величин действительных углов резца в плане.

Изобразить обрабатываемую заготовку, выделяя обрабатываемую, обработанную поверхности и поверхность резания. Нанести горизонтальную ось симметрии детали.

Обозначить действительные и статические углы в плане: φ_d , $\varphi_{ст}$, $\varphi_{1д}$, $\varphi_{1ст}$.

Ознакомиться с условиями задачи.

Записать ответ.

Изобразить на схеме статическое положение токарного проходного резца в плане. Обозначить направления главного движения и движения подачи.

Обозначить буквой θ углы, представляющие собой разницу между φ_d и $\varphi_{ст}$, $\varphi_{1д}$ и $\varphi_{1ст}$.

Записать исходные данные и величины, которые необходимо определить с указанием единиц их измерения.

Обозначить буквой θ угол, расположенный между осями резца в действительном и статическом положениях.

Выполнить расчеты величин действительных углов в плане токарного проходного резца.

Заключение

Первая часть практикума является одним из вариантов структурирования, отбора содержания и организации *практических занятий*.

Формируя содержание первой части пособия, мы стремились придать ему как можно более технологичный характер, отразить элементы методики проведения практических занятий: актуализацию теоретических знаний, решение типовых задач, решение комплексных задач, анализ конкретных ситуаций. В процессе решения задач и выполнения заданий студенты используют методы анализа, синтеза, сравнения, оценки, сочетание которых с предметным содержанием формирует элементы инженерно-технологической деятельности.

Первая часть пособия может успешно использоваться и в рамках *дистанционного обучения*, так как его содержание вполне обеспечивает самостоятельную работу студентов по освоению основных разделов дисциплины «Теория резания металлов». Последовательность разделов учебного пособия и приведенные в каждом разделе контрольные вопросы могут служить планом изучения соответствующих тем рабочей программы. Содержащиеся в пособии учебные элементы выполняют функции ориентировочных основ действий при решении задач.

Приводя в пособии учебные элементы, раскрывающие примеры решения отдельных задач, мы стремились не только дать образцы их решения и правильного оформления, но и, учитывая будущую педагогическую деятельность студентов профессионально-педагогического вуза, показать методику решения тех задач, которые могут быть использованы в дальнейшей профессиональной практике.

Полное освоение содержания дисциплины «Теория резания металлов» предполагает прохождение не только цикла практических занятий, но и цикла лабораторных работ. Содержание и методика проведения лабораторных работ раскрываются во второй части практикума.

Библиографический список

Балашов В.М. Обработка резанием в машиностроении: Учеб. пособие для студентов вузов. – Тверь: Изд-во Твер. гос. техн. ун-та, 2004.

Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов: Учеб. для машиностроит. и приборостроит. вузов. – М.: Высш.шк., 1985.

Кишуров В.М. Резание металлов. Режущий инструмент: Учеб. пособие для студентов вузов. – Уфа: Изд-во Уфим. гос. авиац. техн. ун-та, 2004.

Обработка металлов резанием: Справочник технолога / *А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм.* и др.; Под общ. ред. А.А. Панова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004.

Рыжкин А.А. и др. Физические основы обработки металлов резанием: Учеб. пособие для студентов машиностроит. вузов. – Ростов н/Д: Изд-во Дон. гос. техн. ун-та., 1999.

Справочник технолога машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986.

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

$$1. t = \frac{D-d}{2} \text{ [ММ]}$$

$$2. S_{\text{мин}} = S_o \cdot n \text{ [ММ/МИН]}$$

$$3. V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ [М/МИН]}$$

$$4. \tau_m = \frac{l + \Delta_{\text{вр}} + \Delta_n}{S_{\text{мин}}} \text{ [МИН]}$$

$$5. \gamma_B = \gamma_{\text{ст}} \pm \tau \text{ [ГРАД]}$$

$$\alpha_d = \alpha_{\text{ст}} \mp \tau \text{ [ГРАД]}$$

$$\tau = \arcsin \frac{2h}{D} \text{ [ГРАД]}$$

$$6. \varphi_d = \varphi_{\text{ст}} \pm \theta \text{ [ГРАД]}$$

$$\varphi_{1d} = \varphi_{1\text{ст}} \mp \theta \text{ [ГРАД]}$$

$$\theta = 90^\circ - \rho, \text{ при } \rho < 90^\circ \text{ [ГРАД]}$$

$$\theta = \rho - 90^\circ, \text{ при } \rho > 90^\circ \text{ [ГРАД]}$$

$$7. a = S_o \cdot \sin \varphi \text{ [ММ]}$$

$$8. b = \frac{t}{\sin \varphi} \text{ [ММ]}$$

$$9. h_T = \frac{S_o}{\text{ctg} \varphi + \text{ctg} \varphi_1} \text{ [ММ]}$$

$$10. K = \frac{1}{l_c}$$

$$11. p = \frac{P_z}{a \cdot b} = \frac{P_z}{S_o \cdot t} \text{ [Н/ММ}^2\text{]}$$

$$12. N = P_z \cdot V \text{ [ММ]} \quad \text{ВТ}$$

$$13. N_p = N_{\text{дв}} \cdot \eta \text{ [ВТ]}$$

$$14. N_e \leq N_p$$

$$15. T = \frac{C_T}{V^{1/m}} \text{ [МИН]}$$

$$16. \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\frac{1}{m}}$$

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Движения в процессе резания

D_r – главное движение в процессе резания

D_s – движение подачи в процессе резания

Элементы режима резания

t – глубина резания, мм

S_o – подача на оборот, мм/об

$S_{мин}$ – подача минутная, мм/мин

S_z – подача на зуб, мм/зуб

V – скорость резания, м/мин

n – число оборотов шпинделя станка, об/мин

Машинное время

τ_m – машинное время, мин

l – длина обработанной поверхности, мм

$\Delta_{вр}$ – величина врезания режущего инструмента, мм

$\Delta_{п}$ – величина перебега режущего инструмента, мм

l_o – общая длина пути, пройденного режущим инструментом за один проход, мм

Конструктивные и геометрические параметры токарного резца

H – высота державки резца, мм

B – ширина державки резца, мм

r – радиус закругления при вершине резца, мм

γ и γ' – главный и вспомогательный передние углы токарного резца, град

α и α' – главный и вспомогательный задние углы токарного резца, град

β и β' – главный и вспомогательный углы заострения токарного резца, град

δ и δ' – главный и вспомогательный углы резания токарного резца, град

φ и φ_1 – главный и вспомогательный углы в плане токарного резца, град
 ε – угол при вершине резца, град
 λ – угол наклона главной режущей кромки резца, град
 γ_d и α_d – действительные передний и задний углы резца, град
 $\gamma_{ст}$ и $\alpha_{ст}$ – статические передний и задний углы резца, град
 τ – угол сдвига резца выше или ниже оси центров станка
 φ_d и φ_{1d} – действительные углы в плане резца, град
 $\varphi_{ст}$ и $\varphi_{1ст}$ – статические углы в плане резца, град
 ρ – угол между осью центров станка и осью резца (при установке резца перпендикулярно оси центров станка), град
 θ – угол между действительным и статическим положением оси резца (при установке резца перпендикулярно оси центров станка), град

Элементы срезаемого слоя

a – толщина срезаемого слоя, мм
 b – ширина срезаемого слоя, мм
 h_r – теоретическая высота микронеровностей обработанной поверхности, мкм.

Свойства обрабатываемого и инструментального материала

σ_b – предел прочности (обрабатываемого) материала, МПа
НВ – твердость (обрабатываемого) материала по Бриннелю
 T° – теплостойкость (инструментального) материала, °С

Физические явления

C – глубина наклепа, мм
 K – коэффициент продольной усадки стружки
 l_c – длина стружки, мм
 H_n – высота нароста, мкм
 h_d – действительная высота микронеровностей обработанной поверхности

Силы и мощность резания

P_x – осевая сила резания, Н

P_y – радиальная сила резания, Н

P_z – тангенциальная сила резания, Н

p – удельная сила резания, Н/мм²

N_e – эффективная мощность резания, Вт

N_p – расчетная мощность станка, Вт

$N_{дв}$ – мощность электродвигателя станка, Вт

η – коэффициент полезного действия

T – период стойкости режущего инструмента, мм

τ – время работы инструмента

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ВЗП – вспомогательная задняя поверхность резца

ВРК – вспомогательная режущая кромка резца

ВРК_д – действительное положение вспомогательной режущей кромки резца

ВРК_{ст} – статическое положение вспомогательной режущей кромки резца

ВСП – вспомогательная секущая плоскость

ГЗП – главная задняя поверхность резца

ГПП – главная передняя поверхность резца

ГРК – главная режущая кромка

ГРК_д – действительное положение главной режущей кромки резца

ГРК_{ст} – статическое положение главной режущей кромки резца

ГСП – главная секущая плоскость

ЕСКД – Единая система конструкторской документации

КГР – конструкция головки резца

ОП – основная плоскость

ПД – пластическая деформация

ПР – плоскость резания

СОС – смазочно-охлаждающая среда

УЭ – учебный элемент

Бородина Наталья Витальевна

ПРАКТИКУМ
ПО ТЕОРИИ РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Учебное пособие

Редактор Л.И. Кузнецова
Компьютерная верстка Т.В. Шестаковой

Печатается по постановлению
редакционно-издательского совета университета

Подписано в печать 16.05.05. Формат 70x108/16. Бумага для множ. аппаратов.
Печать плоская. Усл. печ. л. 7,0. Уч.-изд. л. 7,3. Тираж 300 экз. Заказ № 183
Издательство Российского государственного профессионально-педагогического
университета. Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11.

Ризограф РГШУ. Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11.