**Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю. А.»**

Стекольников М.В.

ПРАКТИКУМ

ПО ТЕОРИИ РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Методические указания к выполнению практических работ
по дисциплинам «Процессы и операции формообразования» и
«Физические основы обработки материалов»
для студентов направления подготовки:

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль подготовки «Технология машиностроения»;

очной и заочной форм обучения

Энгельс 2024

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;
- контролирующую 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 термином «резания 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 (t), подачи (S) и скорости резания (V).

4. По каким формулам можно подсчитать:

– глубину резания (t);

– скорость резания (V);

– подачу минутную ($S_{мин}$);

– подачу на зуб (S_Z);

– машинное время ($\tau_м$);

– толщину среза (α);

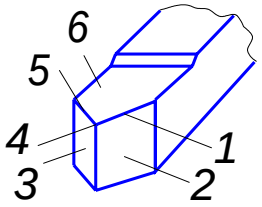
– ширину среза (b)

– теоретическую высоту микронеровностей ($h_т$)?

5. В каких единицах измеряются t, V, $S_о$, $S_{мин}$, S_Z, $\tau_м$, α, b, h_T?

6. Какие поверхности различают на обрабатываемой детали? Дайте им определения, зарисуйте 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:

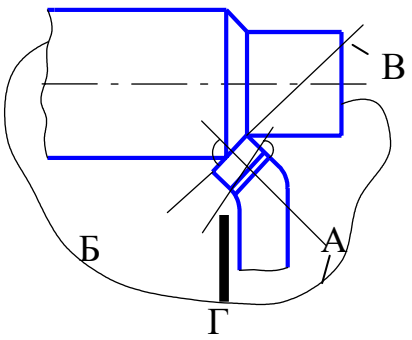
– основной плоскости (ОП);

– плоскости резания (ПР);

– главной секущей плоскости (ГСП);

– вспомогательной секущей плоскости (ВСП).

Найдите эти плоскости на рисунке.



10. Дайте определение следующим углам токарного проходного резца:

– главный передний угол (γ);

– главный задний угол (α);

– угол заострения ();

– угол резания (β);

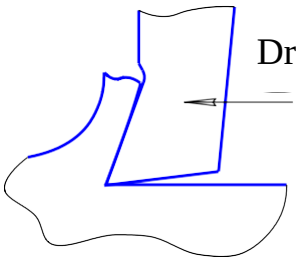
– главный угол в плане (δ);

– вспомогательный угол в плане (φ);

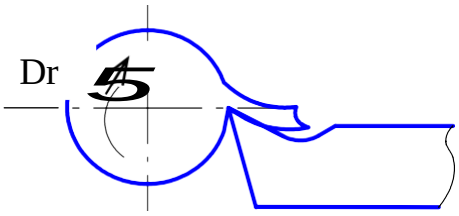
– угол при вершине (ξ);

– угол наклона главной режущей кромки (λ).

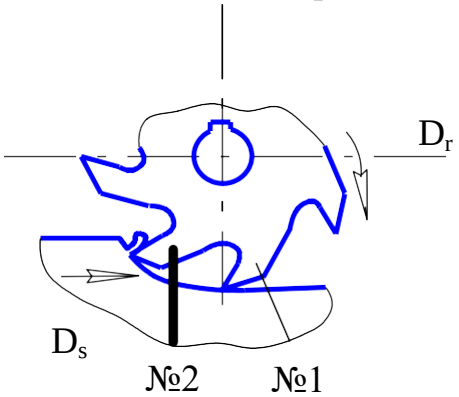
11. Найдите переднюю и заднюю поверхности режущего клина, изображенного на рисунке 1.3.



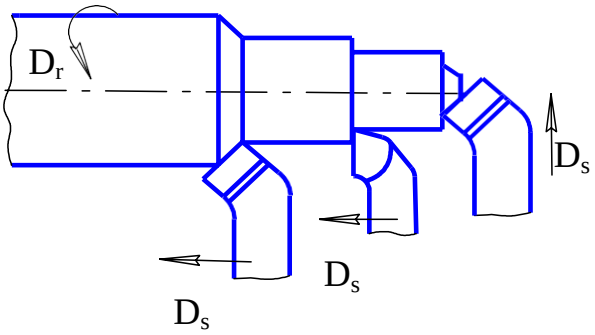
12. Постройте плоскость резания для процесса резания, изображенного на рисунке.



13. На рисунке изображена схема резания дисковой фрезой. На заготовке найдите обрабатываемую, обработанную поверхность резания. Для зуба №1 найдите переднюю и заднюю поверхности и постройте задний и передний угол, пользуясь их определением. То же самое постройте для зуба №2.



14. Найдите углы в плане φ и φ_1 для резцов, изображенных на рисунке



1.2 Задачи

1.2.1. Определение элементов режима резания

Задача 1. Определите скорость резания V, минутную подачу $S_{мин}$ и глубину резания t при точении детали диаметром d. Диаметр заготовки D, число оборотов шпинделя n, оборотная подача S. Исходные данные приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Данные к задаче 1

№ варианта	d, мм	D, мм	n, об/мм	S, мм/об
1	2	3	4	5
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 $S_{мин}$ при растачивании за один проход отверстия от диаметра d до диаметра D с частотой вращения шпинделя n об/мин, подача резца за один оборот шпинделя S_o (рисунок 1.7). Исходные данные приведены в таблице 1.2.

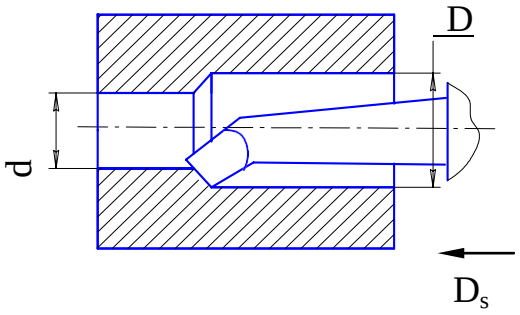


Рис. 1.1. Схема растачивания

Таблица 1.2

Данные к задаче 2

№ варианта	d, мм	D, мм	n, об/мм	S, мм/об
1	2	3	4	5
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 при подрезке сплошного торца заготовки диаметром D на токарном станке за один проход, если частота вращения шпинделя – n, подача – S_o, припуск на обработку (на сторону) – p, главный угол резца в плане $\varphi = 45^\circ$ (рис. 1.2). Исходные данные приведены в табл. 1.3.

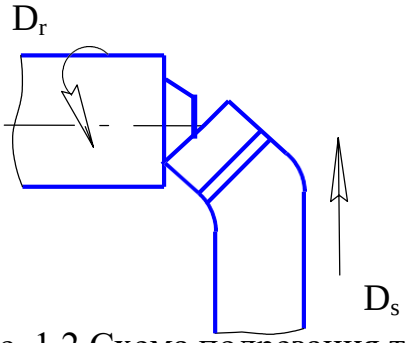


Рис. 1.2.Схема подрезания торца

Таблица 1.3

Данные к задаче 3

№ варианта	D, мм	n, об/мм	S_o, мм/об	p, 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 и глубину резания при отрезании на токарном станке кольца от заготовки, имеющей форму трубы. Наружный диаметр заготовки D, внутренний диаметр d. Частота вращения шпинделя n, подача резца S. Ширина отрезного резца h (рис. 1.3). Исходные данные приведены в табл. 1.4.

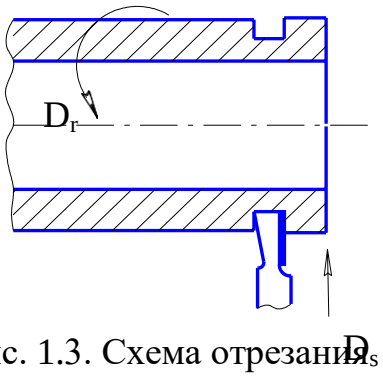


Рис. 1.3. Схема отрезания

Таблица 1.4

Данные к задаче 4

№ варианта	D, мм	d, мм	n, об/мм	S, 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. Исходные данные приведены в табл. 1.5.

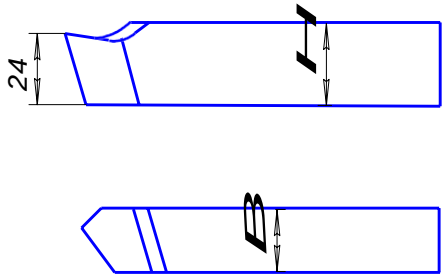


Рисунок 1.4. Общий вид резца:

H – высота резца; B – ширина резца

Таблица 1.5

Данные к задаче 5

№ варианта	φ°	φ_1°	γ°	α°	γ_1°	α_1°	HxB, мм^2 (см.рисунок 1.10)
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

Окончание таблицы 1.5

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 заточки токарного проходного резца

Задача 6. Определите величину действительных углов в процессе резания у токарного проходного резца, 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. Данные задачи приведены в таблице 1.6.

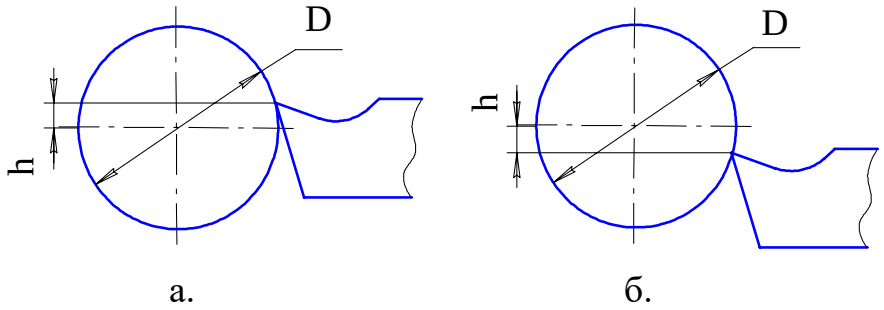


Рис. 1.5. Схемы установки резца:

а – выше оси центров станка; б – ниже оси центов станка.

Таблица 1.6

Данные к задаче 6

№ варианта	Установка резца (см. рисунок 1.11)	h, мм	D, мм	$\alpha_{ст}°$	$\gamma_{ст}°$
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). Выполнить эскиз установки резца с указанием статических и действительных углов в плане. Исходные данные приведены в таблице 1.7.

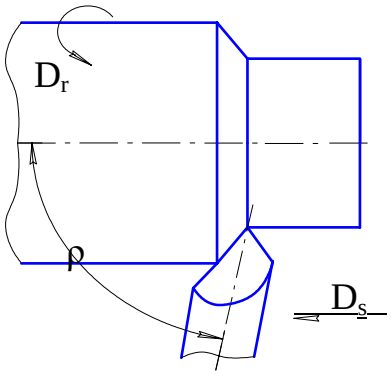


Рис. 1.6. Схема установки резца на станке, когда его ось не перпендикулярна оси центров станка

Таблица 1.7

Данные к задаче 7

№ варианта	ρ°	$\varphi_{ст}$°	$\varphi_{1ст}$°
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 мм до диаметра d мм на токарном станке со скоростью V м/мин. Точение ведется проходным резцом с геометрическими параметрами α, γ, φ и φ_1. Подача на оборот шпинделя – S_o мм/об. Данные задачи приведены в табл. 1.8.

Таблица 1.8

Данные к задаче 8

№ варианта	D, мм	d, мм	V, м/мин	α°	γ°	φ°	φ_1°	S_o, 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. Определить теоретическую высоту микронеровностей обработанной поверхности, 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. Исходные данные приведены в табл. 1.9.

Таблица 1.9

Данные к задаче 9

№ варианта	D, мм	d, мм	a, мм	b, мм	φ_1°	z
1	92	88	0,28	2,83	45	45
2	66	60	0,86	3,46	30	60
3	50	46	0,4	4,0	25	30
4	70	65	0,85	3,53	45	45
5	60	58	1,45	1,03	15	75
6	55	54	0,5	1,00	40	30
7	100	92	1,3	4,6	30	60
8	35	32	0,28	2,1	45	45
9	84	80	0,4	3,9	40	30
10	124	118	0,5	3,0	20	90
11	48	45	0,67	1,73	30	60
12	56	50	0,38	3,1	20	75
13	75	68	0,30	4,9	45	45
14	62	58	0,17	2,30	25	60
15	45	42	0,21	2,99	40	30
16	38	35	0,43	1,5	15	90
17	96	90	0,45	4,24	45	45
18	74	70	0,50	2,00	25	90
19	85	78	0,40	6,99	60	30
20	54	48	0,53	3,46	25	60
21	45	42	0,75	2,07	15	75
22	105	100	0,85	3,53	30	45
23	65	62	0,10	2,99	40	30
24	110	102	0,55	4,14	15	75
25	78	75	0,37	1,73	30	60

1.3 Ситуации

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

- $t = \frac{D - d}{2}$,мм;
- $S_{мин} = S_0 \cdot n$, мм/мин;
- $V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$, м/мин.

Первый учащийся: Значит, при расчете скорости резания нельзя пользоваться формулой из физики $V = \frac{путь}{время}$?

Второй учащийся: 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, что

– при подрезании торца на заготовках у него остается не срезанный уступ;

– процесс резания сопровождается вибрациями и тонким свистящим звуком;

– резец, которым он работал, быстро износился 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. Каков химический состав, маркировка, физико-механические свойства (твердость, прочность, красностойкость) и область применения:

– углеродистых сталей (УС);

– легированных сталей (ЛС);

– быстрорежущих сталей (БС);

– твердых сплавов (ТСП);

– минеральной керамики (МК);

– кубического нитрида бора (КНБ);

– алмазов природных (АП) и синтетических (АС).

3. Какой 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) $V \leq 30$ м/мин;

2) $V \leq 60$ м/мин ;

3) $V \leq 20$ м/мин ;

4) $V \leq 150$ м/мин ;

5) $V = 300 – 600$; м/мин

6) $V = 300 – 500$. м/мин

7. Назовите группы инструментальных материалов, величина красностойкости которых указана ниже:

1. T = 650°C;
2. T = 1000°C;
3. T = 1100°C;
4. T = 1200°C;
5. T = 1800°C;
6. T = 1300°C;
7. T = 200°C;
8. T = 250°C;
9. T = 1500°C;
10. T = 700°C.

2.2 Задачи

2.2.1. Расшифровка марок инструментальных материалов.

Задача 1. Расшифруйте марки и назовите инструментальные материалы, перечень которых приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Данные к задаче 1

№ варианта	Марки инструментальных материалов		
1	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	Р12	У9	Т30К4
20	У13	Х12Ф1	Р9
21	5ХНТ	ВК10	У10А
22	ВК6	Т5К10	ХВСГ
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 таблице 2.2 марки инструментальных материалов в порядке увеличения или уменьшения названной в таблице характеристики.

Таблица 2.2

Данные к задаче 2

№ варианта	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, Т3ОК4, 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

Окончание табл. 2.2

	2	3
21	Увеличение изно-состойкости	ВОК60, У13, ВК3, У10, АСМ5, ХВ5
22		Т30К4, 9ХС, Т15К6, У7, АСМ, Р9К10
23		Т30К4, У9, АСН, ЦМ332, У12А, ВК6
24		У7А, ВК6, композит 01, ВОК61, Р9К5, Т5К12
25		У13А, ВК4, Р6М5К5, Т14К8, ВК10, ЦМ331, ТТ20К9

Задача 3. Выберите из приведенных ниже ряда марку инструментального материала, который будет оптимальным для обработки указанного в табл. 2.3 конструкционного материала при условии, что температура резания достигает указанной t°C.

Марки инструментальных материалов: У12, ХВГ, 9ХС, Р6М5, ВК6, ТТ7К12, ЦМ332, ВОК61, Т15К6, композит 01.

Таблица 2.3

Данные к задаче 3

№ варианта	Конструкционный материал	Температура в зоне резания, t°C
1	2	3
1	Сталь 20, $\sigma_в$ 410МПа	1200
2	Сталь 45, $\sigma_в$ 600 МПа	250
3	Сталь Ст3, $\sigma_в$ 360 МПа	500
4	Сталь 45, $\sigma_в$ 600 МПа	800
5	Латунь Л63, $\sigma_в$ 290 МПа	1400
6	12Х18Н9Т, $\sigma_в$ 510 МПа	1100
7	Алюминиевый сплав АЛ19, $\sigma_в$ 294 МПа	800
8	Сталь 12Х8ВФ, $\sigma_в$ 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 $\sigma_в$ 157	600
13	Сталь СТ0, $\sigma_в$ 300 МПа	100
14	Чугун ВЧ35, НВ 150	1000
15	Сталь 35Х, $\sigma_в$ 910 МПа	1500
16	Сталь 35, $\sigma_в$ 530 МПа	620
17	Чугун СЧ 35, НВ 310	1100
18	Сталь 20ХН, $\sigma_в$ 780 МПа	600

Окончание табл. 2.3

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

Задача 4. Назовите инструментальный материал, эксплуатационные характеристики которого перечислены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Данные к задаче 4

№ варианта	Характеристики инструментального материала	
	T°C	$V_{мах}$, 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. Т – красностойкость; $V_{мах}$ – наибольшая допустимая скорость резания

2.2.3. Анализ области применения инструментальных материалов

Задача 5. Выберите из приведенного ниже ряда 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

№ варианта	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	Чуугн Сч24
7			Чистовая	Сталь нержавеющая 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	Чуугн 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 (НВ170) и черновое растачивание отверстия второй детали из бронзы БР АЖ9-4 (НВ120). «Можно ли их обработать одним резцом? Какой материал режущей части резца должен быть?» – задумался он.

Как считаете Вы?

Ситуация 2. На уроке производственного обучения учащиеся должны были нарезать резьбу резцом на заготовке из стали 40Х. В комплекте резьбовых резцом, оставшихся на тумбочке с предыдущего урока, были 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. Зарисуйте схему стружкообразования с указанием зоны опережающей пластической деформации, плоскость сдвига, плоскость скалывания.

11. Выберите варианты, в которых правильно сформулировано влияние нароста на указанные ниже результаты процесса резания:

1) улучшает шероховатость обработанной поверхности;

2) ухудшает шероховатость обработанной поверхности;

3) увеличивает износостойкость инструмента;

4) уменьшает износостойкость инструмента.

12. Выберите из перечисленных ниже вариантов правильно указанную зависимость коэффициента усадки стружки (К) от условий резания:

1) НВ ↑ – К ↓ ;

2) НВ↑ – К↑ ;

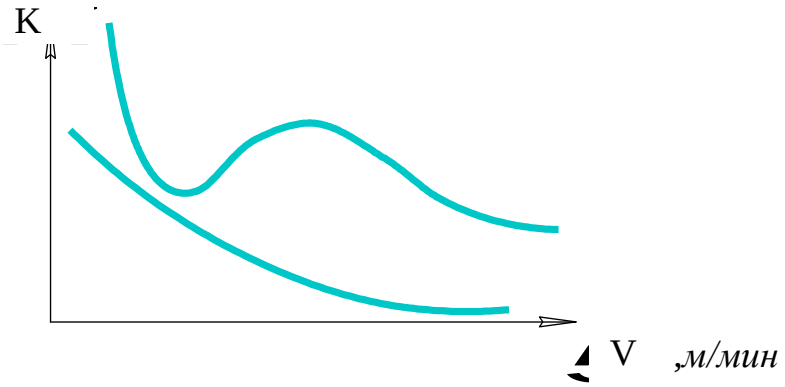
3) γ ↑ – К ↑ ;

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

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

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

13. Определите, какой из графиков, помещенных ниже, отражает зависимость коэффициента усадки стружки от скорости резания при обработке стали Ст3 и какой при обработке бронзы БрАЖН 10-4-4 и почему?



14. Какой вариант верно отражает зависимость степени пластической деформации в зоне резания (ПД) и высоты микронеровностей обработанной поверхности (h):

а) ПД $\uparrow$ – h $\uparrow$; б) ПД $\uparrow$ – h $\downarrow$?

15. В каких вариантах правильно указана зависимость высоты микронеровностей ($h_{МК}$) обработанной поверхности от условий резания:

1) $S_o \uparrow - h_{МК} \uparrow$;

2) $S_o \uparrow - h_{МК} \downarrow$;

3) $\varphi_1 \uparrow - h_{МК} \uparrow$;

4) $\varphi_1 \uparrow - h_{МК} \downarrow$;

5) $\sigma_B \uparrow - h_{МК} \uparrow$;

6) $\sigma_B \uparrow - h_{МК} \downarrow$;

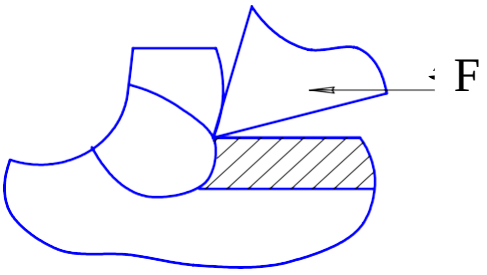
7) присутствие СОС увеличивает $h_{МК}$;

8) присутствие СОС уменьшает $h_{МК}$;

9) НВ $\uparrow - h_{МК} \uparrow$;

10) НВ $\uparrow - h_{МК} \downarrow$?

16. Назовите 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. Выберите вариант из перечисленных ниже, где верно указана зависимость глубины наклепа (С) от условий резания:

1) $\sigma_B \uparrow -$ С $\uparrow$;
2) $\sigma_B \uparrow -$ С $\downarrow$;
3) V$\uparrow -$ С $\downarrow$;
4) V $\uparrow -$ С $\uparrow$;
5) $\gamma \uparrow -$ С $\uparrow$;
6) $\gamma \uparrow -$ С$\downarrow$;
7) НВ $\uparrow -$ С $\uparrow$;
8) НВ $\uparrow -$ С$\downarrow$;
9) $\alpha \uparrow -$ С $\uparrow$;
10) $\alpha \uparrow -$ С$\downarrow$.

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 равных условиях резания (табл. 3.1)?

Таблица 3.1

Данные к задаче 1

№ варианта	Условия резания, которыми отличаются варианты	А	Б
1	Глубина резания, мм	1	2
2	Подача, мм/об	0,1	0,5
3	Передний угол	$\gamma = 10°$	$\gamma = 25°$
4	Задний угол	$\alpha = 12°$	$\alpha = 6°$
5	Твердость обрабатываемого материала, НВ	200	170
6	Предел прочности обрабатываемого материала МПа,	1000	750
7	Наличие (отсутствие) СОЖ	есть	нет
8	Скорость резания, 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, мм	3	5
15	Подача, мм/об	0,7	1
16	Скорость резания, м/мин	150	100
17	Передний угол	$\gamma = 0°$	$\gamma = 15°$
18	Задний угол	$\alpha = 15°$	$\alpha = 8°$
19	Твердость обрабатываемого материала	28 HRC	32 HRC
20		НВ 200	НВ 300
21	Предел прочности обрабатываемого материала, МПа	650	400
22		800	600
23	Глубина резания, мм	2,5	5
24	Подача, мм/об	1	0,1
25	Скорость резания, м/мин	100	300

Задача 2. Как изменится (увеличится или уменьшится) 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;

6) увеличение предела прочности (σ_B) обрабатываемого материала;

7) прекращение подачи СОЖ в зоне резания?

Пример формы ответа: t↓ → VПД↓ → ∠β↑

Задача 3. Объясните ход кривой, выражающей зависимость коэффициента усадки стружки от скорости резания в указанных на рисунке 3.3 интервалах скоростей.

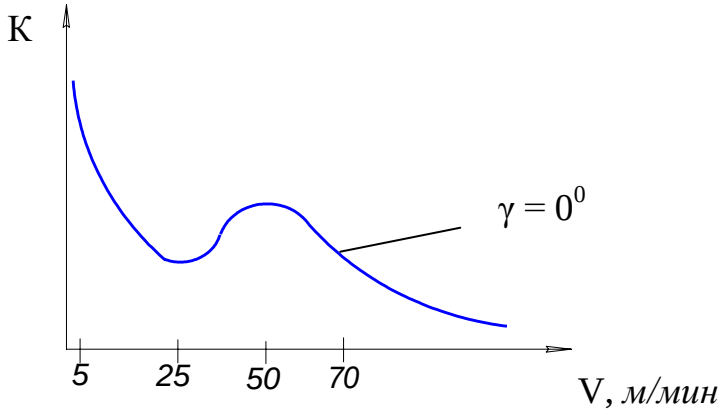


Рис. 3.1. График зависимости коэффициента усадки стружки от скорости резания

Пример формы ответа:

(5 – 25) м/мин: V↑ → Ст ПД … → l_c … → К …
$H_н$ … → $\gamma_н$ … → Ст ПД … → l_c … → К …
(25 –50) м/мин: $H_н$ … → $\gamma_н$ … → Ст ПД … → l_c … → К …
(50 – 70) м/мин: V … → Ст ПД … → l_c … → К …
$H_н$ … → $\gamma_н$ … → Ст ПД … → l_c … → К …

Задача 4. Объясните ход кривой, выражающей зависимость высоты наароста от скорости резания (рис. 3.2). Форма ответа аналогична форме ответа к задаче 3

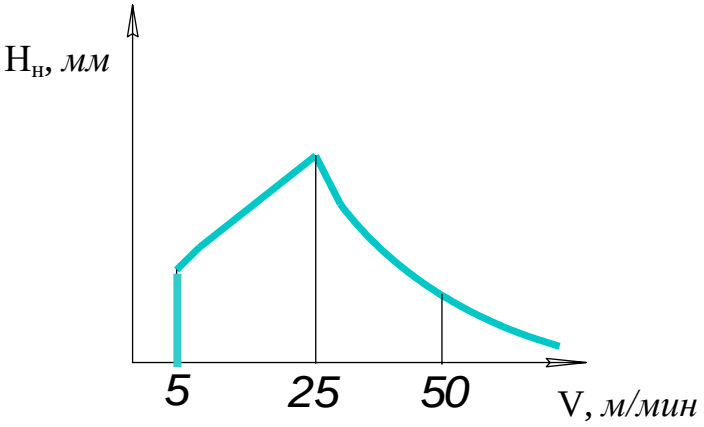


Рис. 3.2 – График зависимости высоты нароста от скорости резания

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

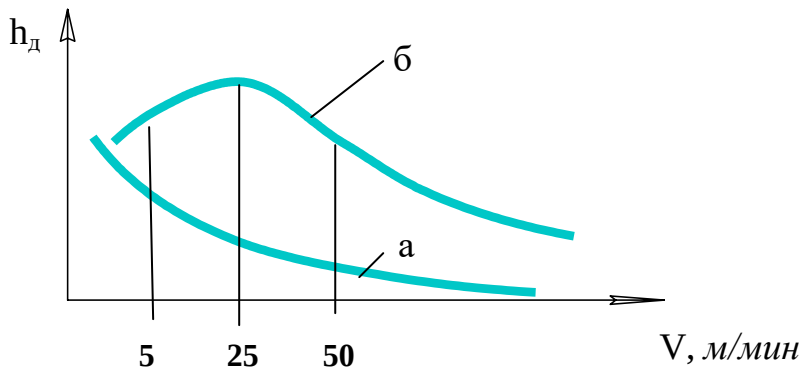


Рис. 3.3 – График зависимости действительной высоты микронеровностей от скорости резания:

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

Пример формы ответа:

– для кривой а

$V\uparrow \rightarrow$ V ПД … $\rightarrow h_д$ …

– 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 мм; подача – S мм/об; скорость резания – V м/мин. 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

№ варианта	Обрабатываемый материал	Инструмент				Режимы резания			Изменение условий резания
		Материал	Геометрия			t, мм	S, мм/об	V, м/мин	
			α°	γ°	φ°				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Сталь 20	Т30К4	10	10	45	1	0,4	200	Снизить V до V = 150 м/мин
2	Сталь 35	Т5К10	8	10	45	2	0,6	100	Уменьшить γ до γ= 0°
3	Сталь Ст3	Т5К10	12	8	45	3	0,7	120	Уменьшить α до α = 6°
4	Чугун СЧ32	Р18	12	0	30	2	0,8	20	Увеличить V до V = 60 м/мин
5	Сталь 40	Т5К10	10	5	60	2	0,7	100	Увеличить S до S = 0,4 мм/об
6	Сталь Ст6	Р6М5	10	0	2	0,3	1,5	10	Увеличить V до V = 25 м/мин
7	Алюминиевый сплав Д16	ВК6	8	10	45	3	0,5	25	Увеличить V до V = 50 м/мин
8	Чугун СЧ28	ВК8	10	12	45	4	0,4	80	Увеличить S до S = 0,6 мм/об
9	Сталь 45	Т15К6	8	15	45	1,5	0,6	130	Увеличить α до α = 15°
10	Сталь 45	Т15К6	8	0	45	1,5	0,6	130	Увеличить γ до γ= 15°
11	Бронза	ВК6	10	10	30	1	0,4	150	Снизить V до V = 100 м/мин
12	Бронза	ВК6	10	10	30	1	0,8	120	Уменьшить S до S = 0,2 мм/об
13	Сталь 20	Т15К6	48	10	45	3	0,7	100	Увеличить V до V = 150 м/мин
14	Сталь 50	Р6М5	10	15	30	2	0,4	25	Увеличить V до V = 40 м/мин

Окончание табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	Сталь 10	Т5К10	8	10	45	3	0,7	100	Увеличить радиус при вершине с 0,5 мм до r = 2 мм
16	Сталь 45	Т15К6	10	10	45	3	0,7	100	В качестве обрабатываемого материала взять чугун СЧ28 НВ 180
17	Сталь 20	Т5К10	8	12	45	3	0,6	80	Уменьшить γ до γ = 5°
18	Сталь 45	Р6М5	12	0	45	5	0,8	30	Увеличить V до V = 55 м/мин
19	Сталь 30	Т5К10	15	8	45	3	0,6	110	Уменьшить α до α = 6°
20	Чугун СЧ24	ВК6	10	10	30	3	0,7	60	Уменьшить S до S = 0,3 мм/об
21	Бронза БрАЖН10-4-4	Р6М5	10	0	20	1,5	0,8	10	Увеличить V до V = 25 м/мин
22	Чугун СЧ32	Р6М5	8	8	45	1	0,5	20	Увеличить V до V = 50 м/мин
23	Чугун СЧ28	ВК6	10	0	45	2	0,9	60	Уменьшить радиус при вершине с 1,5 мм до r = 0,8 мм
24	Сталь Ст3	Т15К6	10	5	30	3	0,6	100	Увеличить γ до γ = 20°
25	Сталь 30	Р6М5	6	15	30	1,5	0,7	50	В качестве обрабатываемого материала взять бронзу БрАЖН10-4-4

Задача 7. Требования к шероховатости поверхностей втулки представлены на чертеже втулки (рис. 3.4). Обработка поверхностей А, Б, С проводится резцом с геометрическими параметрами α, γ, φ, $φ_1$, r (радиус при вершине) в следующем режиме резания: глубина резания – t мм; подача – S_o мм/об; скорость резания – V м/мин. В результате обработки шероховатость поверхностей составила R_a мкм (табл. 3.3). Почему не достигнута требуемая шероховатость? Предложите ваш вариант обработки.

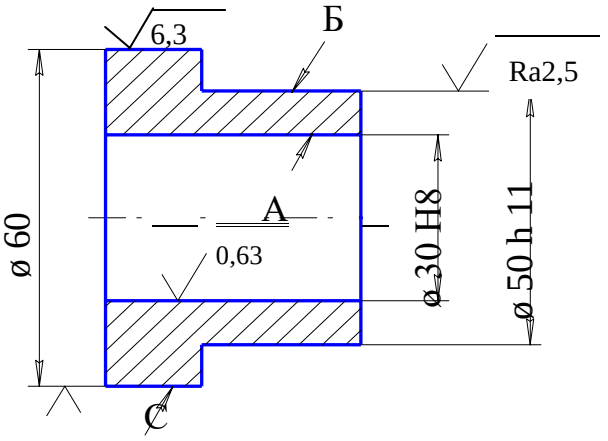


Рис. 3.4.Чертеж втулки

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 бы вы поступили 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 – построить зависимость величины износа от времени работы инструмента. Студенты установили скорость резания 25 м/мин, подачу 0,2 мм/об, глубину резания 0,5 мм. Через 2,5 минуты сняли резец и поместили его под микроскоп, чтобы замерить величину износа. Оказалось, что резец практически не износился. Через 5, 10, 20 минут работы картина мало изменилась. Пятно износа было очень маленьким. В чем причина? Найдите выход из создавшейся ситуации.

Таблица 3.3

Данные к задаче 7

№ варианта	Обрабатываемая поверхность	Обрабатываемый материал	Режимы резания			Инструмент						R_a, мкм
						Материал режущей части	Геометрия					
			t, мм	S, мм/об	n, об/мин		α°	γ°	φ°	φ_1°	r, мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	А	Сталь 60Г σ_B = 700 МПа	0,5	0,12	63	Т30К4	6	12	45	10	1,2	1,25
2	Б		1,0	0,4	50	Т15К6	12	15	45	20	1,0	5
3	С		2,5	0,6	40	Т5К10	10	15	45	45	2,5	10
4	А	Сталь 60 σ_B = 800 МПа	0,3	0,15	32	Т30К4	15	15	45	20	2,0	1,25
5	Б		0,5	0,2	80	Т15К6	8	15	45	8	0,8	5
6	С		2,0	0,6	50	Т5К10	8	10	45	10	1,0	10
7	А		0,5	0,12	80	Т30К4	12	10	45	45	1,2	1,25
8	Б		0,5	0,35	20	Т15К6	12	10	45	20	2,4	4
9	С	Сталь 20 σ_B = 400 МПа	1,0	0,25	63	Т15К6	12	15	45	10	0,4	10
10	А		0,5	0,3	100	Т15К6	15	15	45	20	1	5
11	Б	Сталь 65 σ_B = 700 МПа	0,4	0,3	100	Т15К6	12	10	45	45	1,6	5
12	С		1,5	0,6	16	Т15К6	10	10	45	20	2,4	10
13	А	Чугун СЧ28	1	0,14	80	ВК4	6	0	95	30	1,6	2,5
14	Б		1	0,5	125	ВК6	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 σ_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 σ_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		1	0,25	16	Т15К6	12	10	45	20	0,4	10
25	А	Сталь 45 σ_B = 700 МПа	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:

- препятствует перемещению механизма поперечной подачи токарно–винторезного станка?
- препятствует перемещению суппорта продольной подачи токарно-винторезного станка?
- 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 державки 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. Укажите вариант, где правильно приведена формула для расчета равнодействующей сил резания

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

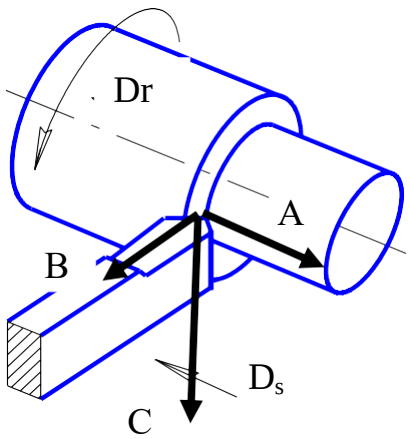
б) $R = P_x^2 + P_y^2 + P_z^2$;

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

г) $R = P_x + P_y + P_z$.

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. $\varphi\uparrow - P_y\uparrow$	5. $\gamma\uparrow - P_z\uparrow$	9. $\varphi\uparrow - P_{[}\downarrow$	13. $\alpha\uparrow \rightarrow P_z\uparrow$
2. $\varphi\uparrow - P_y\downarrow$	6. $\gamma\uparrow - P_z\downarrow$	10. $\varphi\uparrow - P_{[}\uparrow$	14. $\alpha\downarrow \rightarrow P_z\downarrow$
3. $S\uparrow - P_x\uparrow$	7. $\varphi\uparrow - P_z\uparrow$	11. $t\uparrow - P_z\uparrow$	
4. $S\uparrow - P_x\downarrow$	8. $\varphi\uparrow - P_z\downarrow$	12. $t\uparrow - P_z\downarrow$	

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

4.2 Задачи

4.2.1. Определение удельной сил мощности резания

Задача 1. Определите удельную силу резания при точении детали диаметром d мм из заготовки диаметром D мм, если подача составляет S_o мм/об, число оборотов шпинделя n об/мин; ваттметр, включенный в цепь главного привода дает показания N квт, численные значения – в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Данные к задаче 1

№ варианта	D, мм	d, мм	S, 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 при точении детали диаметром D мм, если известно, что эффективная мощность резания N_e квт, удельная сила p Н/мм^2, ширина среза a мм, толщина среза $в$ мм (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Данные к задаче 2

№ варианта	D, мм	N_E, квт	p, Н/мм^2	$в$, 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 при обработке детали диаметром d мм. Диаметр заготовки D мм. Число оборотов шпинделя равно n об/мин, подача S мм/об, удельная сила резания p Н/мм^2, главный угол в плане у резца φ° (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Данные к задаче 3

№ варианта	D, мм	d, мм	n, об/мин	S_o, мм/об	φ°	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_{Pz} при глубине резания и постоянный коэффициент C_{Pz} в формуле силы резания $P_z = C_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot S^{Y_{Pz}}$, если при постоянной подаче S = 1 мм/об и переменной глубине резания t (мм) показания динамометра составили P_Z (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Данные к задаче 4

№ варианта						
	1	t , мм	1	1,4	2,0	2,8
		P_Z , Н	1200	1800	2700	3900
	2	t , мм	0,5	1,0	2,0	4,0
		P_Z , Н	600	900	1200	1700
	3	t , мм	0,5	1,0	1,5	2,0
		P_Z , Н	250	500	750	1000
	4	t , мм	0,5	1,0	1,5	2,0
		P_Z , Н	300	700	1100	1550
	5	t , мм	0,5	1,0	1,5	2,0
		P_Z , Н	350	800	1300	1800
	6	t , мм	0,4	0,8	1,6	3,2
		P_Z , Н	500	930	1800	3500
	7	t , мм	0,4	0,8	1,6	3,2
		P_Z , Н	400	750	1450	2800
	8	t , мм	1	2	4	8
		P_Z , Н	1000	1650	2800	4700
	9	t , мм	1	2	4	8
		P_Z , Н	1100	1800	3100	5200
	10	t , мм	1	2	4	6
		P_Z , Н	1200	1950	3400	4500
	11	t , мм	0,7	1,4	1,8	4,2
		P_Z , Н	900	1500	2550	3400
	12	t , мм	0,7	1,4	2,8	4,2
		P_Z , Н	800	1300	2250	3000

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

Таблица 4.5

Данные к задаче 5

№ варианта						
	1	S , мм/об	0,08	0,16	0,32	0,64
		P_Z , Н	510	650	820	1060
	2	S , мм/об	0,1	0,2	0,3	0,4
		P_Z , Н	400	600	800	950
	3	S , мм/об	0,2	0,3	0,4	0,5
		P_Z , Н	700	950	1100	1250

Окончание табл. 4.5

№ варианта	4	S , мм/об	0,1	0,2	0,3	0,6
		P_Z , Н	300	560	820	1500
	5	S , мм/об	0,3	0,5	0,7	0,9
		P_Z , Н	1000	1500	2000	2400
	6	S , мм/об	0,2	0,4	0,5	0,7
		P_Z , Н	800	1350	1600	2100
	7	S , мм/об	0,2	0,4	0,5	0,7
		P_Z , Н	800	1350	1600	2100
	8	S , мм/об	0,3	0,4	0,6	0,8
		P_Z , Н	1150	1420	1900	2300
	9	S , мм/об	0,3	0,4	0,6	0,8
		P_Z , Н	1000	1250	1650	2000
	10	S , мм/об	0,5	0,63	0,84	1,0
		P_Z , Н	2000	2450	3300	4000
	11	S , мм/об	0,63	0,78	1	1,2
		P_Z , Н	2600	3200	4300	5200
	12	S , мм/об	0,5	0,63	0,84	1,0
		P_Z , Н	1800	2200	3000	3600

4.2.3. Проверка режима резания по динамическим параметрам

Задача 6. Проверьте заданный режим резания по мощности электродвигателя и по прочности механизма подач токарного станка. Исходные данные приведены в табл. 4.6. Вид обработки – продольное точение; вид заготовки – прокат.

Обработка ведется резцом проходным отогнутым. Материал режущей части Т15К6, геометрические параметры резца: главный угол в плане $\varphi = 45°$, передний угол $\gamma = 10°$, угол наклона главной режущей кромки $\lambda = -5°$.

$P_{Xмах} = 5000$ Н.

П р и м е ч а н и е.При решении задачи следует использовать «Справочник технолога-машиностроителя» под ред. А.Г. Косиловой, Р.Х. Мещерякова. (4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – Т.2)

Таблица 4.6

Данные к задаче 6

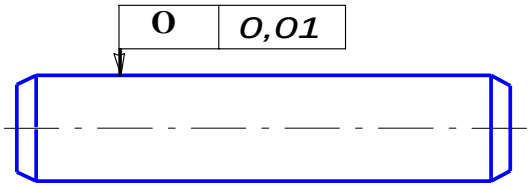
№ варианта	D, мм	d, мм	V, м/мин	S, мм/об	$N_{ст}$, квт	η, %	Обрабатываемый материал	
							Марка	Предел прочности σ_B, МПа
1	140	130	75	0,5	5	90	Сталь 20	500
2	160	155	130	0,2	4	95		
3	65	60	180	0,3	7	90		
4	45	40	240	0,1	6	80		
5	90	84	64	0,6	10	92		
6	70	60	110	0,7	11	95		
7	220	218	60	0,07	3	90		
8	85	78	265	0,3	6,5	80		
9	110	100	90	0,6	8,6	93	Сталь 45	700
10	30	26	150	0,2	4	85		
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	Сталь 45Х	620
18	60	50	100	0,8	8	92		
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 φ = 45°, другие – проходными упорными резцами. В результате детали, выточенные резцом с углом φ = 45°, имели бочкообразную форму на наружной цилиндрической поверхности, а те, что обрабатывались

упорным резцом, были сданы 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 полученного 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? Зарисуйте 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? Период стойкости?

7. Как зависит период стойкости от скорости резания (графически и математически)?

8. Что такое показатель относительной стойкости?

9. Что такое стойкость наибольшей производительности операции?

10. Что такое экономическая стойкость?

11. Изобразите на эскизах 3 вида износа режущего инструмента.

12. Назовите гипотезу износа, согласно которой механизм износа режущего клина заключается:

1) в направленном массопереносе активных атомов (углерода, вольфрама и др.);

2) в том, что в процессе взаимного скольжения поверхностей макро- и микронеровности обрабатываемого материала разрушают микронеровности режущего инструмента;

3) в разрушении тонкого слоя оксидов на поверхности инструмента силами трения;

4) в схватывании инструментального и обрабатываемого материалов по точкам контакта за счет сил молекулярного сцепления и «выравнивании» инструментального материала;

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

13. Какие из перечисленных ниже 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; 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 присутствует при черновой обработке и какой при чистовой?

5.2 Задачи

5.2.1. Определение стойкости режущего инструмента

Задача 1. Как изменится исходная стойкость резца Т, если скорость резания увеличится на n процентов по сравнению с первоначальной (табл. 5.1)?

Таблица 5.1

Данные к задаче 1

№ варианта	Инструментальный материал	Т, мин	n, %
1	Р18	30	8
2	Р6М5	40	12
3	Т5К10	60	16
4	ВК6	50	22
5	Т15К6	60	26
6	ВК8	40	10
7	Р6М5	30	32
8	Т30К4	70	36
9	Р18	40	38
10	Т15К6	60	42
11	ВК4	55	5
12	Р6М5	25	10

Окончание табл. 5.1

13	Р12	35	15
14	Т30К4	60	20
15	Т15К6	50	18
16	Р18	40	8
17	ВК8	55	12
18	ВК6	60	16
19	Р6М5	40	22
20	Т30К4	65	26
21	Р9К10	50	6
22	ТТ7К12	60	15
23	Р6М5К5	30	5
24	Т14К8	55	42
25	Р10К5Ф5	45	28

5.2.2. Анализ зависимости износа режущего инструмента от условий резания

Задача 2. Проанализируем один из вариантов условий работы режущего клина, приведенных в табл. 5.2, и определите, по какой поверхности преимущественно износится 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

№ варианта	Режимы резания			Углы режущего клина		Обрабатываемый материал
	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	γ°	α°	
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

П р и м е ч а н и е. 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, м/мин) при заданной стойкости (T, мин) при обтачивании заготовки с глубиной резания (t, мм), подачей (S_o, мм/об). Используйте резец, оснащенный пластиной из инструментального материала с геометрическими параметрами: φ, φ_1, α, γ, r. Исходные данные приведены в табл. 5.3.

П р и м е ч а н и е.При решении задачи следует использовать «Справочник технолога-машиностроителя» под ред. А.Г. Косиловой, Р.Х. Мещерякова. (4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – Т.2)

Таблица 5.3

Данные к задаче 3

№ вар-та	Заготовка		Резец								Режим резания	
	Материал	Вид	Инстр. материал	Сечение державки HxB	φ^o	φ_1^o	α^o	γ^o	r	T' мин	t, мм	S_o мм/об
1	Сталь 20ХН $\sigma_в$ 700 МПа	Прокат	Т5К10	20Х20	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 НВ 260	Отливка	ВК8	16Х25	60	30	12	12	0,5	30	4,0	0,6
7										50		
8										40		
9										35		
10										60		
11	Сталь Ст3 $\sigma_в$ 700 МПа	Прокат	ХВГ	20Х20	30	20	8	10	1,5	50	2,5	0,3
12			Р6М5									
13			Т5К10									
14			У12А									
15			Т30К4									
16	Сталь20	Прокат	Р18	16Х20	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										
21	Сталь 45	Прокат	Р9К10	16Х16	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 операции. Для выполнения операции был выбран резец, оснащенный пластиной из твердого сплава, с геометрией $\gamma = 12°$, $\alpha = 10°$. Длина пластины L = 15 мм. Для этого резца был принят период стойкости T = 60 мин из интервала 30-60 мин, рекомендуемого справочником. На выбранных им 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

№ измерения	Время работы резца T, мин	Износ по задней поверхности, $h_з$, 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 Р6М5 на следующем режиме резания: t = 2 мм, S = 0,4 мм/об, V = 55 м/мин. После переточки интенсивность износа этих резцов намного повысилась, что сказалось в сокращении периода стойкость с расчетных 40 минут до фактических 15 минут. 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 и приемы решения задач на определение элементов режима резания рассматривается на примере обтачивания детали.

1. Прочитайте условие задачи.

Пример условия задачи

Определите скорость резания V, минутную подачу $S_{мин}$, глубину резания t и машинное время $\tau_м$ при точении детали диаметром 22 мм. Диаметр заготовки – 30 мм, число оборотов шпинделя токарного станка – 1250 об/мин, оборотная 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;
φ = 45°;
l = 90 мм.

V, $S_{мин}$, t, $\tau_м$ – ?

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;

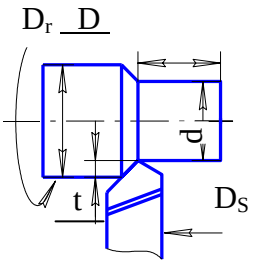
– размеров обрабатываемой D и обработанной d поверхностей.

Пример изображения схемы резания

Дано:

D=30 мм.
d = 22 мм.
n = 1250 об/ мин.
S_o = 0,33 мм/об.
φ = 45°.
l = 90 мм.

V, $S_м$, t, $\tau_{маш}$ – ?



4. Решите задачу, руководствуясь ниже приведенной последовательностью.

Внимание!

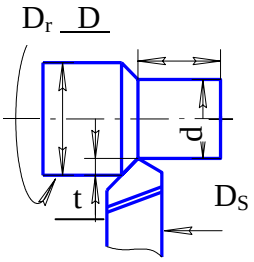
Определяя искомую величину, сначала приводите формулу для ее определения, затем расчет и единицы ее измерения.

Пример оформления решения задачи

Дано:

D=30 мм.
d = 22 мм.
n = 1250 об/ мин.
S_o = 0,33 мм/об.
φ = 45°.
l = 90 мм.

V, $S_м$, t, $\tau_{маш}$ – ?



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

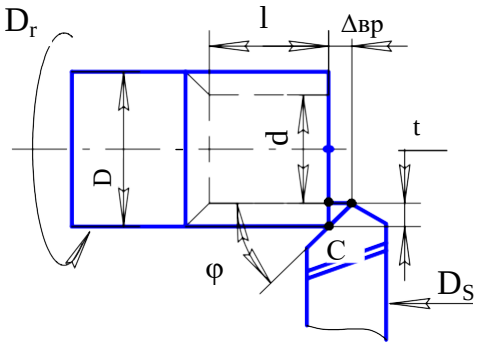
$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{30-22}{2} = 4\,[мм]$$

4.4. Выполните расчёт машинного времени $\tau_{маш}$

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

– резец в начальный момент резания;
– величину врезания – $\Delta_{вр}$;
– 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



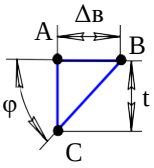
4.4.2. Запишите формулу для определения машинного времени $\tau_м$.

$$\tau_М = \frac{l + \Delta_{вр} + \Delta_п}{S_о \cdot n}.$$

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

∠ ABC = · ∠φ = 45°.
AB = $\Delta_{вр}$.
AC = t.



tg φ = AC / AB = t / $\Delta_{вр}$.
$\Delta_{вр}$ = t / tg φ = 4 / 1 = 4,0 [мм]

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

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

$l_o = 90 + 4 + 1 = 95$ [мм]

4.4.5. Выполните расчет машинного времени $\tau_м$.

Пример расчета машинного времени

$\tau_м = l_o / S_0 \cdot n = 95 / 0{,}33 \cdot 1250 =$
$= 0{,}23$ [мин].

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

Пример записи ответа

Ответ: $V = 112{,}5$ [м/мин];
$S_{мин} = 380$ [мм/мин];
$t = 4$ [мм];
$\tau_м = 0{,}23$ [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. *Запишите утверждения 1 – 5 , выбрав один из предлагаемых вариантов окончания.*

1. На схеме точения изображают в комплексе:

а) заготовку, резец, $D_г$, D_s, t;

б) заготовку, резец, $D_г$, D_s;

в) заготовку, резец, $D_г$, D_s, t, D, d.

2. На расчётной схеме для расчета $\tau_м$ при обтачивании заготовки изображают:

а) деталь, резец, $\Delta_{вр}$, t;

б) деталь, резец, $\Delta_{вр}$, φ, l, t;

в) деталь, резец, направления движения, $\Delta_{вр}$, 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.

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

1. Прочитайте условие задачи.

Пример условия задачи

Определите скорость резания V, минутную подачу $S_{мин}$, глубину резания t и машинное время $\tau_м$ при растачивании отверстия диаметром 30 мм до отверстия диаметром 35 мм за один проход. Число оборотов шпинделя токарного станка – 630 об/мин, оборотная 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;
φ = 45°;
l = 70 мм.

V, $S_{мин}$, t, $\tau_м$ – ?

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;

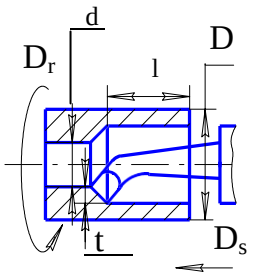
– диаметра растачиваемого отверстия d.

Пример записи исходных данных

Дано:

D = 35 мм;
d = 30 мм;
n = 630 об/ мин;
S_o = 0,11 мм/об;
φ = 45°;
l = 70 мм.

V, $S_{мин}$, t, $\tau_м$ – ?



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 ниже приведенной последовательностью.

Внимание!

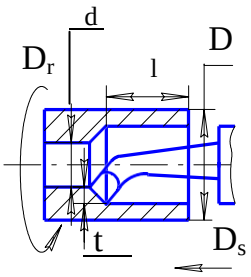
Определяя искомую величину, сначала приводите формулу для ее определения, затем расчет и единицы ее измерения.

Пример записи исходных данных

Дано:

D = 35 мм;
d = 30 мм;
n = 630 об/ мин;
S_o = 0,11 мм/об;
φ = 45°;
l = 70 мм.

V, $S_{мин}$, t, $\tau_м$ – ?



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

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

4.1. Определите скорость резания – V.

Пример расчета скорости резания

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

4.2. Определите минутную подачу $S_{мин}$

Пример расчета минутной подачи

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

4.3. Определите глубину резания t.

Пример расчета глубины резания

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

4.4. Определите машинное время $\tau_м$, выполняя следующие действия.

4.4.1. Изобразите расчетную схему. На схеме укажите:

– величину врезания резца $\Delta_{вр}$;

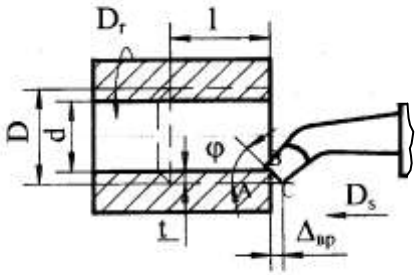
– главный угол в плане φ;

– длину обработанной поверхности l;

– глубину резания t;

– треугольник ABC, который в дальнейшем будет использоваться для расчета величины врезания.

Пример изображения расчетной схемы



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

4.4.2. Запишите формулу для определения машинного времени $\tau_м$

$$\tau_м = \frac{l + \Delta_{вр} + \Delta_п}{S_O \cdot n}.$$

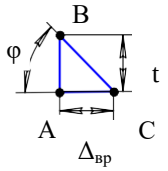
4.4.3. Из прямоугольного треугольника ABC, изображенного на расчетной схеме, определите величину врезания резца. Справа от расчетов изобразите прямоугольный треугольник ABC, с указанием его сторон и угла φ.

Пример расчета величины врезания резца

$\angle BCA = \angle \varphi = 45^o$.

AB = t.

$AC = \Delta_{вр}$.



$tg\ \varphi = AC / AB = t / \Delta_{вр}$.

$\Delta_{вр} = t / tg\ \varphi = 2,5 / 1 = 2,5$ [мм].

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

$\Delta_п = 1$ мм.

4.4.5. Определите расчетную длину пути l_o, пройденного резцом.

$l_o = 70 + 2,5 + 1 = 73,5$ [мм].

4.4.6. Выполните расчет машинного времени $\tau_м$

Пример расчета машинного времени

$\tau_м = l_o / S_0 \cdot n = 73,5 / 0,11 \cdot 630 =$
$= 1,06$ *[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];
$S_{мин}$ = 69,3 [мм/мин];
t = 2,5 [мм];
$\tau_м$ = 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. *Запишите 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 и приемы 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 $S_{мин}$, глубину резания t и машинное время $\tau_м$ при подрезании сплошного торца заготовки диаметром 90 мм за один проход. Число оборотов шпинделя токарного станка – 800 об/мин, оборотная 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 мм;
n = 800 об/ мин;
S_o = 0,65 мм/об;
φ = 45°;
p = 1 мм.

V, $S_{мин}$, t, $\tau_м$ – ?

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;

– глубину резания t;

– диаметр заготовки D;

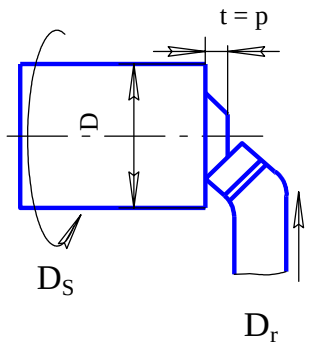
– припуска на обработку p.

Пример записи исходных данных

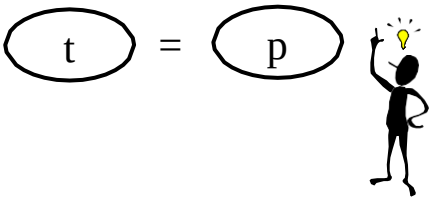
Дано:

D=90 мм.
n = 800 об/ мин.
S_o = 0,65 мм/об.
φ = 45°.
p = 1 мм.

V, $S_м$, t, $\tau_{маш}$ – ?



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 ниже приведенной последовательностью.

Внимание!

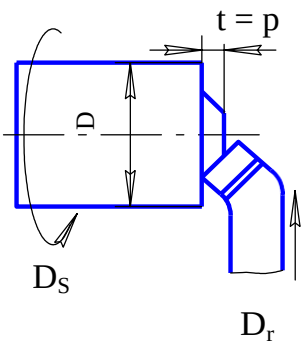
Определяя искомую величину, сначала приводите формулу для ее расчета, затем расчет и единицы ее измерения.

Пример записи исходных данных

Дано:

D=90 мм.
n = 800 об/ мин.
S_o = 0,65 мм/об.
φ = 45°.
p = 1 мм.

V, $S_м$, t, $\tau_{маш}$ – ?



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

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

4.2. Определите минутную подачу $S_{мин}$

Пример расчета минутной подачи

$$S_{мин}=S_{о}\cdot n=0{,}65\cdot 800=520\left[\text{мм/мин}\right].$$

4.3. Определите глубину резания t.

Пример расчета глубины резания

t=p=1мм.

4.4. Определите машинное время $\tau_м$, выполняя следующие действия.

4.4.1. Изобразите расчетную схему. На схеме укажите:

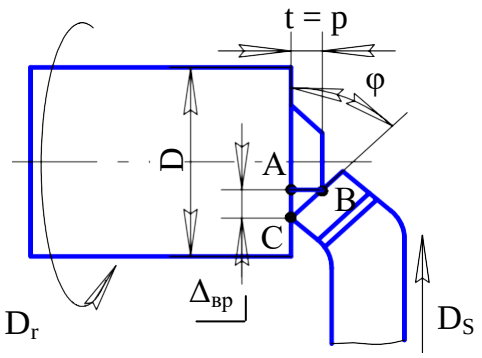
– величину врезания резца $\Delta_{вр}$;

– 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 $\tau_м$.

$$\tau_м = \frac{l + \Delta_{вр} + \Delta_п}{S_O \cdot n}.$$

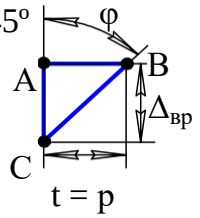
4.4.3. Из прямоугольного треугольника ABC, изображенного на расчетной схеме, определите величину врезания резца. Справа от расчетов изобразите прямоугольный треугольник ABC, с указанием его сторон и угла φ.

Пример расчета величины врезания резца

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

$AB = t = p.$

$AC = \Delta_{вр}.$



$tg\ \varphi = AB / AC = t / \Delta_{вр}.$

$\Delta_{вр} = t / tg\ \varphi = 1 / 1 = 1$ [мм].

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

$\Delta_п = 1$ мм.

4.4.5. Определите общую длину пути l_o, пройденного резцом.

$l_o = D / 2 + \Delta_{вр} + \Delta_п =$
$= 90 / 2 + 1 + 1 = 47$ [мм].

4.4.6. Выполните расчет машинного времени $\tau_м$.

Пример расчета машинного времени

$\tau_м = l_o / S_0 \cdot n = 47 / 0{,}65 \cdot 800 =$
$= 0{,}18$ [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];
$S_{мин} = 520$ [мм/мин];
$t = 1$ [мм];
$\tau_м = 0{,}18$ [мин].

Решение задачи на определение элементов режима резания при подрезании 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. *Запишите 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 = D / 2.

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

а) диаметр заготовки D;

б) половину диаметра заготовки 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;

в) 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;

б) 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	ДЕЙСТВИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ
☐	Определить минутную подачу.
☐	Записать ответ.
☐	Определить машинное время.
☐	Записать исходные данные и величины, которые необходимо определить.
☐	Определить глубину резания.
☐	Изучить условие задачи.
☐	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 $S_{мин}$, глубину резания t и машинное время $\tau_м$ при отрезании кольца от заготовки, имеющей форму трубы. Наружный диаметр заготовки – 80 мм, внутренний диаметр – 72 мм, число оборотов шпинделя токарного станка – 630 об/мин, оборотная подача – 0,21 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 мм;
d = 72 мм;
n = 630 об/ мин;
$S_о$ = 0,21 мм/об;
h = 4 мм.

V, $S_{мин}$, t, $\tau_м$ – ?

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

3. Нарисуйте схему резания при отрезании кольца 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;

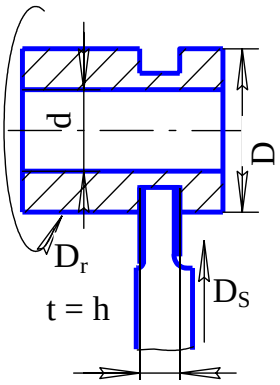
– ширины отрезного резца h.

Пример записи исходных данных

Дано:

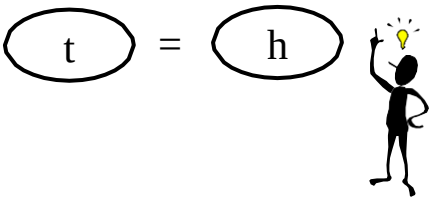
D=80 мм.
d = 72 мм.
n = 630 об/ мин.
S_o = 0,21 мм/об.
h = 4 мм.

V, $S_м$, t, $\tau_{маш}$ – ?



При изображении схемы резания следует учитывать, что обрабатываемую деталь 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 ниже приведенной последовательностью.

Внимание!

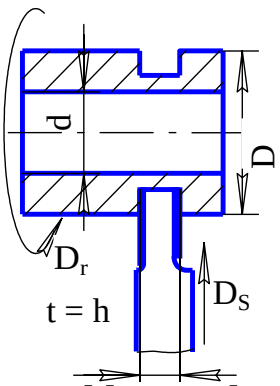
Определяя искомую величину, сначала приводите формулу для ее определения, затем расчет, в заключении укажите единицы ее измерения.

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, $S_м$, t, $\tau_{маш}$ – ?



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

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

4.1. Определите скорость резания V.

Пример расчета скорости резания

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

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

Пример расчета минутной подачи

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

4.3. Определите глубину резания t.

Пример расчета глубины резания

$$t=h=4\left[\text{мм}\right].$$

4.4. Определите машинное время $\tau_м$, выполняя следующие действия:

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

– величину врезания резца – $\Delta_{вр}$;

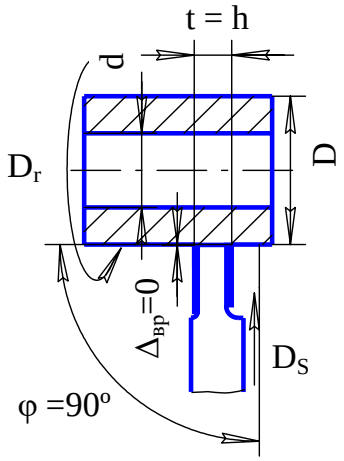
– главный угол в плане – φ;

– наружный и внутренний диаметры трубы D и d.

– глубину резания t.

При изображении на схеме величины врезания $\Delta_{вр}$ следует учитывать, что при правильной установке отрезного резца (φ = 90º) $\Delta_{вр}$ = 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 $\tau_м$.

$$\tau_М = \frac{l + \Delta_{вр} + \Delta_п}{S_О \cdot n}.$$

4.4.3. Из расчетной схемы вид, 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.

$\Delta_п = 1$ мм.

4.4.5. Определите общую длину пути $l_о$, пройденного резцом.

$l_о = D\text{-}d / 2 + \Delta_п =$
$= 80 - 72 / 2 + 1 = 2{,}7$ [мм].

4.4.6. Выполните расчет машинного времени $\tau_м$.

Пример расчета машинного времени

$\tau_м = l_о / S_0 \cdot n = 2{,}7 / 0{,}21 \cdot 630 =$
$= 0{,}03$ [мин].

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

Пример записи ответа

Ответ: $V = 158{,}3$ [м/мин];
$S_{мин} = 132{,}3$ [мм/мин];
$t = 4$ [мм];
$\tau_м = 0{,}03$ [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. *Запишите 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) $D_г$, D_s, t;

б) $D_г$, D, d, t;

в) $D_г$, 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.

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

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

а) принимается произвольно;

б) равна нулю;

б) 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 – d / 2;

в) 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.

6. 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.

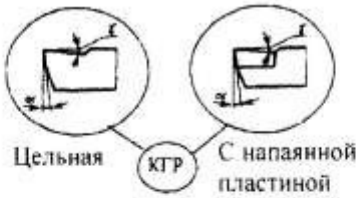
6.2. Обучающий блок «Решение задач на определение геометрических параметров режущего клина»

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

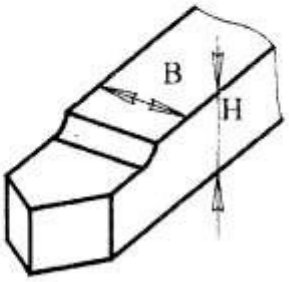
Цель – после изучения данного учебного элемента Вы сможете строить сечения токарного прямого проходного резца в главной и вспомогательной секущих плоскостях.

Исходными данными для построения сечений токарного прямого проходного резца являются:

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



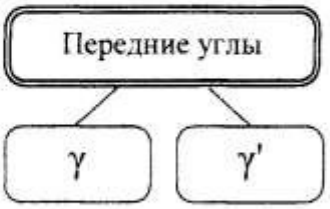
- размеры сечения державки (В – ширина, Н – высота).



- геометрические параметры режущей части резца:

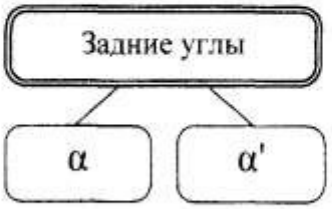
– главный φ и вспомогательный φ_1 углы в плане;

– 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 Н, шириной державки В. Геометрические параметры режущей части резца взяты в буквенном обозначении φ, φ_1, γ, γ', α, α'.

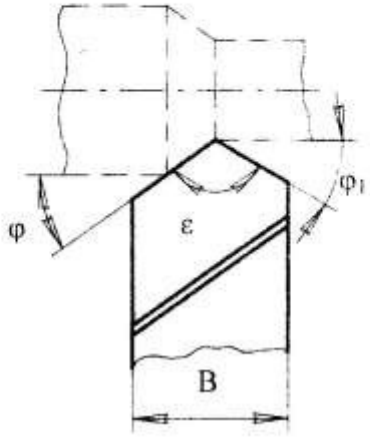
Выполняйте построения сечений руководствуясь нижеследующими указаниями.

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.

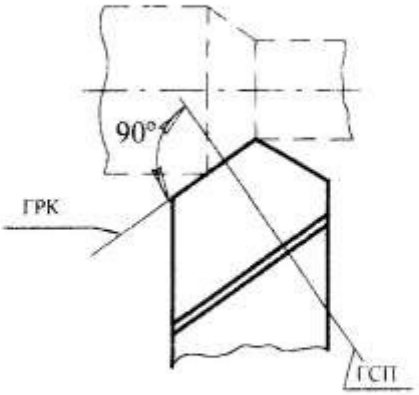
Внимание!

Построение сечений пойдет вверх справа и слева от изображения резца.



3. Сначала постройте сечение в главной секущей плоскости.

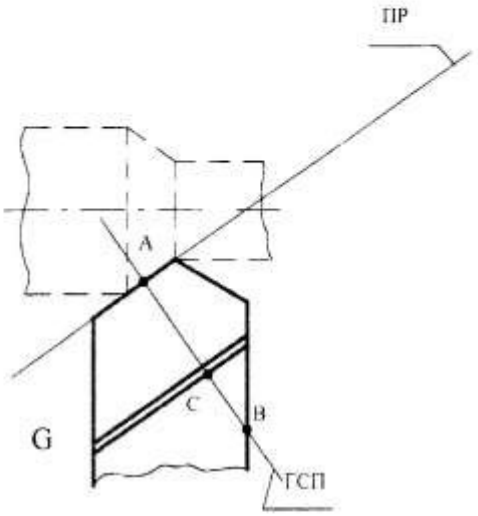
3.1. Проведите след главной секущей плоскости (ГСП), перпендикулярно главной режущей кромке резца (ГРК).



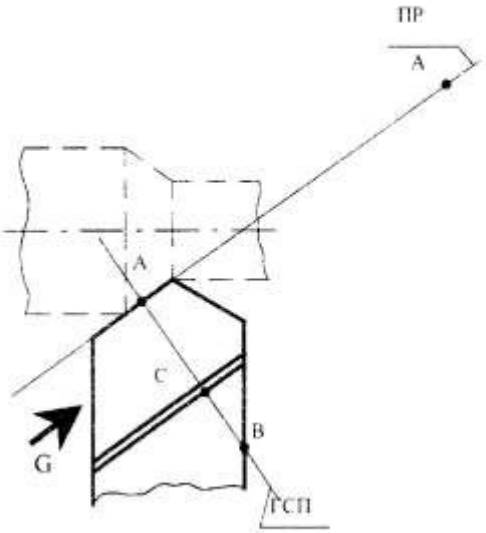
6.2.1. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца»

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).

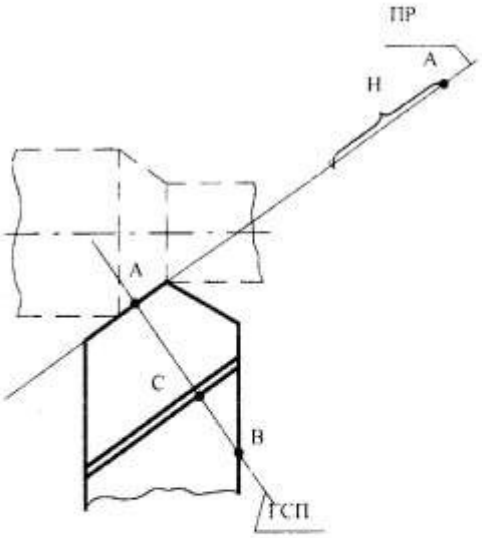
3.3. Проведите след плоскости резания (ПР), который совпадает с ГРК и касается поверхности резания детали. Стрелка G указывает направление взгляда на сечение в ГСП.



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



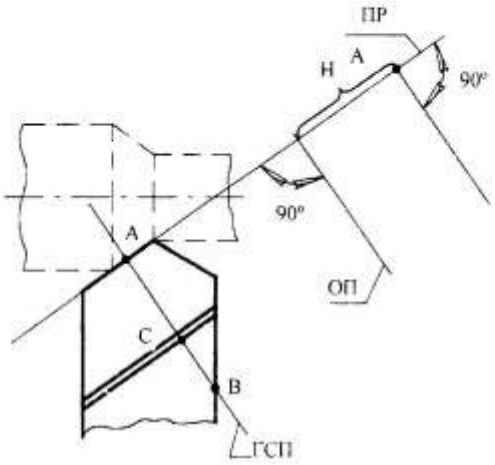
3.5. От точки А вниз по следу ПР отложите отрезок, равный высоте державки резца Н.



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

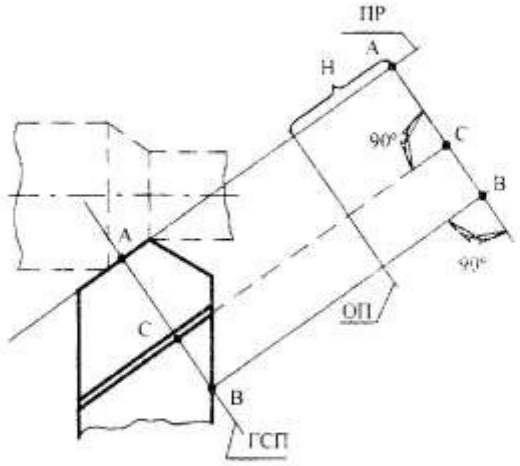
3.6. Из конца отрезка Н восстановите перпендикуляр к следу ПР. Этот перпендикуляр представляет собой след основной плоскости (ОП), в которой расположена опорная грань державки резца.

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

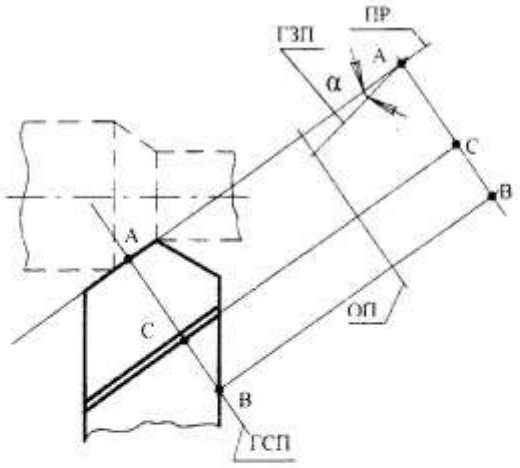


3.8. Из точки В параллельно следу плоскости ПР проведите линию, пересекающую перпендикуляры, восстановленные из конечной и начальной точек отрезка Н. Получится прямоугольник, определяющий габариты сечения.

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

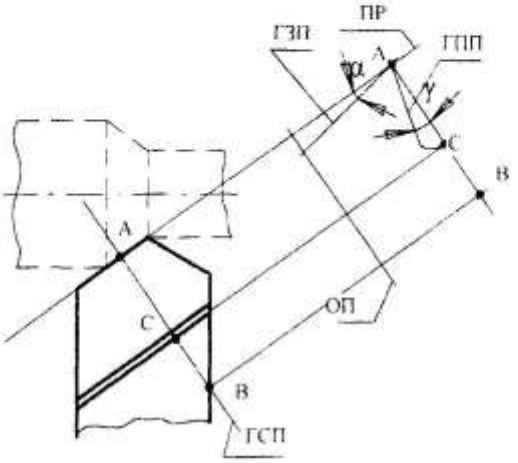


3.10. От следа ПР отложите величину главного заднего угла (α) с вершиной в точке А. Вы получили след главной задней поверхности резца (ГЗП).



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

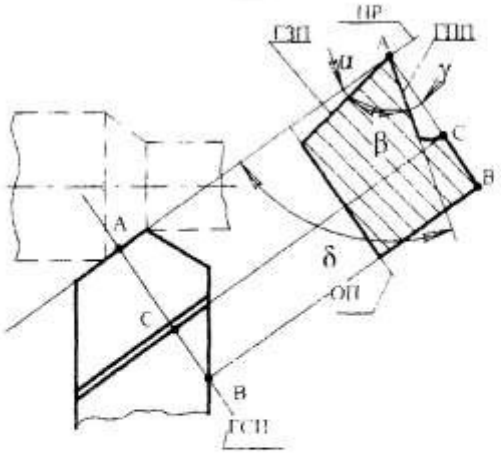
3.11. От перпендикуляра к следу ПР (АВ) отложите величину главного переднего угла (γ) с вершиной в точке А. Вы получили след главной передней поверхности резца (ГПП), который переходит на грань державки резца в точке С. Радиус перехода изобразите произвольно.



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

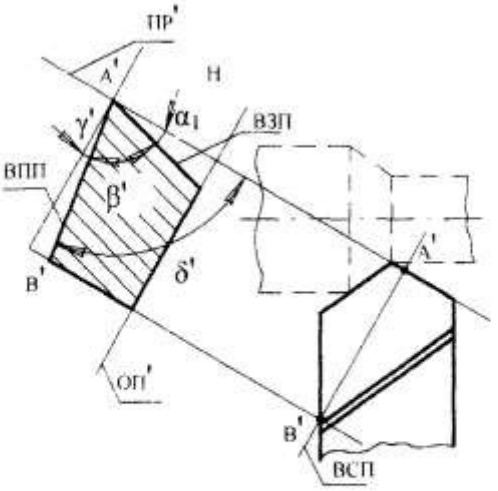
3.13. Заштрихуйте сечение по правилам ЕСКД.

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;

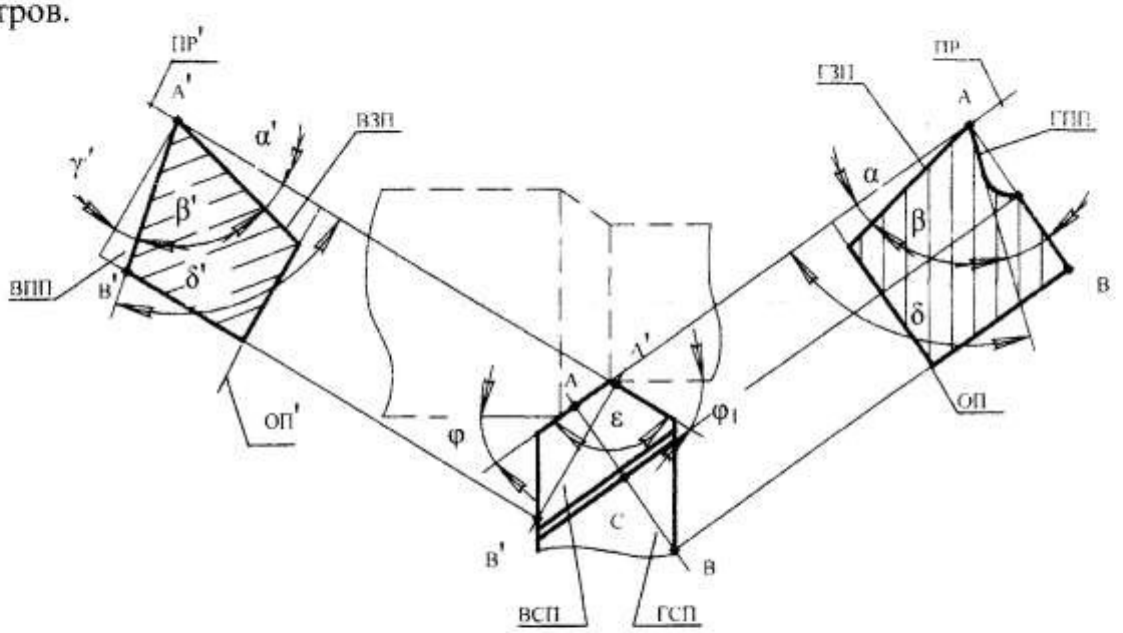
6) из точки конца сечения проведите линию, параллельную ПР′, и замкните прямоугольник, определяющий габариты сечения;

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.

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;

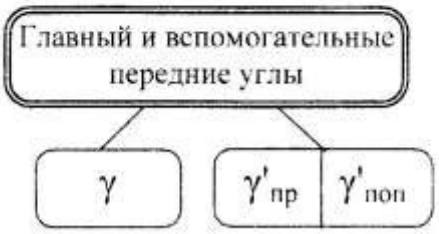
- размеры сечения державки (В – ширина, Н – высота).

- геометрические параметры режущей части резца:

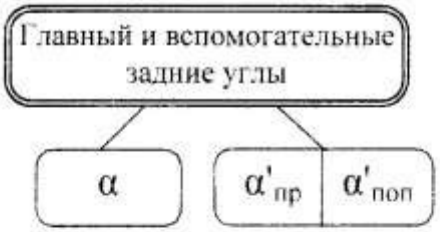
– главные и вспомогательные углы в плане при продольной подаче ($\varphi_{пр}$; $\varphi_{1пр}$) и при поперечной подаче ($\varphi_{поп}$; $\varphi_{1поп}$);

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;



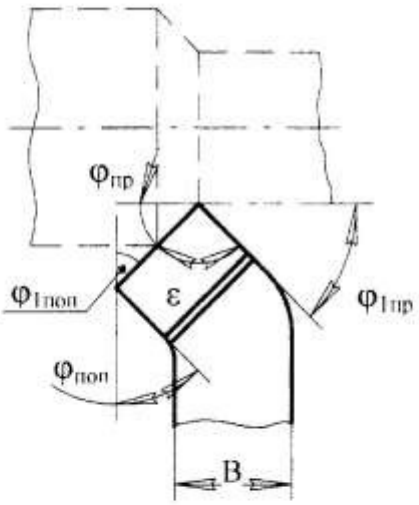
– главный (α) и вспомогательные задние углы при продольной ($\alpha'_{пр}$) и поперечной ($\alpha'_{поп}$) подачах.



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 1:1или 1:2, выдерживая величины углов в плане при продольной и поперечной подачах.



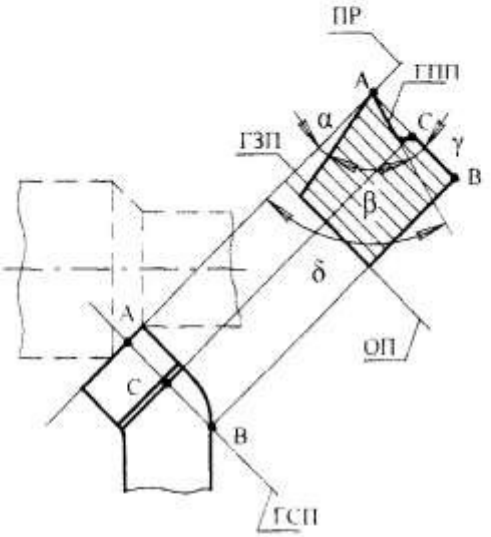
2. Для наглядности тонкими или пунктирными линиями изобразите деталь.

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 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 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.

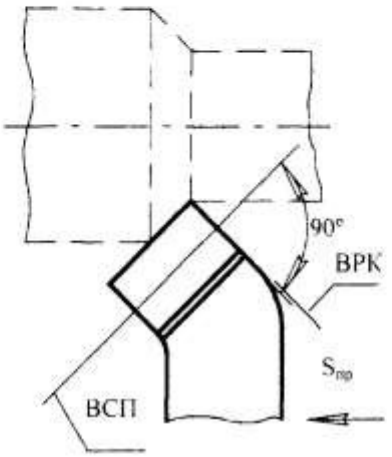
4. Постройте сечение во вспомогательной секущей плоскости.

Внимание!

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

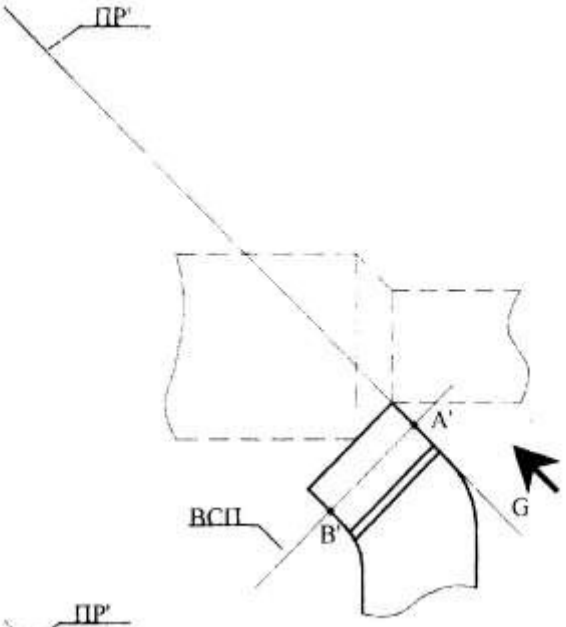
6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

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

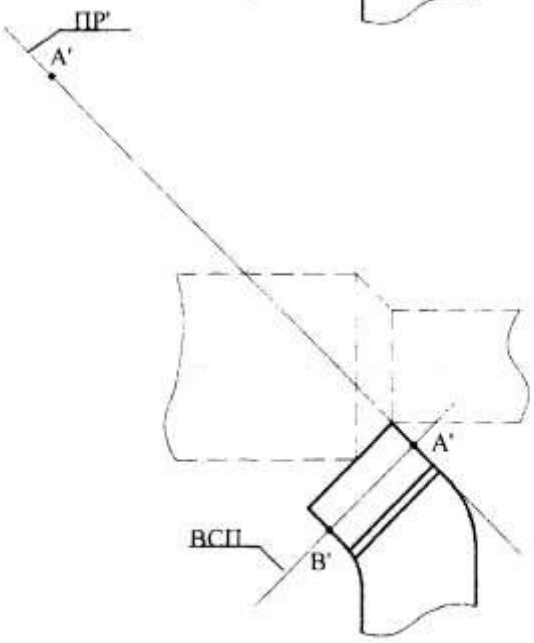


4.2. Отметьте начало и конец сечения резца (точка A' и B').

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

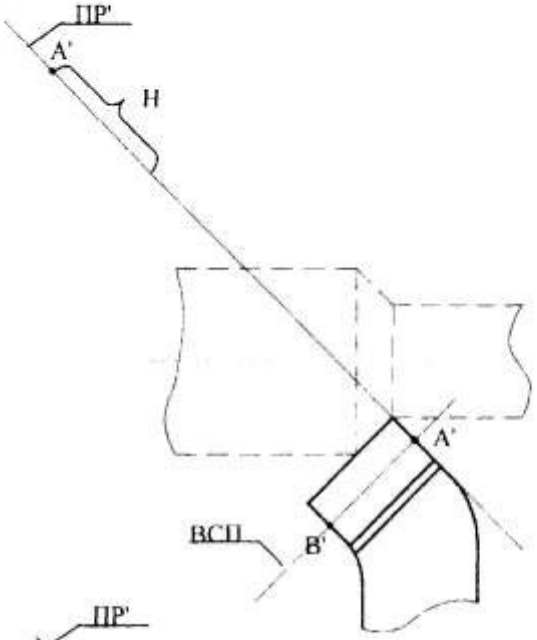


4.4. Точку A' мысленно перенесите по следу ПР' в направлении стрелки G и остановите в произвольном месте.



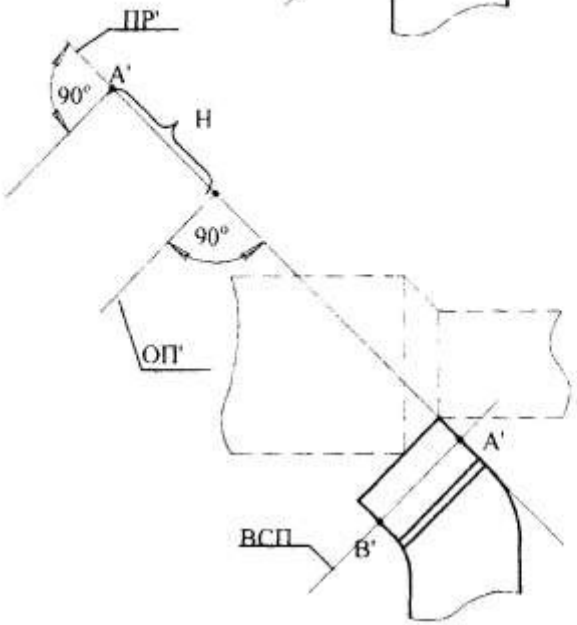
6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

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

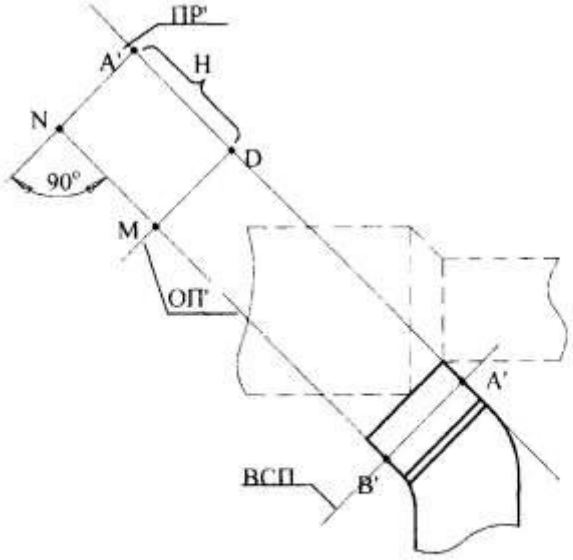


4.6. Из конца отрезка H восстановите перпендикуляр к следу ПР'. Этот перпендикуляр представляет собой след основной плоскости ОП, на которой расположена опорная грань державки резца.

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

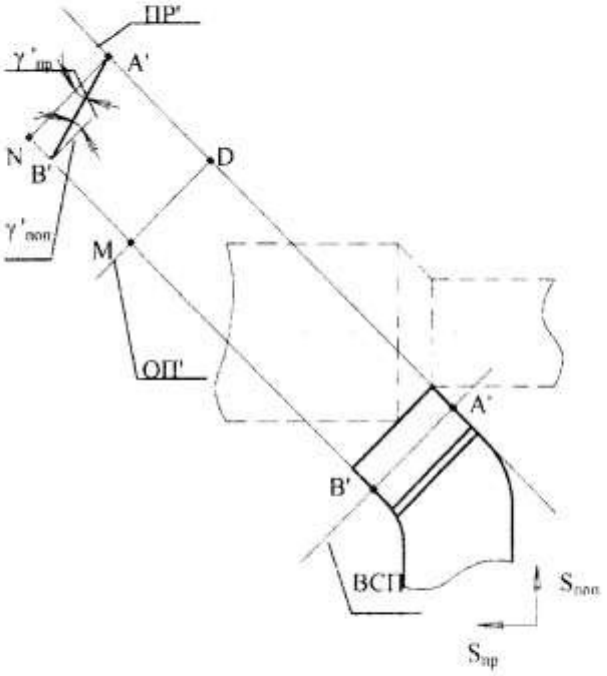


4.8. Из точки B' параллельно следу плоскости ПР' проведите линию, пересекающую перпендикуляры, восстановленные из конечной и начальной точек отрезка H. Получится прямоугольник (A', N, M, D), определяющий габариты сечения.

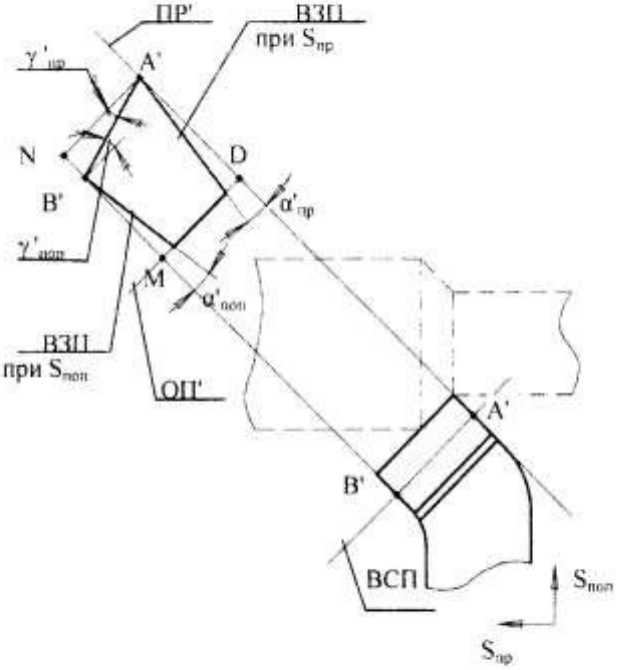


6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

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 подачи ($\gamma'_{поп}$). 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 при поперечной подаче (ВЗП при $S_{поп}$).

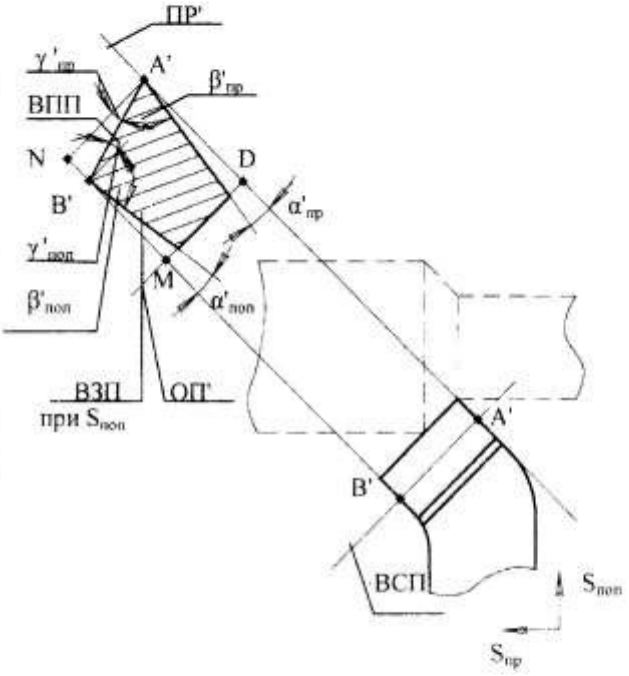


6.2.2. Учебный элемент «Построение сечений токарного прямого проходного резца с отогнутой головкой»

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

4.12. Заштрихуйте сечение по правилам ЕСКД.

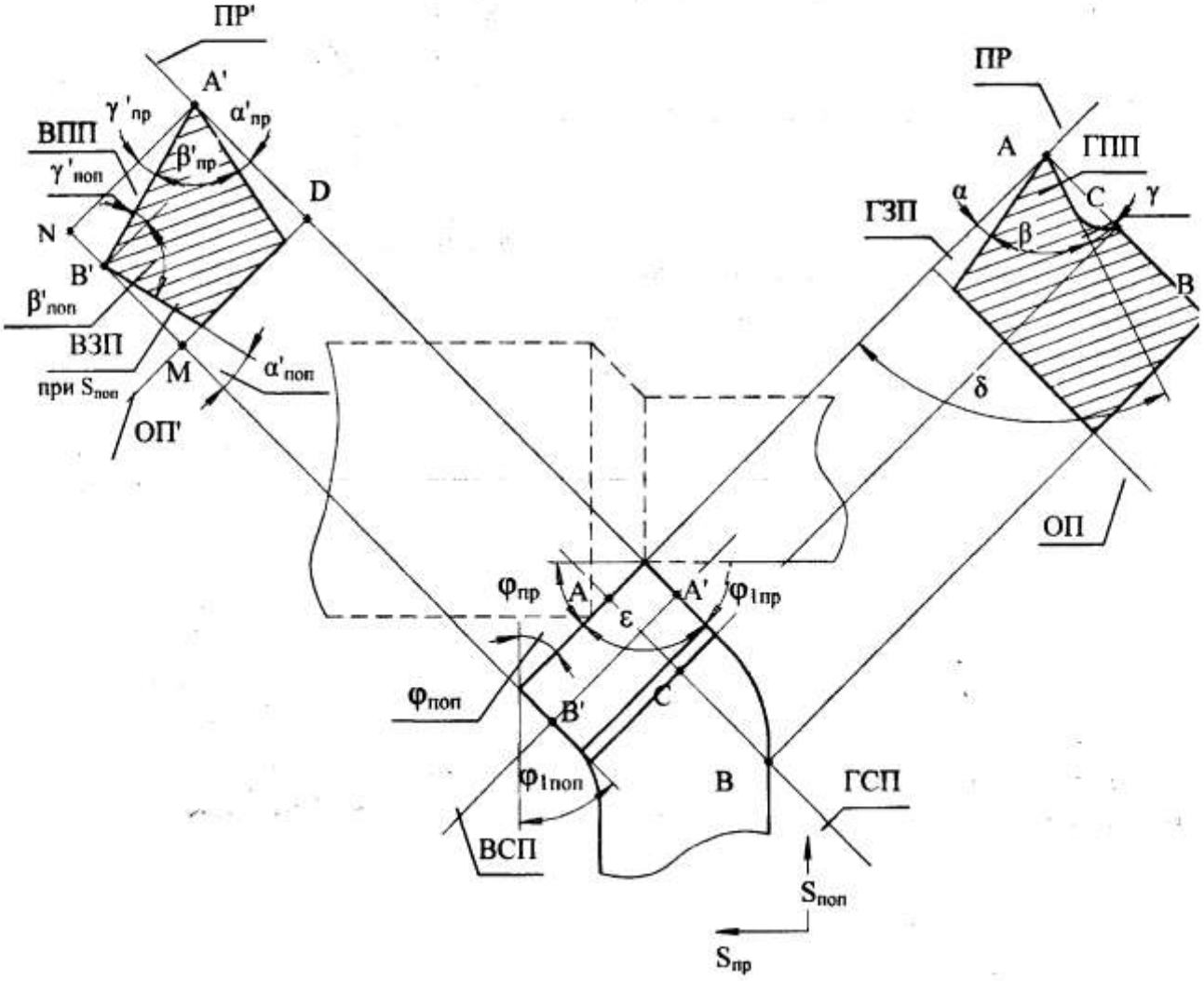
4.13. Обозначьте величины всех вспомогательных углов заточки резца: $\alpha'_{пр}$, $\alpha'_{поп}$, $\gamma'_{пр}$, $\gamma'_{поп}$, $\beta'_{пр}$, $\beta'_{поп}$.



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.

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 на нахождение действительных углов токарного резца»

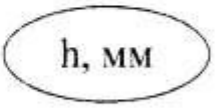
6.3.1. Учебный элемент «Определение действительных углов токарного резца при установке его выше или ниже оси центров станка»

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 $\gamma_д$, $\alpha_д$ являются:

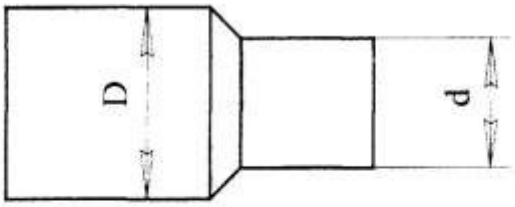
- статические углы заточки резца $\gamma_{ст}$, $\alpha_{ст}$;

- 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 $\alpha_{ст} = 6^{\circ}$, $\gamma_{ст} = 12^{\circ}$; $\lambda = 0$.

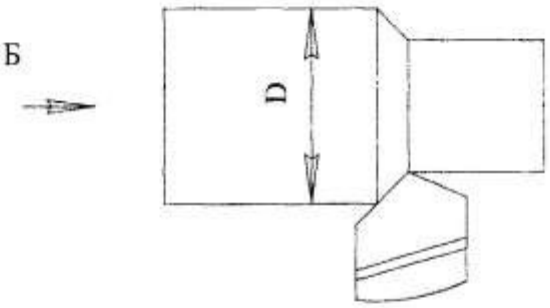
2. Запишите исходные данные и величины, которые необходимо определить с указанием единиц их измерения.

Пример записи исходных данных

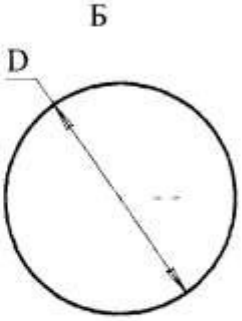
Дано:
$D = 40$ мм;
$h = 1{,}2$ мм;
$\alpha_{ст} = 6^{\circ}$;
$\gamma_{ст} = 12^{\circ}$;
$\lambda = 0$.

$\alpha_{д}, \gamma_{д}$ – ?

3. Постройте расчетную схему действительной установки резца следующим образом.

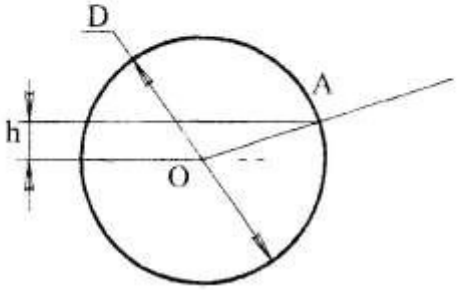


3.1. Начертите окружность диаметром D, которая является условным изображением обрабатываемой поверхности детали при взгляде слева на схему резания.

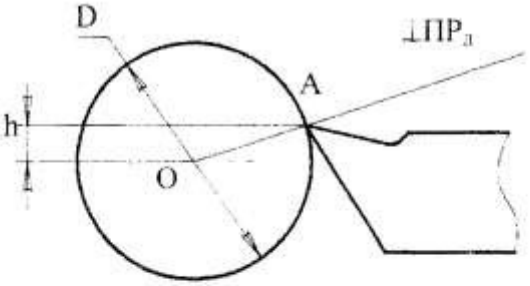


6.3.1. Учебный элемент «Определение действительных углов токарного резца при установке его выше или ниже оси центров станка»

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

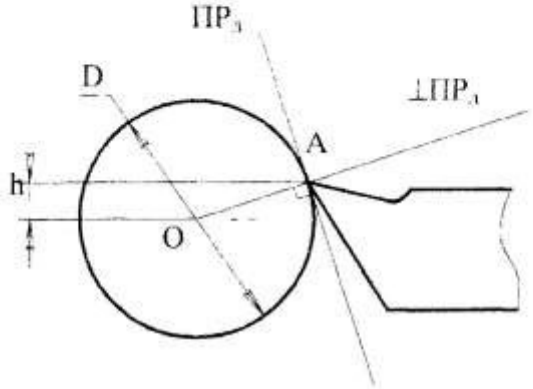


3.3. Изобразите действительное положение резца, при котором вершина режущего клина совпадает с точкой А.

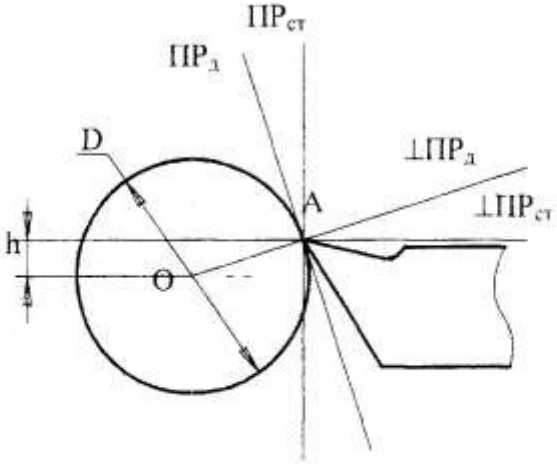


3.4. Проведите след действительной плоскости резания ПР$_д$ перпендикулярно радиусу ОА.

На продолжении радиуса ОА за точкой А проставьте обозначение перпендикуляра к плоскости резания – ⊥ПР$_д$.



3.5. Изобразите след статической плоскости резания ПР$_{ст}$ как вертикаль, проведенную через точку А. Проведите перпендикуляр к следу статической плоскости резания – ⊥ПР$_{ст}$, 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»

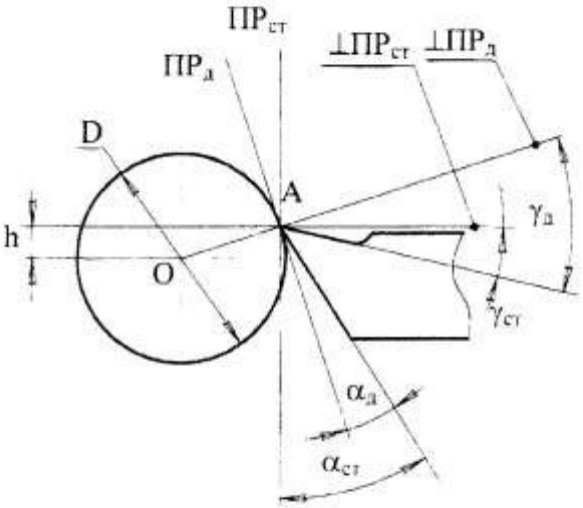
3.6. Обозначьте действительные и статические передние и задние углы, пользуясь соответствующими обозначениями:

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

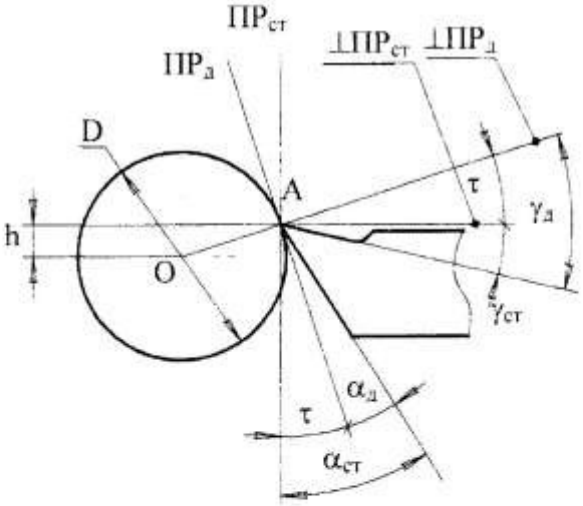
$\alpha_д$ – действительный задний угол, находящийся между задней поверхностью резца и следом действительной плоскости резания;

$\gamma_{ст}$ – 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.

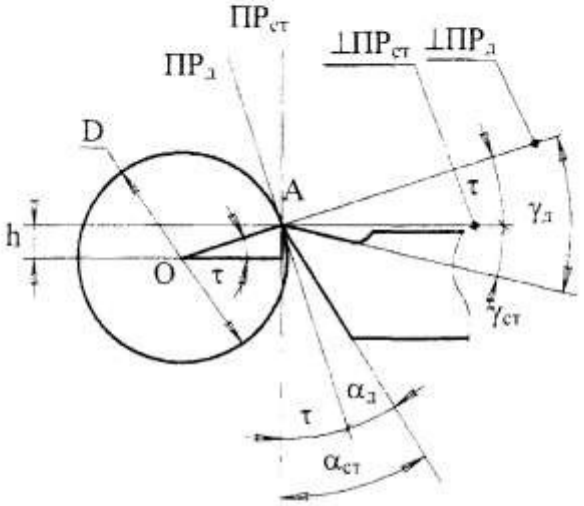


3.7. Обозначьте буквой τ углы, представляющие собой разницу между $\gamma_д$ и $\gamma_{ст}$, $\alpha_д$ и $\alpha_{ст}$.



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 ОА.



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

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

$$\alpha_{д} = \alpha_{ст} - \tau$$

$$\gamma_{д} = \gamma_{ст} + \tau$$

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

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

$$\alpha_{д} = 6^{\circ} - 3^{\circ} = 3^{\circ}$$

$$\gamma_{д} = 12^{\circ} + 3^{\circ} = 15^{\circ}$$

4.3. Запишите ответ.

Пример записи ответа

Ответ: $\tau = 3^{\circ}$;
$\alpha_{д} = 3^{\circ}$;
$\gamma_{д} = 15^{\circ}$.

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 А, расположенную выше (или ниже) оси центров станка на h мм;

5) изобразить действительное положение резца, при котором вершина режущего клина расположена в точке А;

6) через точку А провести след действительной плоскости резания $ПР_д$ и перпендикуляр к ней $\perp ПР_д$;

7) изобразить след статической плоскости резания $ПР_{ст}$ и перпендикуляр к ней, как горизонталь и вертикаль, проходящие через точку А;

8) обозначить действительные и статические передние и задние углы: $\gamma_д$, $\alpha_д$, $\gamma_{ст}$, $\alpha_{ст}$;

9) обозначить буквой τ углы, представляющие собой разницу между $\gamma_д$ и $\gamma_{ст}$; $\alpha_д$ 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 приведение 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 $\alpha_д$, $\gamma_д$;

б) только статические углы заточки резца $\alpha_{ст}$, $\gamma_{ст}$;

в) действительные и статические углы $\alpha_д$, $\gamma_д$, $\alpha_{ст}$, $\gamma_{ст}$.

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.

4. Действительный передний угол $\gamma_д$ 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 $\gamma_д$ и $\gamma_{ст}$, $\alpha_{ст}$ и $\alpha_д$;

б) разницу между $\gamma_д$ и $\gamma_{ст}$, $\alpha_{ст}$ и $\alpha_д$.

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 $ПР_д$ и перпендикуляр к ней $\perp ПР_д$.

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

☐ Изобразить след статической плоскости резания $ПР_{ст}$ 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 $\gamma_д$ и $\gamma_{ст}$, $\alpha_д$ 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: $\gamma_д$, $\alpha_д$, $\gamma_{ст}$, $\alpha_{ст}$.

☐ 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»

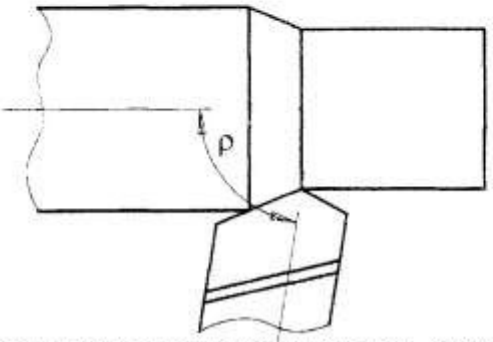
6.3.2. Учебный элемент «Определение действительных углов в плане токарного резца при установке его неперпендикулярно оси центров станка»

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 $\varphi_д$, $\varphi_{1д}$ 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 $\rho > 90°$ (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 ρ=100°, статические углы заточки резца в плане $\varphi_{ст}$ = 25°, $\varphi_{1ст}$ = 20°.

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

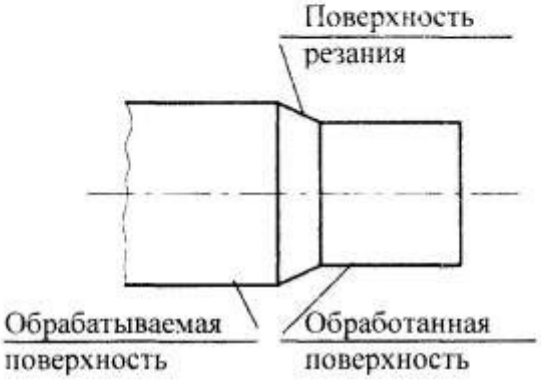
Дано:

$\rho=100°$;
$\varphi_{ст} = 25°$;
$\varphi_{1ст} = 20°$.

$\varphi_д$, $\varphi_{1д}$ – ?

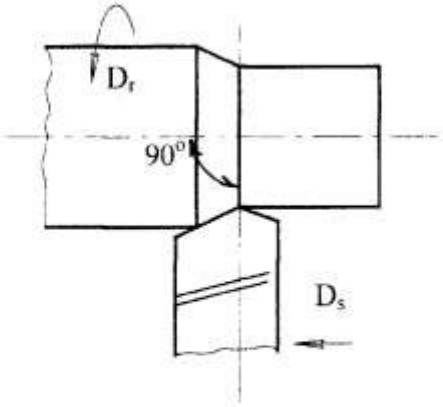
3. Постройте схему действительной установки резца следующим образом.

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



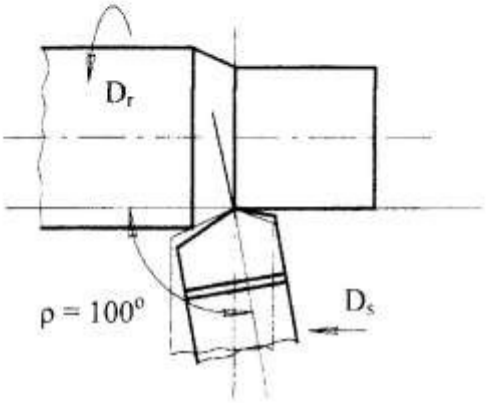
3.2. Изобразите на схеме статическое положение токарного проходного резца в плане, при котором его ось составляет с горизонтальной осью симметрии детали угол 90°.

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 $\rho = 100^{\circ}$.



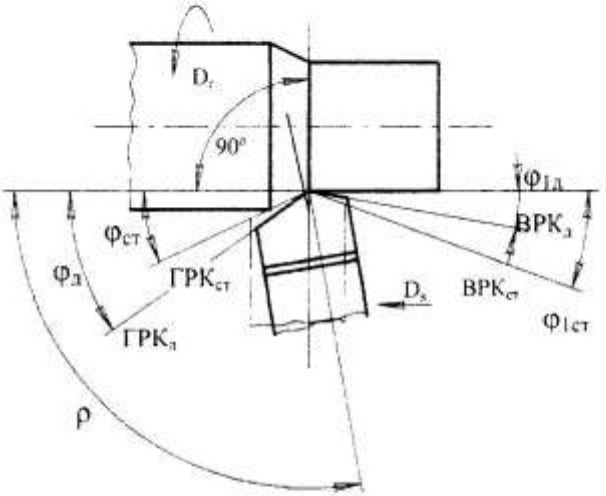
3.4. Обозначьте действительные и статические углы в плане, пользуясь следующими обозначениями:

$\varphi_д$ – 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 ($ВРК_д$);

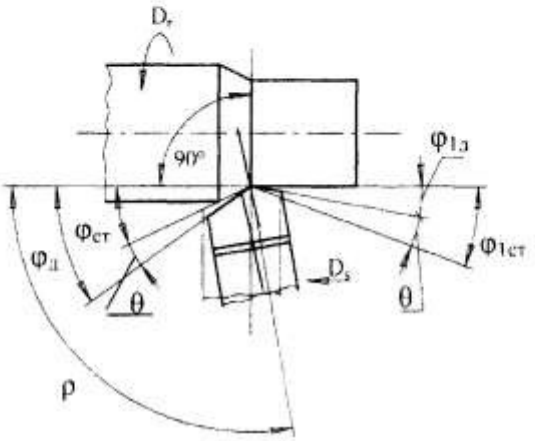
$\varphi_{ст}$ – главный статический угол в плане, расположенный между направлением подачи и статическим положением главной режущей кромки резца ($ГРК_{ст}$);

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

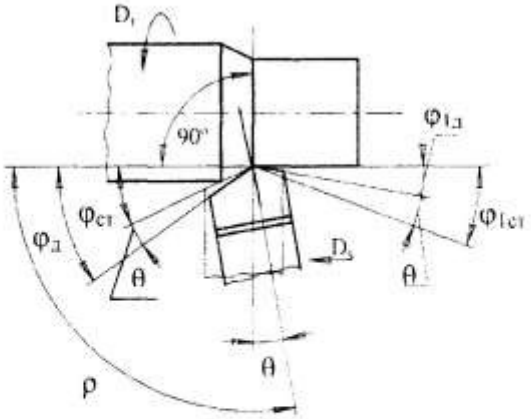


6.3.2. Учебный элемент «Определение действительных углов в плане токарного резца при установке его неперпендикулярно оси центров станка»

3.5. Обозначьте буквой θ углы, представляющие собой разницу между $\varphi_д$ 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 $\rho > 90^o$

$$\theta^o = \rho - 90^o$$
$$\varphi_д = \varphi_{ст} + \theta$$
$$\varphi_{1д} = \varphi_{1ст} - \theta$$

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 $\rho > 90^\circ$

$$\theta = 100^\circ - 90^\circ = 10^\circ$$
$$\varphi_{\text{д}} = 25^\circ + 10^\circ = 35^\circ$$
$$\varphi_{1\text{д}} = 20^\circ - 10^\circ = 10^\circ$$

4.3. Запишите ответ.

Пример записи ответа

Ответ: $\theta = 10^\circ$;
$\varphi_{\text{д}} = 35^\circ$;
$\varphi_{1\text{д}} = 10^\circ$.

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 $\rho > 90^o$ и $\rho < 90^o$ 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: $\varphi_д$, $\varphi_{ст}$, $\varphi_{1д}$, $\varphi_{1ст}$;

7) обозначить буквой θ углы, представляющие собой разницу между $\varphi_д$ 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 $\varphi_д$, $\varphi_{1д}$;

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 $\varphi_д$ 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.

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 $\varphi_д$ и $\varphi_{ст}$; $\varphi_{1д}$ и $\varphi_{1ст}$;

б) разницу между $\varphi_д$ и $\varphi_{ст}$; $\varphi_{1д}$ и $\varphi_{1ст}$.

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

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

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

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

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

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: $\varphi_д$, $\varphi_{ст}$, $\varphi_{1д}$, $\varphi_{1ст}$.
☐	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 $\varphi_д$ 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

1. Бородина Н.В. Теория резания металлов [Текст]: конспект лекций / Н.В.Бородина. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед ун-т», 2010. 131с.

2.Балашов В.М. Обработка резанием в машиностроении [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов. / В.М. Балашов Тверь: Изд-во Твер. гос. техн. ун-та, 2004.

3.Кожевников Д.В. Резание металлов [Текст]: учебник для студентов высших учеб. заведений / Д.В.Кожевников, С.В.Кирсанов. Под общ. редакцией С.В.Кирсанова. М.: Машиностроение, 2007. 304с.

4.Рыжкин А.А. Обработка материалов резанием [Текст] : учеб. пособие / А.А Рыжкин, К.Г.Шучев, М.М.Климов.- Ростов н/Д : Феникс, 2008, 2008, 411 с.

5.Солоненко В.Г. Резание металлов и режущие инструменты [Текст]: учеб.пособие для вузов / В.Г. Солоненко, А.А.Рыжкин.- 2 изд. –М.: Высшая школа, 2008. – 414 с.

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

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

1. $t = \frac{D-d}{2}$ [мм]

2. $S_{мин} = S_o \cdot n$ [мм/мин]

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

4. $\tau_м = \frac{l + \Delta_{вр} + \Delta_п}{S_{мин}}$ [мин]

5. $\gamma_в = \gamma_{ст} \pm \tau$ [град]

$\alpha_д = \alpha_{ст} \mp \tau$ [град]

$\tau = \arcsin\frac{2h}{D}$ [град]

6. $\varphi_д = \varphi_{ст} \pm \theta$ [град]

$\varphi_{1д} = \varphi_{1ст} \mp \theta$ [град]

$\theta = 90^\circ - \rho$, при $\rho < 90^\circ$ [град]

$\theta = \rho - 90^\circ$, при $\rho > 90^\circ$ [град]

7. $a = S_o \cdot \sin\varphi$ [мм]

8. $b = \frac{t}{\sin\varphi}$ [мм]

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

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

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

12. $N_e = P_z \cdot V$ [Вт]

13. $N_p = N_{дв} \cdot \eta$ [Вт]

14. $N_e \le N_p$

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

$\tau_м$ – 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

$\gamma_д$ и $\alpha_д$ – 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

$\varphi_д$ и $\varphi_{1д}$ – 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 неперпендикулярно оси центров станка), град

θ – угол между действительным и статическим положением оси резца (при установке резца неперпендикулярно оси центров станка), град

Элементы срезаемого слоя

a – толщина срезаемого слоя, мм

b – ширина срезаемого слоя, мм

$h_т$ – теоретическая высота микронеровностей обработанной поверхности, мкм.

Свойства обрабатываемого и инструментального материала

$\sigma_в$ – предел прочности (обрабатываемого) материала, МПа

HB – твердость (обрабатываемого) материала по Бриннелю

T^o – теплостойкость (инструментального) материала, ^oC

Физические явления

C – глубина наклепа, мм

K – коэффициент продольной усадки стружки

l_c – длина стружки, мм

$H_н$ – высота нароста, мкм

$h_д$ – 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/мм^2

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