

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

Кафедра «Оборудование и технологии обработки материалов»

**Оценочные материалы по дисциплине**

Б.1.3.1.1 «Процессы и операции формообразования»

направления подготовки

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»

профиль

«Технология машиностроения»

## Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Процессы и операции формообразования» должны сформироваться компетенции: ПК-1 и ПК-2.

### Критерии определения сформированности компетенций на различных уровнях их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ПК-1	Способен участвовать в разработке, осваивать на практике и внедрять оптимальные технологии и средства машиностроительных производств.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
ИД-7 <sub>ПК-1</sub> Способность участвовать в разработке, осваивать на практике и внедрять оптимальные технологии изготовления заготовок и полуфабрикатов машиностроительных производств	лекции, практические занятия, лабораторные работы самостоятельная работа	Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения зачёта и экзамена, тестовые задания

### Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	Знать: теоретические основы процесса резания материалов, относящиеся к кинематике и динамике обработки резанием. Уметь: использовать теоретические знания при разработке технологических процессов и проектировании режущих инструментов, а также при организации и техническом оснащении рабочих мест. Владеть навыками теоретического подхода к процессам резания и быстрого решения поставленных задач в данной области.
Повышенный (хорошо)	Знать: теоретические основы процесса резания материалов, относящиеся к кинематике и динамике обработки резанием. Уметь: использовать теоретические знания при разработке технологических процессов и проектировании режущих инструментов, а также при организации и техническом оснащении рабочих мест. Владеть навыками теоретического подхода к процессам резания и быстрого решения поставленных задач в данной области.
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	Знать: теоретические основы процесса резания материалов, относящиеся к кинематике и динамике обработки резанием. Уметь: использовать теоретические знания при разработке технологических процессов и проектировании режущих инструментов, а также при организации и техническом оснащении рабочих мест. Владеть навыками теоретического подхода к процессам резания и быстрого решения поставленных задач в данной области.

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ПК-2	Способен выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, в том числе с применением современных информационных ресурсов.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
ИД- 5 <sub>ПК-2</sub> Способность выбирать процессы и операции формообразования необходимые для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения с использованием современных информационных ресурсов	лекции, практические занятия, лабораторные работы самостоятельная работа	Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения зачёта и экзамена, тестовые задания

#### Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<p><b>Знать:</b> теоретические основы процесса резания материалов, относящиеся к кинематике и динамике обработки резанием</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать процессы и операции формообразования; использовать теоретические знания при разработке технологических процессов и проектировании режущих инструментов, а также при организации и техническом оснащении рабочих мест.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками выбора процессов и операции формообразования для конкретного случая обработки на основе рассчитанных значений действующих сил, температур и геометрических ограничений процесса обработки.</p>
Повышенный (хорошо)	<p><b>Знать:</b> теоретические основы процесса резания материалов, относящиеся к кинематике и динамике обработки резанием</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать процессы и операции формообразования; использовать теоретические знания при разработке технологических процессов и проектировании режущих инструментов, а также при организации и техническом оснащении рабочих мест.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками выбора процессов и операции формообразования для конкретного случая обработки на основе рассчитанных значений действующих сил, температур и геометрических ограничений процесса обработки.</p>
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	<p><b>Знать:</b> теоретические основы процесса резания материалов, относящиеся к кинематике и динамике обработки резанием</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать процессы и операции формообразования; использовать теоретические знания при разработке технологических процессов и проектировании режущих инструментов, а также при организации и техническом оснащении рабочих мест.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками выбора процессов и операции формообразования для конкретного случая обработки на основе рассчитанных значений действующих сил, температур и геометрических ограничений процесса обработки.</p>

## 2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО

### 2.1 Оценочные средства для текущего контроля Вопросы для устного опроса

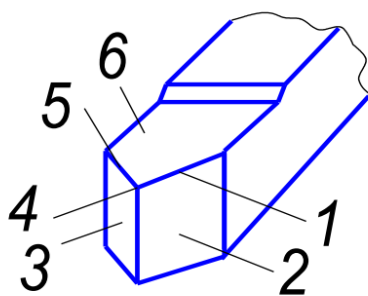
#### Тема 1. Введение.

Курс «Процессы и операции формообразования» как научная база для разработки вопросов технологии машиностроения, конструирования станков, приспособлений и режущих инструментов. Главные цели и задачи науки о резании. Основные этапы и перспективы развития науки о резании.

#### Тема 2. Кинематика процесса резания.

Общая схема резания. Условия и явления, сопровождающие процесс резания, их взаимосвязь. Основные технологические операции резания. Виды движения, их назначения и роль в процессе резания. Количественные характеристики движений при различных видах обработки. Важнейшие геометрические элементы заготовки: основные поверхности, снимаемый слой, глубина резания.

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 ( $V$ ).
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.

#### Тема 3. Единая геометрия режущих инструментов.

Основные части режущего инструмента. Поверхности и координаты плоскости, определяющие геометрию инструмента: основная плоскость, плоскость резания и главная секущая плоскость. Нормальная секущая плоскость.

Углы режущего инструмента, их определение и назначение. Основные геометрические соотношения и конструктивные особенности различных видов инструментов, изменение углов в процессе резания.

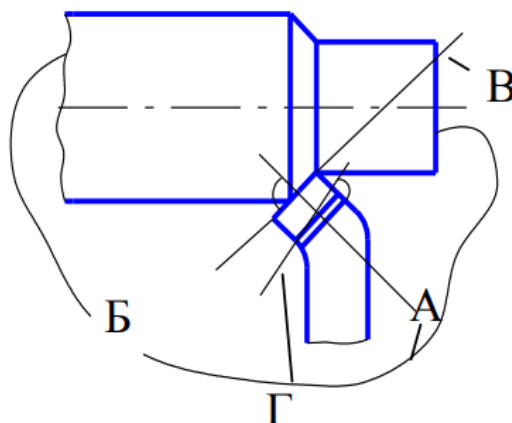
Выбор углов в зависимости от обрабатываемого и инструментального материалов, режимов резания и других условий обработки.

1. Дайте определение следующим углам токарного проходного резца:

- главный передний угол ( $\gamma$ );
- главный задний угол ( $\alpha$ );
- угол заострения ( $\delta$ );
- угол резания ( $\beta$ );
- главный угол в плане ( $\varphi$ );
- вспомогательный угол в плане ( $\varphi_1$ );
- угол при вершине ( $\xi$ );
- угол наклона главной режущей кромки ( $\lambda$ ).

2. Дайте определения координатным плоскостям:

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



Найдите эти плоскости на рисунке.

#### Тема 4. Элементы режима резания.

Сечение среза при различных технологических операциях: ширина и толщина среза. Номинальное и действительное сечение среза. Остаточные гребешки и чистота обработки. Суммарная площадь сечения среза при многолезвийной обработке. Условие равномерного фрезерования.

Процесс стружкообразования при резании. Виды стружки. Зависимость вида стружки от физико-механических свойств обрабатываемого материала, режимов резания и геометрия инструмента. Методы изучения процесса пластической деформации и стружкообразования. Угол сдвига и усадка стружки. Методы изучения усадки стружки. Влияние нароста на процесс резания и температуры в различных диапазонах скоростей.

1. Каков механизм процесса стружкообразования при резании металлов?
2. Что понимают под термином «условия резания»?
3. Что такое наклеп обработанной поверхности? Как зависит глубина наклепа от условий резания?
4. Что такое усадка стружки? Как зависит коэффициент усадки стружки от условий резания?
5. Что такое нарост? Каковы причины его образования?
6. Как зависит высота нароста от условий резания? Как влияет нарост на процесс резания?

### **Тема 5. Деформированное и напряженное состояние зоны резания. Силы резания.**

Распределение нормальных сил и сил трения на площади контакта резца со стружкой. Силы трения на задней поверхности инструмента. Остаточные напряжения в изделиях после резания. Окружная и нормальная силы, как результат суммирования сил, действующих на поверхности инструмента. Коэффициент трения на передней поверхности инструмента. Тангенциальная составляющая сил резания. Составляющие усилия резания при точении. Момент резания при сверлении. Силы резания при работе прямозубой цилиндрической фрезой и фрезой с винтовыми зубьями. Средний момент и средняя мощность при работе прямозубой цилиндрической фрезой. Силы резания при торцевом фрезеровании. Силы резания при протягивании. Экспериментальные методы определения сил резания. Динамометры. Планирование и обработка результатов экспериментов при резании. Влияние вынужденных колебаний и автоколебаний на основные характеристики процесса резания.

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 составляющие 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?

## **Тема 6. Износ и затупление инструмента. Виды износа инструмента.**

Основные критерии затупления инструмента. Критерии затупления инструмента, основанные на анализе точности обработки. Закон стойкости-скорости. Экономический критерий стойкости. Закон стойкости-скорости, его практическое использование.

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)?

## **Тема 7. Шлифование.**

Основные характеристики шлифовальных инструментов. Шлифующие материалы. Элементы режима резания при плоском и круглом шлифовании. Размеры среза, приходящиеся на одно звено шлифовального круга. Силы резания при шлифовании. Охлаждение шлифовальных кругов.

- 1 В чем сущность процесса резания при шлифовании?
- 2 Чем отличается механизм образования шлифованной поверхности от фрезерованной?
- 3 Какие характерные особенности содержит процесс шлифования?
- 4 Какие движения подачи используются при различных видах шлифования?
- 5 По какой зависимости можно определить мощность шлифования?
- 6 Назовите виды колебаний технологической системы.

## Практические задания для текущего контроля

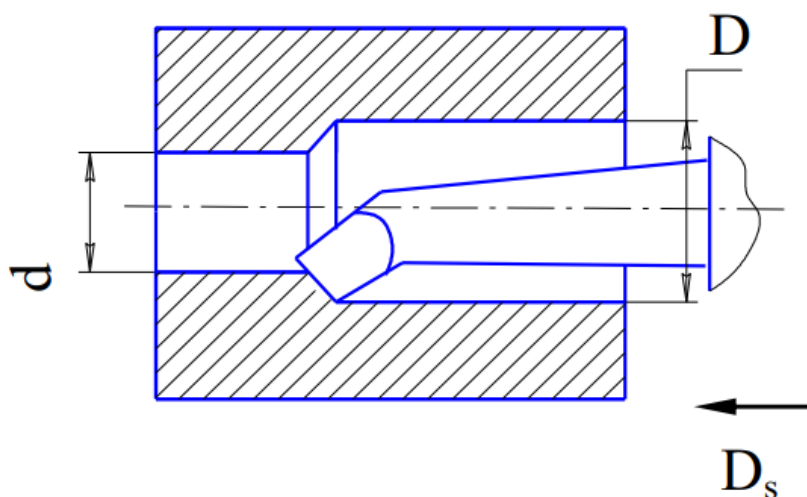
### Тема 2. Кинематика процесса резания.

Виды движения, их назначения и роль в процессе резания Количественные характеристики движений при различных видах обработки.

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

№ 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

**Задача 2.** Определите глубину резания  $t$ , скорость резания  $V$  и минутную подачу  $S_{\text{мин}}$  при растачивании за один проход отверстия от диаметра  $d$  до диаметра  $D$  с частотой вращения шпинделя  $n$  об/мин, подача резца за один оборот шпинделя  $S_0$ . Исходные данные приведены в таблице 1.2.

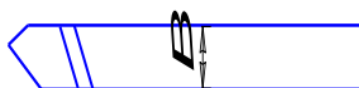
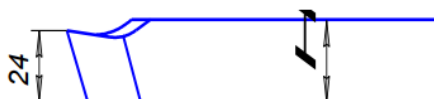


№ варианта	d, мм	D, мм	n, об/мм	S, мм/об
1	2	3	4	5
1	38	42	315	0,57
2	60	66	315	0,28
3	35	40	160	0,43
4	30	35	630	0,12
5	65	70	125	0,64
6	40	45	400	0,3
7	55	60	200	0,43
8	24	30	200	0,17
9	55	60	200	0,43
10	95	100	160	0,33
11	22	30	1250	0,18
12	20	25	860	0,11
13	50	60	500	0,24
14	62	70	630	0,43
15	68	85	400	0,61

### Тема 3. Единая геометрия режущих инструментов.

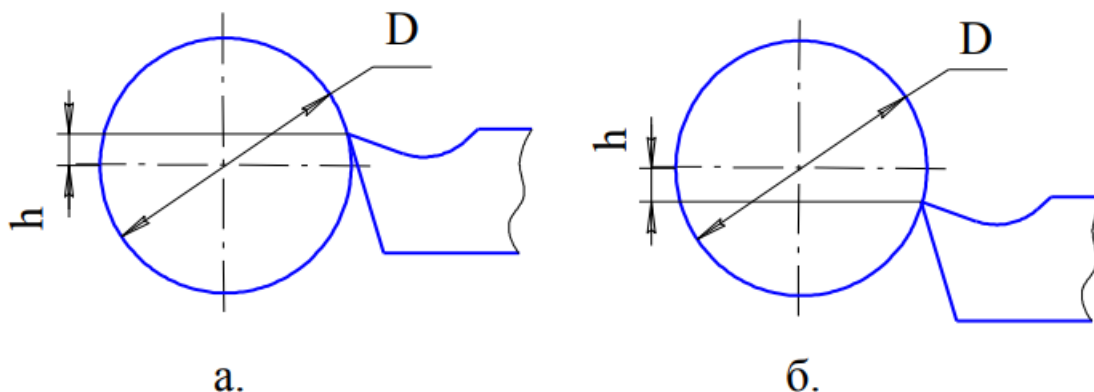
Углы режущего инструмента, их определение и назначение.

Задача 3. 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.



№ варианта	$\varphi^\circ$	$\varphi_1^\circ$	$\gamma^\circ$	$\alpha^\circ$	$\gamma_1^\circ$	$\alpha_1^\circ$	HxB, мм <sup>2</sup> (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

Задача 4. 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  $\alpha_{ст}$ ,  $\gamma_{ст}$ . Выполните эскиз установки резца с указанием статических и действительных углов.

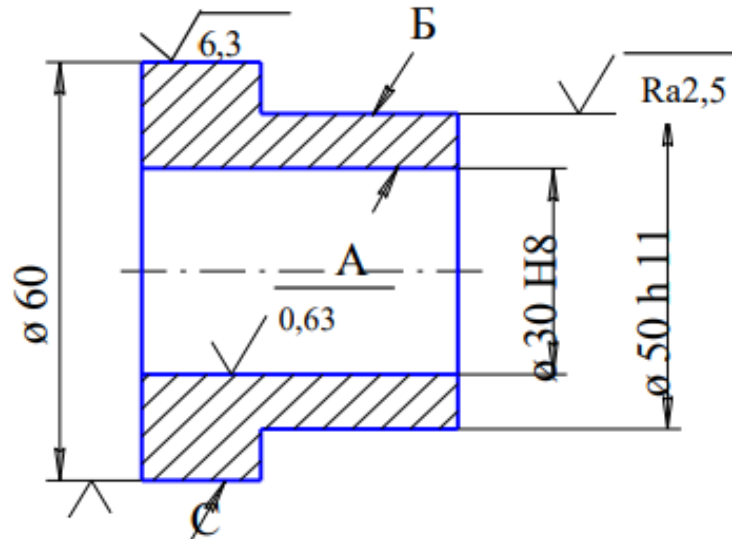


№ варианта	Установка резца (см. рисунок 1.11)	$h$ , мм	$D$ , мм	$\alpha_{ст}^\circ$	$\gamma_{ст}^\circ$
1	а	0,8	30	8	15
2	б	1,2	40	10	12
3	а	0,6	39	12	15
4	б	1,0	28	10	14
5	а	0,5	35	5	16
6	б	0,5	30	6	8
7	а	2,0	34	8	12
8	б	2,2	32	12	10
9	а	0,5	38	6	15
10	б	1,8	35	10	15

Задача 5. 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  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\varphi$  и  $\varphi_1$ . Подача на оборот шпинделя –  $S_0$  мм/об.

№ варианта	$D$ , мм	$d$ , мм	$V$ , м/мин	$\alpha^\circ$	$\gamma^\circ$	$\varphi^\circ$	$\varphi_1^\circ$	$S_0$ , мм/об
1	33	32	120	8	8	45	10	0,34
2	45	40	110	8	20	60	15	0,64
3	30	25	140	10	10	30	40	0,26
4	100	94	90	6	12	90	20	0,14
5	45	35	70	12	15	70	30	0,57
6	56	46	80	15	20	60	10	0,28
7	84	68	60	10	25	45	15	0,43
8	42	38	100	6	12	30	15	0,12
9	66	60	110	8	20	20	20	0,64
10	40	35	75	10	10	90	30	0,3

Задача 6. Требования к шероховатости поверхностей втулки представлены на чертеже втулки (рис. 3.4). Обработка поверхностей А, Б, С проводится резцом с геометрическими параметрами  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\varphi$ ,  $\varphi_1$ ,  $r$  (радиус при вершине) в следующем режиме резания: глубина резания –  $t$  мм; подача –  $S_0$  мм/об; скорость резания –  $V$  м/мин. В результате обработки шероховатость поверхностей составила  $R_a$  мкм. Почему не достигнута требуемая шероховатость? Предложите ваш вариант обработки/



№ варианта	Обрабатываемая поверхность	Обрабатываемый материал	Режимы резания			Инструмент						$R_a$ , мкм
			$t$ , мм	$S$ , мм/об	$n$ , об/мин	Материал режущей части	Геометрия					
							$\alpha^\circ$	$\gamma^\circ$	$\varphi^\circ$	$\varphi_1^\circ$	$r$ , мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	А	Сталь 60Г $\sigma_B = 700$ МПа	0,5	0,12	63	T30K4	6	12	45	10	1,2	1,25
2	Б		1,0	0,4	50	T15K6	12	15	45	20	1,0	5
3	С		2,5	0,6	40	T5K10	10	15	45	45	2,5	10
4	А	Сталь 60 $\sigma_B = 800$ МПа	0,3	0,15	32	T30K4	15	15	45	20	2,0	1,25
5	Б		0,5	0,2	80	T15K6	8	15	45	8	0,8	5
6	С		2,0	0,6	50	T5K10	8	10	45	10	1,0	10
7	А		0,5	0,12	80	T30K4	12	10	45	45	1,2	1,25
8	Б	Сталь 20 $\sigma_B = 400$ МПа	0,5	0,35	20	T15K6	12	10	45	20	2,4	4
9	С		1,0	0,25	63	T15K6	12	15	45	10	0,4	10
10	А		0,5	0,3	100	T15K6	15	15	45	20	1	5

## Тема 7. Шлифование.

Элементы режима резания при плоском и круглом шлифовании.

**Задача 95.** На круглошлифовальном станке 3М131 шлифуется шейка вала диаметром  $d_d$  и длиной  $l$ ; длина вала  $l_1$ . Припуск на сторону  $h$  (табл. 139).

Необходимо: выбрать шлифовальный круг; назначить режим резания; определить основное время.

№ варианта	Материал заготовки — сталь	Обработка и параметр шероховатости поверхности, мкм	$d_3$	$l$	$l_1$	$h$	Шлифование
1	У7А закаленная, HRC 60	Окончательная, $Ra=1$	60	350	410	0,22	С продольной подачей на проход
2	40X закаленная, HRC52	Окончательная, $Ra=0,5$	55	20	140	0,15	С радиальной подачей
3	Ст5 незакаленная	Предварительная, $Ra=2$	90	400	600	0,25	С продольной подачей на проход
4	45X закаленная, HRC 45	Окончательная, $Ra=1$	75	50	350	0,18	С радиальной подачей
5	40 закаленная, HRC 35		100	380	700	0,25	С продольной подачей на проход
6	35 незакаленная	Предварительная, $Ra=2$	80	300	550		
7	45ХН закаленная, HRC 42	Окончательная, $Ra=0,5$	50	35	285	0,2	С продольной подачей на проход
8	40 незакаленная	Окончательная, $Ra=1$	45	270	320	0,2	
9		Предварительная, $Ra=2$	120	500	750	0,2	
10	40ХНМА закаленная, HRC 55	Окончательная, $Ra=0,5$	65	240	300	0,2	

**Задача 98.** Составить технологический процесс заточки и доводки токарного проходного резца по ГОСТ 18878—73\* (табл. 151). Припуск на заточку  $h_3$  и на доводку —  $h_д$ .

Выбрать характеристику шлифовальных кругов, назначить режимы резания, определить основное время, габаритные размеры пластин из твердого сплава выбирать по ГОСТ 17163—82.

№ варианта	Сечение корпуса резца	Форма передней поверхности	$h_3$	$h_д$
			мм	
1	40×40	Плоская с положительным передним углом и лункой $R = 2$ мм и $l = 15$ мм для стружкозавивания	0,8	0,05
2	50×32	Криволинейная $R = 6$ мм с отрицательной фаской $f = 1,5$ мм		0,06
3	40×40	Плоская с отрицательной фаской $f = 1$ мм	0,7	0,05
4	32×20	Плоская с положительным передним углом	0,6	0,03
5	20×20	Плоская с положительным передним углом	0,3	0,02
6	25×16	Плоская с отрицательной фаской $f = 2$ мм	0,4	0,04
7	25×25	Плоская с отрицательной фаской $f = 1$ мм		0,05
8	32×20	Криволинейная $R = 10$ мм с отрицательной фаской $f = 0,5$ мм	0,6	
9	32×32	Плоская с отрицательным передним углом и лункой $R = 2$ мм и $l = 8$ мм для стружкозавивания	0,8	0,03
10	40×25	Плоская с отрицательным передним углом	0,4	0,03

**Задача 97.** На плоскошлифовальном станке ЗП722 с прямоугольным столом шлифуется плоская поверхность заготовки прямоугольной формы шириной  $B$  и длиной  $l$ ; высота детали  $h_1$ . Припуск на сторону  $h$ . На магнитном столе станка установлено  $q$  заготовок (табл. 141). Необходимо: выбрать шлифовальный круг; назначить режим резания, определить основное время.

№ варианта	Материал заготовки	Ra, МкМ	B	l	h <sub>1</sub>	h	q	Способ расположения заготовок на столе станка
			мм					
1	Сталь Ст5 незакаленная	1,25	230	700	25 <sub>-0,06</sub>	0,5	1	—
2	Серый чугун СЧ 30, HB 220		250	400	50 <sub>-0,05</sub>	0,45	2	В один ряд
3	Сталь 45 ХН закаленная, HRC 52	0,63	110	150	20 <sub>-0,02</sub>	0,25	12	В два ряда по шесть заготовок в ряду
4	Серый чугун СЧ 15, HB 190	1,25	200	300	45 <sub>-0,05</sub>	0,4	3	В один ряд
5	Сталь 45X закаленная, HRC40	0,63	140	180	30 <sub>-0,03</sub>	0,35	10	В два ряда по пять заготовок в ряду
6	Сталь 35 незакаленная	1,25	120	270	22 <sub>-0,05</sub>	0,30	6	В два ряда по три заготовки в ряду
7	Серый чугун СЧ 10, HB 170		280	650	60 <sub>-0,07</sub>	0,5	1	—
8	Сталь У7А закаленная, HRC 55	0,63	55	150	10 <sub>-0,02</sub>	0,2	30	В пять рядов по шесть заготовок в ряду
9	Сталь 45 незакаленная	1,25	60	600	15 <sub>-0,05</sub>	0,3	5	В пять рядов по одной заготовке в ряду
10	Сталь 40 закаленная, HRC 35	0,63	45	280	12 <sub>-0,03</sub>	0,25	18	В шесть рядов по три заготовки в ряду

## **Методические указания к лабораторным работам.**

### **Тема 4. Элементы режима резания.**

### **Тема 5. Деформированное и напряженное состояние зоны резания. Силы резания.**

1. **Стекольников М.В.** Экспериментальные исследования процессов резания: Методические указания к лабораторным работам по курсу «Процессы и операции формообразования» – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2022. – 32 с.

### **Тема 6. Износ и затупление инструмента. Виды износа инструмента.**

1. **Стекольников М.В.** Моделирование теплофизических процессов при резании: Методические указания к практическим работам по курсу «Процессы и операции формообразования» – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2022. – 16 с.

## 2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля<sup>4</sup>

### Вопросы к зачету

1. Кинематика процесса резания / точение, фрезерование, строгание, протягивание, шлифование/. Количественная характеристика движений.

2. Основные плоскости и поверхности, ориентирующие процесс резания в пространстве / показать на примерах работы отрезанным резцом, фрезой и круглой протяжкой/.

3. Прямоугольное и косоугольное резание. Положение основной плоскости и плоскости резания для различных точек кромки резца при косоугольном свободном резании.

4. Переменность углов режущего инструмента в зависимости от установки его / показать на примерах свободного точения и торцевого фрезерования сборной фрезой/.

5. Нормальная и главная секущая плоскости. Соотношение между углами резца, измеренными в этих плоскостях.

6. Геометрия режущего клина. Резцы с двойной и с укороченной передней поверхностью.

7. Вывод формулы для расчета переднего угла спирального сверла в различных точках режущей кромки.

8. Элементы режима резания при точении. Номинальное и остаточное сечение среза. Вывод формулы для расчета высоты неровностей на обработанной поверхности при работе инструментом без радиуса закругления между кромками в плане.

9. Элементы сечения среза и высота неровностей при работе резцом с радиусной режущей кромкой.

10. Элементы сечения среза при работе цилиндрической прямозубой фрезой. Суммарное мгновенное сечение среза.

11. Элементы режима резания и сечение среза при работе цилиндрической фрезой с винтовым зубом. Суммарное мгновенное сечение среза.

12. Условие равномерного фрезерования. Показать, что при равномерном фрезеровании мгновенное суммарное сечение среза не меняется. Практические пути осуществления равномерного фрезерования.

13. Методы изучения напряжений и деформаций в зоне резания. Виды стружек.

14. Вывод формулы, описывающей связь между усадкой стружки, углом сдвига и передним углом резца.

15. Расчет относительного сдвига при стружкообразовании.

16. Усадка стружки, ее определение. Нарост на резце и его влияние на процесс резания и температуры в различных диапазонах скоростей.

17. Распределение нормальных сил и сил трения на площадке контакта резца со стружкой. Вывод формулы для расчета силы трения между стружкой и резцом при законе распределения, состоящем из двух участков (внутреннего и внешнего трения).

18. Вывод формулы для расчета силы трения между стружкой и резцом в случае, когда распределение удельных сил, описывается законом нормального распределения.

19. Силы трения на задней поверхности инструмента. Остаточное напряжения в изделиях после резания.

20. Силы  $P_x$  и  $P_y$ , как результат суммирования сил, действующих на поверхностях резца.

21. Коэффициент трения на передней поверхности инструмента.

22. Причины затягивания инструмента в изделие при точении пластмасс и рассверливании отверстий. Пути устранения этих явлений.

23. Вывод формулы для тангенциальной составляющей силы резания, при рассмотрении процесса резания, как процесса сдвига.

24. Составляющие усилия резания при точении. Экспериментальные формулы для расчета сил. Резцы с креплением пластин силами резания.

25. Вывод формулы для расчета момента резания при сверлении.

26. Силы резания при работе прямозубой цилиндрической фрезой.

27. Показать, что при равномерном фрезеровании окружная суммарная сила не зависит от положения зубьев фрезы.

28. Вывод формулы для расчета среднего момента и средней мощности при работе цилиндрической прямозубой фрезой.

29. Окружная мгновенная и суммарная сила резания при работе цилиндрической фрезой с винтовым зубом.

30. Расчет силы резания при торцевом фрезеровании.

31. Расчет сил резания при протягивании.

32. Экспериментальные методы определения сил резания. Виды динамометров.

33. Критерии затупления инструмента. Вывод формулы для предельной величины износа инструмента исходя из заданной точности изделия.

34. Критерий затупления инструмента, основанный на анализе себестоимости операций.

35. Закон стойкости-скорости и его практическое использование.

36. Основные характеристики шлифовальных инструментов. Шлифовальные инструменты.

37. Элементы режима резания при круглом и плоском шлифовании.

38. Наибольшая толщина среза, приходящаяся на одно зерно шлифовального круга.

39. Вывод формулы для расчета количества (числа) работающих зерен при шлифовании.

40. Силы резания при шлифовании. Охлаждение шлифовальных кругов.

Оценивание результатов обучения в форме уровня сформированности элементов компетенций проводится путем контроля во время промежуточной аттестации в форме зачета:

а) оценка «зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) сформированы на базовом уровне;

б) оценка «не зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) не сформированы.

Критерии, на основе которых выставляются оценки при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в табл. 1.

Оценки «Не зачтено» ставятся также в случаях, если обучающийся не приступал к выполнению задания, а также при обнаружении следующих нарушений:

- списывание;
- плагиат;
- фальсификация данных и результатов работы.

Таблица 1 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Двухбалльная шкала	Зачтено	Обучающийся ответил на теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала. Выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала
	Не зачтено	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов

## Вопросы к экзамену

Учебным планом не предусмотрен

## 2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

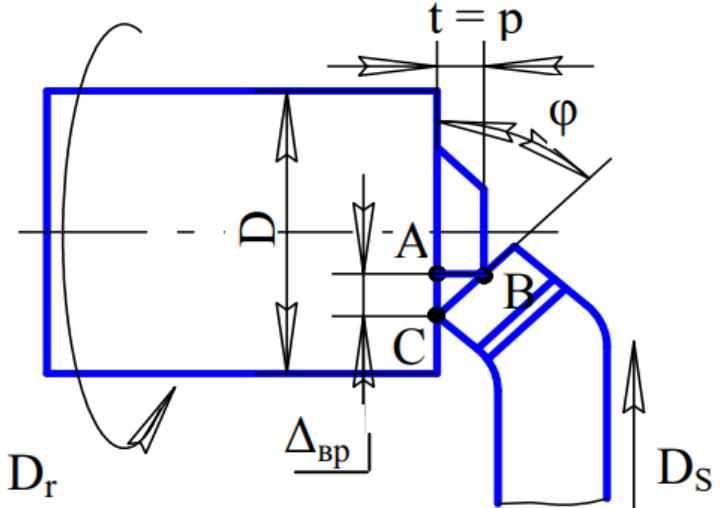
### ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ПРАКТИКЕ

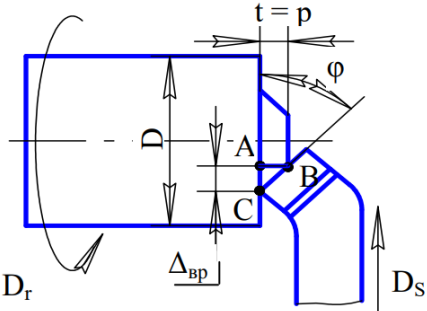
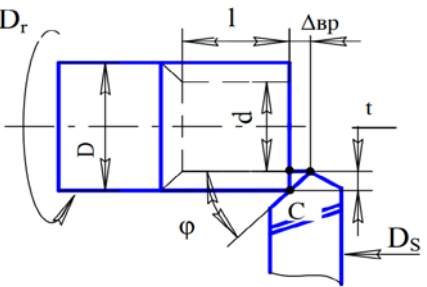
Компетенции:

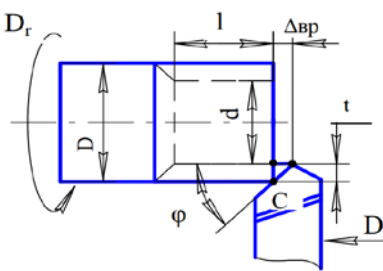
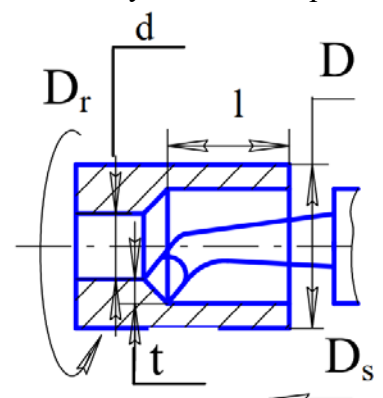
Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		Вопросы закрытого типа		
1.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.                      Конструктивным элементом режущей части любого режущего инструмента является режущий клин, ограниченный ...</p> <p>а) ... только передней поверхностью;                      б) ... передней и задней поверхностями;                      в) ... только задней поверхностью.</p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
2.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.                      Передняя поверхность режущего клина – это поверхность, ...</p> <p>а) ... обращенная к обрабатываемой поверхности заготовки;                      б) ... перпендикулярная плоскости резания;                      в) ... по которой сходит стружка.</p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
3.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.                      Задняя поверхность – это поверхность, ...</p> <p>а) ... обращенная к обрабатываемой поверхности заготовки;                      б) ... перпендикулярная плоскости резания;                      в) ... по которой сходит стружка.</p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
4.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.                      Главные углы резца рассматриваются ...</p> <p>а) ... в плоскости резания;                      б) ... в основной плоскости;                      в) ... в главной секущей плоскости.</p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>

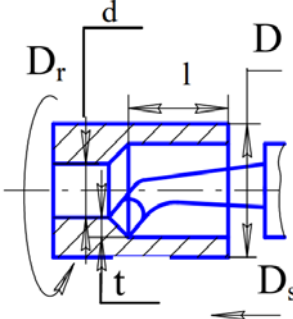
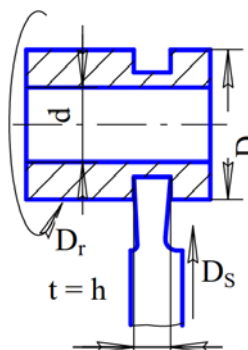
Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
5.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            В результате явления усадки, длина стружки при резании металлов оказывается ...</p> <p>а) ... больше длины обработанной поверхности;            б) ... равна длине обработанной поверхности;            в) ... меньше длины обработанной поверхности</p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
6.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            Величина коэффициента продольной усадки стружки ...</p> <p>а) ... <math>K &gt; 1</math>;            б) ... <math>K &lt; 1</math>;            в) ... <math>K = 1</math></p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
7.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            Силы, действующие на заготовку со стороны резца и на резец со стороны заготовки:</p> <p>а) равны между собой и направлены в одну сторону;            б) равны между собой и противоположны по направлению;            в) не равны между собой и направлены в одну сторону;            г) не равны между собой и противоположны по направлению.</p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
8.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            При увеличении предела прочности (<math>\sigma_B</math>) обрабатываемого материала силы <math>P_x</math>, <math>P_y</math>, <math>P_z</math></p> <p>...            а)... уменьшаются;            б)... увеличиваются;            в)... остаются неизменными</p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
9.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            При увеличении главного угла в плане (<math>\phi</math>) силы <math>P_z</math> и <math>P_y</math> ...</p> <p>а)... уменьшаются;            б)... увеличиваются;            в)... остаются неизменными</p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
10.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            При увеличении глубины резания (<math>t</math>) и подачи (<math>S</math>) силы <math>P_x, P_y, P_z</math>: ...</p> <p>а)... уменьшаются;            б)... увеличиваются;            в)... остаются неизменными</p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
11.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            При увеличении главного угла в плане (<math>\phi</math>) сила <math>P_x</math> ...</p> <p>а)... уменьшаются;            б)... увеличиваются;            в)... остаются неизменными</p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
12.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            С увеличением переднего угла (<math>\gamma</math>), величина сил <math>P_x, P_y, P_z</math>. ...</p> <p>а)... уменьшается;            б)... увеличивается;            в)... остается неизменной</p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
13.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            Возникающая в процессе резания теплота отводится ...</p> <p>а) ... резцом, заготовкой и окружающей средой;            б) ... заготовкой, стружкой, резцом, и окружающей средой;            в) ... стружкой, заготовкой и окружающей средой.</p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
14.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            Чем ниже теплопроводность обрабатываемого материала: ...</p> <p>а) тем менее интенсивен отвод тепла от зон его выделения в заготовку и стружку и тем ниже температура резания;            б) тем более интенсивен отвод тепла от зон его выделения в заготовку и стружку и тем выше температура резания;            в) тем менее интенсивен отвод тепла от зон его выделения в заготовку и стружку и</p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		тем выше температура резания.		
15.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            В наибольшей степени на изменение температуры резания влияет: ...</p> <p>а) ... глубина резания;            б) ... скорость резания;            в) ... подача.</p>	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
16.		<p>На схеме резания при подрезании торца заготовки направление движения подачи <math>D_S</math></p>  <p>а) продольное;            б) поперечное</p>	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
17.		<p>Глубина резания при подрезании торца заготовки определяется по формуле:</p>  <p>а) <math>t = p</math>;  б) <math>t = D / 2</math>.</p>	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
18.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.  Величина врезания резца при обтачивании ...</p>  <p>а) принимается произвольно;  б) следует из условия задачи;  в) рассчитывается в зависимости от величины <math>t</math>;  г) рассчитывается в зависимости от величины <math>t</math> и <math>\phi</math>.</p>	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
19.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            Общая длина пути, пройденного резцом при обтачивании детали:...</p>  <p>а) следует из условия задачи;            б) принимается произвольно;            в) рассчитывается с учетом врезания и перебега.</p>	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
20.		<p>На схеме резания при растачивании буквой D изображают:</p>  <p>а) диаметр обрабатываемой поверхности;            б) диаметр обработанной поверхности.</p>	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>

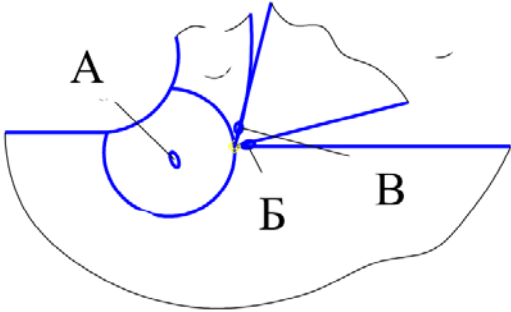
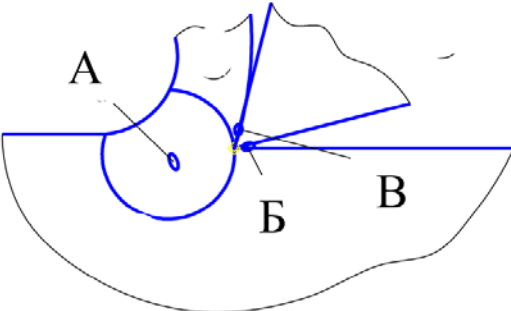
Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
21.		<p>При растачивании направление движения подачи <math>D_s</math>:</p>  <p>а) продольное; б) поперечное</p>	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
22.		<p>Длина поверхности, которую проходит резец при отрезании кольца от трубы с наружным диаметром <math>D</math> и внутренним диаметром <math>d</math>, равна:</p>  <p>а) <math>D - d</math>; б) <math>(D - d) / 2</math>; в) <math>D / 2</math></p>	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>

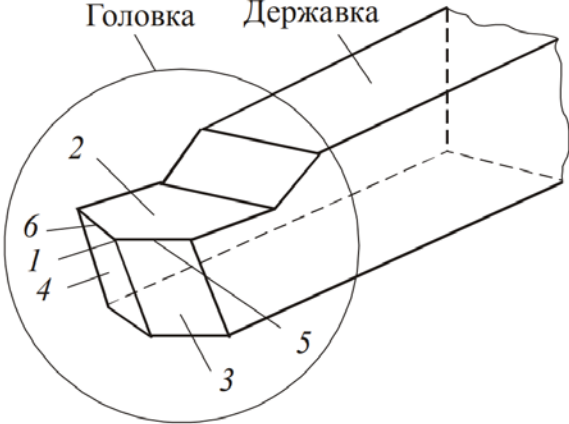
Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
23.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            Построение сечений токарного прямого проходного резца выполняют ...</p> <p>а) в произвольных плоскостях;            б) в плоскостях, перпендикулярных главной и вспомогательной режущим кромкам.</p>	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
24.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            След плоскости резания изображают ...</p> <p>а) перпендикулярно главной режущей кромке резца;            б) параллельно главной режущей кромке резца;            в) совпадающим с главной режущей кромкой резца.</p>	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
25.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            Главная секущая плоскость располагается ...</p> <p>а) перпендикулярно главной режущей кромке резца;            б) под произвольным углом к главной режущей кромке резца;            в) параллельно главной режущей кромке резца.</p>	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
26.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            След основной плоскости изображают перпендикулярно ...</p> <p>а) плоскости резания;            б) главной секущей плоскости;            в) вспомогательной секущей плоскости.</p>	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
27.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            Величину заднего угла откладывают относительно ...</p> <p>а) следа плоскости резания;            б) следа секущей плоскости;            в) перпендикуляра к плоскости резания.</p>	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
28.		<p>Выберите правильный вариант продолжения фразы.            Токарный проходной резец с отогнутой головкой имеет ...</p>	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>

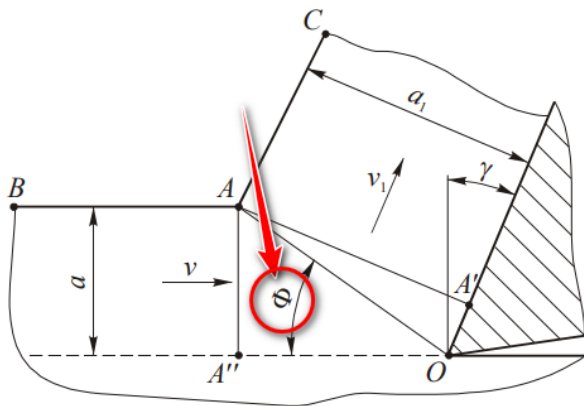

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		а) одну вершину, две режущие кромки, одну заднюю вспомогательную поверхности; б) две вершины, три режущие кромки, две задние вспомогательные поверхности; в) одну вершину, две режущие кромки, две задние вспомогательные поверхности		
29.		Выберите правильный вариант продолжения фразы. Величину главного переднего угла откладывают относительно ... а) следа плоскости резания; б) следа секущей плоскости; в) перпендикуляра к плоскости резания.	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
30.		Выберите правильный вариант продолжения фразы. След действительной плоскости резания изображают ... а) совпадающим с радиусом, проведенным из центра окружности обрабатываемой поверхности детали; б) параллельно радиусу, проведенному из центра сечения обработанной детали; в) перпендикулярно радиусу, проведенному из центра сечения обработанной детали.	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
		Вопросы открытого типа		
31.		Заполните пропущенные слова в предложении:  Режущая кромка образуется пересечением ... и задней поверхностей.	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
32.		Заполните пропущенные слова в предложении:  Плоскость резания является касательной к ... обрабатываемой заготовки, перпендикулярна основной плоскости и проходит через главную режущую кромку резца.	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
33.		Заполните пропущенные слова в предложении: Главная секущая плоскость перпендикулярна ... режущей кромке резца.	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
34.		Заполните пропущенные слова в предложении: Главный передний угол расположен между передней поверхностью резца и ...	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
35.		Заполните пропущенные слова в предложении: Главный задний угол расположен между задней поверхностью резца и ...	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
36.		Заполните пропущенные слова в предложении: Сумма углов в плане ( $\varphi + \varphi_1 + \varepsilon$ ) составляет ... градусов.	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
37.		Заполните пропущенные слова в предложении: Сумма главных углов резца ( $\alpha + \beta + \gamma$ ) составляет ... градусов.	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
38.		Заполните пропущенные слова в предложении: С увеличением переднего угла режущего клина величина усадки стружки (К) ...	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
39.		Заполните пропущенные слова в предложении: С увеличением вязкости обрабатываемого материала, величина усадки стружки (К) ...	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
40.		Заполните пропущенные слова в предложении: При обработке хрупких материалов с увеличением скорости резания величина усадки стружки (К) ...	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
41.		Заполните пропущенные слова в предложении: Работа тензометрического датчика основана на способности металлического проводника изменять свое ... при деформации.	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
42.		Заполните пропущенные слова в предложении: Сила $P_z$ называется ... силой, действует на резец в направлении скорости резания.	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
43.		Заполните пропущенные слова в предложении: Сила $P_y$ называется ... силой, стремится оттолкнуть резец от заготовки.	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
44.		<p>Какой буквой обозначен на рисунке источник, в результате действия которого выделяется теплота, возникающая в результате работы сил деформации</p> 	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
45.		<p>Какой буквой обозначен на рисунке источник, в результате действия которого выделяется теплота, возникающая в результате работы сил трения по передней поверхности инструмента</p> 	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
46.		<p>Под каким номером на рисунке показана передняя поверхность резца?</p> 	ПК-1	ИД-7 <sub>ПК-1</sub>
47.		Под каким номером на рисунке (см.вопрос 46) показана главная режущая кромка резца?	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
48.		Под каким номером на рисунке (см.вопрос 46) показана вспомогательная задняя поверхность резца?	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
49.		Под каким номером на рисунке (см.вопрос 46) показана вершина резца?	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
50.		Под каким номером на рисунке (см.вопрос 46) показана вспомогательная режущая кромка резца?	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
51.		<p>Как называется указанный на рисунке параметр (Φ)?</p> 	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
52.		<p>Как называется указанный в формуле параметр (K)?</p> $\Phi = \arctg \left( \frac{\cos \gamma}{K - \sin \gamma} \right)$ 	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
53.		<p>Заполните пропущенные слова в предложении:</p> <p>Между передней поверхностью резца и перпендикуляром к плоскости резания расположен ... угол.</p>	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
54.		Заполните пропущенные слова в предложении: Между главной задней поверхностью и плоскостью резания расположен ... угол.	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
55.		Заполните пропущенные слова в предложении: Главный угол в плане находится между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и ...	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
56.		Заполните пропущенные слова в предложении: С увеличением угла в плане $\phi$ площадь номинального сечения среза: ...	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
57.		Заполните пропущенные слова в предложении: Сечение срезаемого слоя при точении рассматривается в плоскости расположенной ... оси заготовки.	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
58.		Заполните пропущенные слова в предложении: Стружкообразование при резании металлов является следствием: ... деформации.	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
59.		Заполните пропущенные слова в предложении: Явление наклепа при резании металлов представляет собой ... поверхностного слоя заготовки.	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
60.		В процессе резания контактные площадки на передней и задней поверхностях режущего клина непрерывно изнашиваются в результате работы ... .	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
61.		Заполните пропущенные слова в предложении: Износ режущего клина выражается в том, что на передней поверхности образуется ... .	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
62.		Заполните пропущенные слова в предложении: Износ режущего клина выражается в том, что на задней поверхности образуется ... .	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
63.		Заполните пропущенные слова в предложении: Режущая кромка образуется пересечением ... и задней поверхностей.	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>
64.		Заполните пропущенные слова в предложении: Плоскость резания является касательной к ... обрабатываемой заготовки, перпендикулярна основной плоскости и проходит через главную режущую кромку резца.	ПК-2	ИД-5 <sub>ПК-2</sub>