



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ПИ (филиал) ДГТУ в г. Таганроге  
Кафедра «Машиностроение»

**Методические указания  
по выполнению контрольной  
работы  
по дисциплине**

**«Режущий инструмент»**

Автор  
Толмачёва Л.В.



Ростов-на-Дону, 2026

## Аннотация

Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Режущий инструмент» предназначены для обучающихся очной и заочной форм обучения по направлению подготовки: 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

## Автор

канд. тех. наук, доцент кафедры «Машиностроение»  
Толмачёва Л.В.



## Оглавление

Введение.....	4
1 Цели выполнения контрольной работы.....	4
2 Принцип выбора варианта контрольной работы.....	5
3 Задания для контрольной работы по вариантам.....	5
3.1 Теоретические вопросы.....	7
3.2 Задания для решения задач по вариантам.....	13
3.3 Пример расчета метчика.....	13
4 Примеры тестовых заданий по темам.....	22
Перечень использованных информационных ресурсов.....	27
Приложения.....	28

## Введение

Дисциплина «Режущий инструмент» имеет целью ознакомление обучающихся с основами конструирования объектов инструментальной техники и применения типовых и стандартных конструкций режущего инструмента в современном автоматизированном производстве. Дисциплина охватывает в основном наиболее применяемый инструмент общего назначения. Большое место отводится общим принципам, теоретическим и методологическим положениям проектирования инструментов, овладение которыми позволяет грамотно выбирать, проектировать новые или совершенствовать известные инструменты.

Дисциплина направлена на создание предпосылок к подготовке высококвалифицированных специалистов, знакомых с основополагающими методологическими и организационно-техническими принципами, а также инженерными методами, позволяющими им производить анализ проблем инструментального обеспечения процессов формообразования поверхностей резанием, осуществлять постановку и решение конкретных задач, связанных с применением типового и специального режущего инструмента, с учетом современных достижений в этой области, принимать технические решения и реализовывать их.

### 1 Цель выполнения контрольной работы

Задачей дисциплины «Режущий инструмент» является представление в логически последовательном виде основных проблем применения и конструирования объектов инструментальной техники, предназначенных для обеспечения технологических процессов обработки материалов резанием в современном автоматизированном производстве. Основная форма учебной работы обучающихся заочной формы обучения – самостоятельное изучение материала дисциплины на основании программы и рекомендуемого перечня информационных ресурсов. После изучения дисциплины студенты выполняют контрольные работы. Учебным планом

предусмотрена одна контрольная работа по дисциплине «Режущий инструмент».

## 2 Принцип выбора варианта контрольной работы

Контрольная работа включает ответы на 3 теоретических вопроса и решение одной задачи. Номера теоретических вопросов для контрольной работы выбираются по соответствующим двум последним цифрам зачетной книжки (таблица 1). Вариант данных для решения задачи выбирается по последней цифре номера зачётной книжки (таблица 2). Контрольная работа выполняется на листах формата А-4 с рамкой, шрифт TaimcNew Roman – 14, интервал одинарный, титульный лист, в соответствии с Правилами оформления письменных работ, обучающихся № 282 от 18.12.2025.

Контрольная работа сдается на проверку преподавателю до начала сессии. Во время сессии студенты слушают лекции по курсу «Режущий инструмент» выполняют лабораторно-практические работы. Их количество и тематика определяются на основании учебного плана для соответствующей специальности. Итоговый контроль знаний по дисциплине «Режущий инструмент» проводится в форме зачета. Для допуска к зачету необходимо выполнить и защитить лабораторно-практические работы и получить «Зачтено» по контрольной работе.

## 3 Задания для контрольной работы по вариантам

Таблица 1– Варианты теоретических вопросов контрольной работы по дисциплине «Режущий инструмент»

Последняя цифра	Предпоследняя цифра				
	1	2	3	4	5
1	1, 35, 83,	2, 36, 84	3, 37, 85	4, 38, 86	5, 39, 87
2	11, 45, 93	12, 46, 94	13, 47, 95	14, 48, 96	15, 49, 97

## Режущий инструмент

3	21, 55, 103	22, 56, 104	23, 57, 105	24, 58, 106	25, 59, 101
4	31, 65, 99	32, 66, 108	33, 67, 101	34, 68, 102	1, 69, 103
5	7, 75, 21	8, 76, 22	9, 77, 23	10, 78, 24	11, 79, 25
6	17, 37, 80	18, 38, 81,	19, 39, 82	20, 40, 68	21, 41, 76
7	27, 47, 83	28, 48, 84	29, 49, 85	30, 50, 86	31, 51, 87
8	3, 57, 90	4, 58, 91	5, 59, 92	6, 60, 93	7, 61, 94
9	13, 67, 101	14, 68, 102	15, 69, 103	16, 70, 104	17, 71, 105
0	23, 77, 98	34, 78, 101	25, 79, 102	26, 80, 103	27, 81, 106
Послед- няя цифра	Предпоследняя цифра				
	6	7	8	9	0
1	6, 40, 88	7, 41, 89	8, 42, 90	9, 43, 91	10, 44, 92
2	16, 50, 98	17, 51, 99	18, 52, 100	19, 53, 101	20, 54, 102
3	26, 60, 103	27, 61, 105	28, 62, 107	29, 63, 95	30, 64, 92
4	2, 70, 89	3, 71, 86	4, 72, 89	5, 73, 99	6, 74, 98
5	12, 80, 100	13, 81, 97	14, 82, 96	15, 35, 91	16, 36, 92

## Режущий инструмент

6	22, 42, 85	23, 86, 94	24, 44, 87	25, 45, 88,	26, 46, 89
7	32, 52, 88	33, 53, 88	34, 54, 90	1, 55, 105	2, 56, 101
8	8, 62, 95	9, 63, 96	10, 64, 97	11, 65, 98	12, 66, 99
9	18, 72, 106	19, 73, 87	20, 74, 103	21, 75, 104	22, 76, 105
0	28, 56, 101	29, 57, 105	30, 58, 96	31, 59, 105	32, 60, 100

### 3.1 Теоретические вопросы

1. Классификация токарных резцов. Виды токарных резцов. Назначение.
2. Револьверно-автоматные резцы. Резцы для продольного точения.
3. Резцы для прорезных и отрезных работ.
4. Выбор геометрий резцов.
5. Связь между углами резца в различных сечениях.
6. Конструкции резцов с механическим креплением пластин из инструментальных материалов.
7. Многогранные неперетачиваемые пластины.
8. Способы крепления многогранных неперетачиваемых пластин
9. Базирование режущих пластин.
10. Выбор формы и параметров установки многогранной пластины.
11. Геометрические параметры инструментов с МНП.
12. Расчет крепления режущих пластин.
13. Токарные резцы для станков с ЧПУ.
14. Номенклатура токарных резцов.
15. Резцы с механическим креплением режущей керамики.

16. Резцы, оснащенные синтетическими сверхтвердыми материалами из (СТМ).
17. Расточные инструменты.
18. Фасонные резцы.
19. Типы фасонных резцов.
20. Особенности геометрии фасонных резцов.
21. Профилирование фасонных резцов.
22. Конструктивное оформление фасонных резцов.
23. Сверла. Особенности геометрии и конструкции универсального (спирального) сверла.
24. Шнековые сверла.
25. Сверла НПИЛ.
26. Сверла с увеличенным диаметром спинки.
27. Спиральные сверла с затылованными ленточками.
28. Сверла с механическим креплением пластин твердого сплава.
29. Расчет спиральных сверл на прочность.
30. Заточка спиральных сверл.
31. Зенкеры. Конструктивные элементы и геометрические параметры зенкеров.
32. Расчет исполнительных размеров зенкеров для цилиндрических отверстий.
33. Конструкции зенкеров с МНП.
34. Развертки. Конструктивные элементы и геометрические параметры разверток.
35. Исполнительные размеры калибрующей части разверток.
36. Некоторые конструктивные особенности разверток.
37. Основные методы нарезания резьбы.
38. Резьбовые резцы.
39. Метчики. Конструктивные элементы и геометрические параметры метчиков.
40. Определение исполнительных размеров диаметров метчиков.
41. Геометрические параметры метчиков.
42. Некоторые новые конструкции метчиков.
43. Заточка метчиков.

44. Плашки. Конструктивные элементы плашек.
45. Определение исполнительных размеров плашек.
46. Резьбовые фрезы.
47. Резьбонарезные головки.
48. Протяжки. Типы и область применения протяжек.
49. Основные конструктивные элементы и геометрические параметры протяжек для обработки внутренних поверхностей.
50. Схемы срезания припуска при протягивании.
51. Режущая часть протяжек.
52. Профили зубьев и форма стружечных канавок протяжек.
53. Шаг зубьев протяжки.
54. Количество одновременно работающих режущих зубьев протяжки.
55. Поперечные размеры режущих зубьев протяжки.
56. Общее количество режущих зубьев и длина режущей части протяжки.
57. Средства для дробления стружки протяжки.
58. Основные размеры калибрующей части протяжки.
59. Протяжки для обработки наружных поверхностей.
60. Фрезы. Фрезы с острозаточенными зубьями.
61. Конструктивные элементы и геометрические параметры фрез.
62. Конструктивные особенности некоторых типов острозаточенных фрез из быстрорежущей стали.
63. Конструктивные особенности острозаточенных твердосплавных фрез.
64. Фрезы с мех. креплением неперетачиваемых пластин твердого сплава и сверхтвердых материалов.
65. Фрезы с затылованными зубьями.
66. Конструктивные особенности затылованных фрез.
67. Затылование по логарифмической спирали.
68. Затылование по спирали Архимеда.
69. Затылование по прямой.
70. Сравнение кривых для затылования.

71. Задний угол для любой точки профиля зуба затылованной фрезы.
72. Технологические и конструктивные преимущества эвольвентного зацепления.
73. Требования к сопряженным профилям зубьев колеса и инструмента (основной закон зацепления).
74. Методы формообразования, используемые при изготовлении зубчатых колес.
75. Эвольвента и ее свойства. Параметрические уравнения эвольвенты в полярной и прямоугольной декартовой системах координат.
76. Основные характеристики несмещенного ( $x_\Sigma = 0$ ) зацепления двух прямозубых колес с эвольвентным профилем зубьев.
77. Несмещенное зацепление прямозубой шестерни и рейки.
78. Исходный контур инструментальной рейки и ее параметры.
79. Корригирование зубчатых колес.  
Толщина зуба колеса по делительной окружности и окружности произвольного радиуса.
80. Дисковые модульные фрезы: назначение, комплектность, технологические особенности обработки зубчатых колес дисковыми модульными фрезами.
81. Пальцевые зуборезные фрезы: назначение, конструктивные особенности.
82. Профилирование модульных фрез для прямозубых колес.
83. Зуборезные гребенки: конструктивные особенности, стандартный типаж, технологическое назначение, достоинства и недостатки метода обработки зуборезными гребенками.
84. Размеры и углы профиля прямозубых гребенок в плоскости торца колеса, передней поверхности инструмента и в нормальном сечении.
85. Зуборезные долбяки: назначение, схема обработки долбяками, стандартный типаж.
86. Особенности конструкции и основные размеры прямозубых долбяков.

87. Параметр и шаг винтовой поверхности зуба долбяка.
88. Элементы геометрии прямозубого долбяка.
89. Червячные зуборезные фрезы: преимущества и недостатки метода зубофрезерования червячными фрезами, назначение, классы точности, стандартный типаж, схема установки и состав движений при обработке червячными фрезами.
90. Типы основных линейчатых цилиндрических червяков (и соответствующие им типы червячных фрез) и их геометрические особенности.
91. Общая последовательность решения задачи профилирования зубьев червячной зуборезной фрезы.
92. Параметрические уравнения винтовой поверхности витка основного эвольвентного червяка в цилиндрической системе координат. Уравнения линий, получающихся в осевом и касательном к основному цилиндру сечениях основного эвольвентного червяка.
93. Уравнения винтовой стружечной канавки и режущих кромок эвольвентных червячных фрез.
94. Уравнения боковых затылованных поверхностей эвольвентной червячной фрезы. Особенности затылования эвольвентных червячных фрез.
95. Параметрические уравнения винтовых поверхностей витка основного архимедова червяка в цилиндрической системе координат. Уравнения линий, получающихся в торцовом сечении основного архимедова червяка.
96. Уравнения режущих кромок и боковых затылованных поверхностей червячной фрезы Архимеда.
97. Затылование архимедовых червячных фрез, шаги и углы профиля боковых затылованных поверхностей архимедовых червячных фрез.
98. Приближенное профилирование червячных фрез для цилиндрических зубчатых колес. Определение угла профиля основного архимедова червяка методом хорд.
99. Червячные фрезы для обработки неэвольвентных профилей методом обкатки. Основные положения метода обкатки.

Условия, налагаемые на сопряженные профили изделия и инструмента.

100. Параметрические уравнения линии зацепления и профиля инструмента при обработке деталей прямолинейного профиля методом обкатки инструментом гребеночного типа (в т. ч. червячными фрезами).

101. Определение минимального радиуса начальной окружности (центроиды детали) при обработке деталей прямолинейного профиля методом обкатки инструментом гребеночного типа (в т. ч. червячными фрезами).

102. Конструктивные особенности червячных фрез. Геометрические параметры режущей части червячных фрез для обработки незвольвентных профилей.

103. Шеверы. Типы шеверов, области их применения и особенности конструкций. Конструктивные параметры и геометрические элементы дисковых шеверов для обработки прямозубых колес.

104. Особенности конструкций инструментов для автоматизированного производства. Общие сведения, области их применения.

105. Виды автоматизированных производств и основные требования к инструментам, применяемым в них.

106. Режущие инструменты, применяемые в автоматизированном производстве. Вспомогательные инструменты, применяемые в автоматизированном производстве.

107. Система инструментальной оснастки для станков с ЧПУ и ГПС.

### 3.2 Задания для решения задачи по вариантам

**Задание:** спроектировать метчик для нарезания резьбы отверстия (варианты исходных данных в таблице 2 по последней цифре зачетной книжки)

Таблица 2 – Исходные данные для решения задания

Наименование параметра	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Наружный диаметр резьбы, d мм	16	20	22	24	25	26	27	28	30	32
Шаг резьбы, p мм	1.0	1.7	2.0	1.0	3.0	1.5	1.2 5	1.7 5	2.0	2.5
Число заходов резьбы, z	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Степень точности резьбы	5H 6H	5H 6H	5H 6H	5H 6H	5H 6H	5H 6H	5H 6H	5H 6H	5H 6H	5H 6H
Обрабатываемый материал	Бронза Бр ОЦС 3 – 11 - 5									
Длина нарезаемой части, мм	50	52	54	56	58	62	64	66	68	70

### 3.3 Пример расчета метчика

**Задание:** Спроектировать метчик для нарезания резьбы в сквозном отверстии.

Наружный диаметр резьбы

$d = 27 \text{ мм};$

Шаг резьбы

$P = 3 \text{ мм};$

Число заходов резьбы

$z = 2;$

Степень точности резьбы

5H6H;

Обрабатываемый материал бронза

БрОЦС 3-11-5;

Длина нарезаемой части

60 мм.

Расчет метчика

1. Определяем по ГОСТ 9150-81 геометрические параметры резьбы гайки:

средний диаметр резьбы	$D_2 = 25,051$ мм;
внутренний диаметр резьбы	$D_1 = 23,752$ мм;
высота профиля резьбы	$h = 1,624$ мм.

2. Длина заборной части метчика, мм:

$$l_3 = \frac{h \cdot S}{n \cdot a_z}, \quad (1)$$

$$l_3 = \frac{1,624 \cdot 2 \cdot 3}{4 \cdot 0,045} = 54,13$$

где  $n$  – число перьев – 4;

$a_z$  – толщина среза 0,045.

3. Для проектируемого метчика принимаем комплект из 3-х штук.

4. Рассчитываем длину заборной части каждого метчика в

комплекте:  $l_3^i = 0,6 \cdot l_3$ , мм; (2)

$$l_3^I = 0,6 \cdot 54,13 = 32,5 \text{ мм};$$

$$l_3^{II} = 0,3 \cdot 54,13 = 16,2 \text{ мм};$$

$$l_3^{III} = 0,1 \cdot 54,13 = 5,4 \text{ мм}.$$

5. Количество витков на заборной части метчиков:

$$W^i = \frac{l_3^i}{S}, ; \quad (3)$$

$$W^I = \frac{32,5}{6} = 5,41$$

$$W^{II} = \frac{16,2}{6} = 2,7;$$

$$W^{III} = \frac{5,4}{6} = 0,9$$

6. Длина калибрующей части для первого метчика комплекта:

$$l_k^I = 6 \cdot S, \text{ мм} \quad (4)$$

$$l_k^I = 6 \cdot 6 = 36 \text{ мм}$$

7. Длина рабочей части метчиков комплекта:

$$l'_p = l'_3 + l'_k, \text{ мм} \quad (5)$$

$$l'_p = 32,5 + 36 = 68,5 \text{ мм}$$

Принимаем  $l_p = 70$  мм

8. Определяем отсчетный диаметр:

$$d_{omc} = d_1 + \frac{e}{2}, \text{ мм} \quad (6)$$

$$d_{omc} = 23,752 + \frac{0,50}{2} = 24,002 \text{ мм}$$

где  $e$  – верхнее отклонение внутреннего диаметра резьбы гайки (выбирается по ГОСТ 16093 81 в зависимости от степени точности резьбы и ее шага).

9. Средний диаметр резьбы чистового метчика

$$d_{2\min}^{III} = d_2 + Em, \text{ мм}; \quad (7)$$

$$d_{2\min}^{III} = d_2 + Em = 25,051 + 0,021 = 25,072 \text{ мм};$$

$$d_{2\max}^{III} = d_{2\min} + T_{d_2}, \text{ мм} \quad (8)$$

$$d_{2\max}^{III} = 25,072 + 0,042 = 25,114 \text{ мм}.$$

$$d_{2cp}^{III} = \frac{d_{2\min}^{III} + d_{2\max}^{III}}{2}, \text{ мм}$$

$$d_{2cp}^{III} = \frac{25,072 + 25,114}{2} = 25,093$$

10. Наружный диаметр чистового метчика:

$$d_{\min}^{III} = d + Js, \text{ мм}; \quad (9)$$

$$d_{\max}^{III} = d_{\min}^{III} + IT_9,$$

$$\text{мм}; \dots \dots \dots (10)$$

$$d_{cp}^{III} = \frac{d_{\min}^{III} + d_{\max}^{III}}{2}, \text{ мм}. \quad (11)$$

$$d_{\min}^{III} = 27 + 0,085 = 27,085 \text{ мм};$$

$$d_{\max}^{III} = 27,085 + 0,052 = 27,137 \text{ мм};$$

$$d_{cp}^{III} = \frac{27,085 + 27,137}{2} = 27,111 \text{ мм}.$$

11. Внутренний диаметр резьбы чистового метчика

$$d_{1\max}^{\text{III}} = d_1 - q, \text{ мм} \quad (12)$$

$$d_{1\max}^{\text{III}} = 23,752 - 0,05 \cdot 3 = 23,602 \text{ мм и менее.}$$

12. Средний диаметр резьбы среднего метчика

$$A_2 = 0,067\sqrt{P} + \Delta, \text{ мм}; \quad (13)$$

$$A_2 = 0,067\sqrt{3} + 0,084 = 0,2 \text{ мм};$$

$$d_{2\min}^{\text{II}} = d_{2\min}^{\text{III}} - A_2, \text{ мм};$$

$$d_{2\min}^{\text{II}} = 25,072 - 0,2 = 24,872$$

$$d_{2\max}^{\text{II}} = d_{2\min}^{\text{II}} + \Delta,$$

$$d_{2\max}^{\text{II}} = 24,872 + 0,084 = 24,956 \text{ мм};$$

$$d_{2\text{cp}}^{\text{II}} = \frac{d_{2\max}^{\text{II}} + d_{2\min}^{\text{II}}}{2}, \quad (14)$$

$$d_{2\text{cp}}^{\text{II}} = \frac{24,872 + 24,956}{2} = 24,914 \text{ мм.}$$

13. Средний диаметр резьбы чернового метчика:

$$A_1 = 0,067\sqrt{P} + 2\Delta, \text{ мм}; \quad (15)$$

$$A_1 = 0,067\sqrt{3} + 2 \cdot 0,084 = 0,284 \text{ мм};$$

$$d_{2\min}^{\text{I}} = d_{2\min}^{\text{III}} - A_1 \text{ мм}; \quad (16)$$

$$d_{2\max}^{\text{I}} = 24,788 + 0,084 = 24,872 \text{ мм};$$

$$d_{2\text{cp}}^{\text{I}} = \frac{d_{2\max}^{\text{I}} + d_{2\min}^{\text{I}}}{2} \text{ мм.} \quad (17)$$

$$d_{2\min}^{\text{I}} = 25,072 - 0,284 = 24,788 \text{ мм};$$

$$d_{2\max}^{\text{I}} = 24,788 + 0,084 = 24,872 \text{ мм};$$

$$d_{2\text{cp}}^{\text{I}} = \frac{24,788 + 24,872}{2} = 24,83 \text{ мм.}$$

14. Наружный диаметр резьбы среднего метчика:

$$k = \frac{P}{4tg(\alpha/2)} + \frac{d_{2\text{cp}}^{\text{III}}}{2}, \text{ мм}; \quad (18)$$

## Режущий инструмент

$$k = \frac{3}{4 \cdot 0,57735} + \frac{25,093}{2} = 13,8455 \text{ мм};$$

$$H_{III} = k - \frac{d_{\text{отсч}}}{2}, \text{ мм}; \quad (19)$$

$$H_{III} = 13,8455 - \frac{24,002}{2} = 1,8445 \text{ мм};$$

$$h_{III} = k - \frac{d_{\text{cp}}^{III}}{2}, \text{ мм}; \quad (20)$$

$$h_{III} = 13,8455 - \frac{27,111}{2} = 0,29 \text{ мм};$$

$$F_3 = (H_{III}^2 - h_{III}^2) \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2}, \text{ мм} \quad (21)$$

$$F_3 = (1,8445^2 - 0,29^2) \cdot 0,57735 = 1,9157 \text{ мм}$$

$$f = \frac{P}{4 \text{tg}(\alpha/2)} + \frac{d_{\text{cp}}^{II}}{2}, \text{ мм} \quad (22)$$

$$f = \frac{3}{4 \cdot 0,57735} + \frac{24,914}{2} = 13,7560$$

$$H_{II} = f - \frac{d_{\text{отсч}}}{2}, \text{ мм} \quad (23)$$

$$H_{II} = 13,7560 - \frac{24,002}{2} = 1,7550 \text{ мм}$$

$$d_{\text{cp}}^{II} = 2 \left( f - \sqrt{H_{II}^2 - \frac{0,9 F_3}{\text{tg}(\alpha/2)}} \right), \text{ мм} \quad (24)$$

$$d_{\text{cp}}^{II} = 2 \left( 13,756 - \sqrt{1,755^2 - \frac{0,9 \cdot 1,9157}{0,57735}} \right) = 26,8997$$

$$d_{\text{min}}^{II} = d_{\text{cp}}^{II} - \frac{1}{2} IT 11, \text{ мм} \quad (25)$$

$$d_{\min}'' = 26,8997 - \frac{0,130}{2} = 26,8347 \text{ мм}$$

$$d_{\min}'' = d_{cp}'' - \frac{1}{2} IT 11, \quad (26)$$

$$d_{\min}'' = 26,8997 - \frac{0,130}{2} = 26,8347$$

$$d_{\max}'' = d_{cp}'' + \frac{1}{2} IT 11, \text{ мм} \quad (27)$$

$$d_{\max}'' = 26,8997 + \frac{0,130}{2} = 26,9647 \text{ мм}$$

15. Проверка достаточности ширины площадки вершины профиля резьбы среднего метчика

$$f - \frac{d_{cp}''}{2} \geq 0,065 \cdot P;$$

$$13,756 - \frac{26,8997}{2} \geq 0,065 \cdot 3;$$

$$0,3061 > 0,195.$$

16. Наружный диаметр резьбы черного метчика

$$m = \frac{P}{4 \operatorname{tg}(\alpha/2)} + \frac{d_{2cp}^I}{2}, \text{ мм} \quad (28)$$

$$m = \frac{3}{4 \cdot 0,57735} + \frac{24,83}{2} = 13,7140 \text{ мм}$$

$$H_1 = m - \frac{d_{омсч}}{2}, \text{ мм} \quad (29)$$

$$H_1 = 13,7140 - \frac{24,002}{2} = 1,7130 \text{ мм}$$

$$d_{cp}^I = 2 \left( m - \sqrt{H_1^2 - \frac{0,6 F_3}{\operatorname{tg}(\alpha/2)}} \right), \text{ мм} \quad (30)$$

$$d_{cp}^I = 2 \left( 13,714 - \sqrt{1,713^2 - \frac{0,6 \cdot 1,9157}{0,57735}} \right) = 25,4853 \text{ мм}$$

$$d'_{\min} = d'_{cp} - \frac{1}{2} IT 11, \text{ мм} \quad (31)$$

$$d'_{\min} = 25,4853 - \frac{0,130}{2} = 25,4203 \text{ мм}$$

$$d'_{\max} = d'_{cp} + \frac{1}{2} IT 11, \text{ мм} \quad (32)$$

$$d'_{\max} = 25,4853 + \frac{0,130}{2} = 25,5503 \text{ мм}$$

17. Внутренний диаметр резьбы среднего метчика

$$d''_{1 \max} = d'''_{1 \max} - A_2, \text{ мм и менее.} \quad (33)$$

$$d''_{1 \max} = 23,602 - 0,2 = 23,402 \text{ мм и менее.}$$

18. Внутренний диаметр резьбы черного метчика

$$d'_{1 \max} = d'''_{1 \max} - A_1, \text{ мм и менее.} \quad (34)$$

$$d'_{1 \max} = 23,602 - 0,284 = 23,318 \text{ мм и менее.}$$

19. Определение угла заборной части метчиков

$$d_n = d_1 - c, \text{ мм.} \quad (35)$$

$$d_n = 23,752 - 0,25 = 23,502 \text{ мм.}$$

Принимаем  $d_n = 23,5$  мм.

$$\varphi^I = \arctg \left( \frac{d'_{cp} - d_n}{2 \cdot l'_3} \right), \text{ }^\circ; \quad (36)$$

$$\varphi^I = \arctg \left( \frac{25,4853 - 23,5}{2 \cdot 32,5} \right) = \arctg 0,0305 = 1^\circ 45';$$

$$\varphi^{II} = \arctg \left( \frac{d''_{cp} - d_n}{2 \cdot l''_3} \right), \text{ }^\circ \quad (37)$$

$$\varphi^{II} = \arctg \left( \frac{26,8997 - 23,5}{2 \cdot 16,2} \right) = \arctg 0,1049 = 5^\circ 59';$$

$$\varphi^{\text{III}} = \arctg\left(\frac{d_{\text{cp}}^{\text{III}} - d_n}{2 \cdot l_3^{\text{III}}}\right), \circ \quad (38)$$

$$\varphi^{\text{III}} = \arctg\left(\frac{27,111 - 23,5}{2 \cdot 5,4}\right) = \arctg 0,3344 = 18^\circ 29'.$$

20. Выбираем геометрические характеристики метчиков

Для бронзы принимаем  $\gamma = 6^\circ$ ;  $\alpha = 6^\circ$ .

Так как метчики четырехканавочные, то  $P_1 = 0,22 \cdot d$ , тогда

$$P_1^{\text{I}} = 5,6 \text{ мм}; \quad P_1^{\text{II}} = 5,9 \text{ мм}; \quad P_1^{\text{III}} = 6,0 \text{ мм}.$$

Угол  $\lambda$  определяем из условия:

$$\lambda = \arctg\left(\frac{h'}{l_3 + a}\right), \circ. \quad (39)$$

$$\lambda = \arctg\left(\frac{0,6 \cdot 6}{32,5 + 2}\right) = \arctg 0,1043 = 5^\circ 58'.$$

Принимаем  $\lambda = 6^\circ$ .

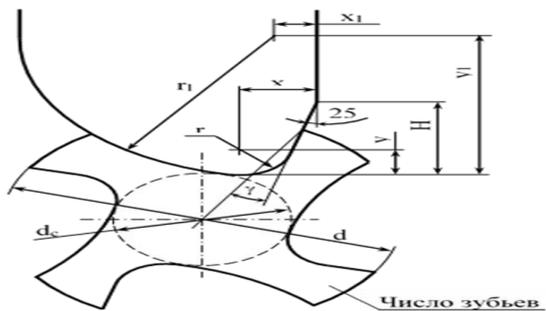
Величина затылования  $K = \frac{\pi d}{n} \text{tg} \alpha$ , мм. (40)

$$K = \frac{3,14 \cdot 27}{4} \cdot 0,1051 = 2,229 \text{ мм}.$$

Принимаем  $K = 2,23$  мм.

21. Чертеж метчика

Режущий инструмент



#### 4. Примеры тестовых заданий по темам

#### Тема: «Инструменты общего назначения. Резцы. Классификация резцов. Токарные резцы»

**1. На каких станках применяются резцовые инструменты?**

а. Фрезерных. б. Сверлильных. в. Токарных. г. Шлифовальных.

**2. Какие виды резцов применяют при обработке отверстий.**

а. Проходные. б. Подрезные. в. Отрезные. г. Расточные.

**3. Какую величину угла в плане (в градусах) имеют проходные упорные резцы.**

а. 90; б. 120; в. 60; г. 70

**4. Укажите резцы, которые позволяют вести обработку не только цилиндрических, но и торцовых поверхностей с поперечной подачей.**

а. Прямые. б. Отогнутые. в. Изогнутые. г. Оттянутые.

**5. Выберите верные названия типов фасонных резцов.**

а. Призматические. б. Круглые. в. Квадратные. г. Треугольные.

**6. Задний угол режущей части резца служит для:**

а. Уменьшение трения между задней поверхностью лезвия и поверхностью резания.

б. Уменьшения силы резания, а также силы трения сходящей стружки о переднюю поверхность лезвия.

**7. В качестве материала державок резцов используется:**

а. Сталь 40. б. Сталь 20. в. Сталь 45. г. Р6М5.

**8. Продолжите список основных признаков классификации резцов:**

по виду обработки, по характеру обработки, по установке относительно детали, по направлению подачи,.....

**9. Координатная плоскость, касательная к режущей кромке в рассматриваемой точке и перпендикулярная к основной плоскости:**

а. Плоскость резания Рп. б. Основная плоскость Рv. в. Рабочая плоскость Рs. г. Главная секущая плоскость Рt.

**10. По скольким плоскостям затачивается режущая часть резца:**

а. Двум. б. Трем. в. Четырем г. Одной.

**Тема: «Инструменты для обработки отверстий. Сверла»**

**1. Для каких видов обработки материалов применяют сверла.**

а. Точение. б. Фрезерование. в. Зенкерование. г. Рассверливание.

**2. Впишите недостающую часть спирального сверла:**

а. Режущая часть. б. \_\_\_\_\_ в. Шейка г. Хвостовик.

**3. Сколько режущих кромок имеет режущая часть сверла.**

а. Три. б. Четыре. в. Пять. г. Шесть

**4. Укажите в градусах, величину угла при вершине сверла для конструкционных сталей:**

а. 90 ...100. б. 130 ...140. в. 118 ...120. г. 70 ...90.

**5. Вставьте недостающие слова в способы заточки спиральных сверл.**

а. Подточка сердцевины и поперечной режущей кромки.

б. Подрезка поперечной режущей кромки.

в. Подточка ленточки.

г. Заточка \_\_\_\_\_ или \_\_\_\_\_ угла при вершине.

д. Подточка по \_\_\_\_\_ поверхности.

е. Введение стружки - \_\_\_\_\_ канавок.

**6. Выберите из перечисленных видов сверл, специальные:**

а. Перовые. б. Пластинчатые. в. Спиральные.

**7. Шнековые сверла применяются для:**

а. Сверления отверстий. б. Сверления глубоких отверстий.

в. Рассверливания.

**8. Основными преимуществами сверл с МНП является:**

а. Высокая жесткость конструкции. б. Трехкратное увеличение подачи. в. Большая длина сверления. г. Не имеет поперечной режущей кромки.

**9. Как влияет применение СОЖ на стойкость сверл:**

а. Увеличивает стойкость. б. Уменьшает стойкость. в. Не влияет.

**10. Величина угла наклона винтовых стружечных канавок:**

а. Для хрупких материалов 10...16; б. Для материалов средней прочности 25...35;

в. Для мягких и вязких материалов \_\_ ... \_\_ .

**Тема: «Инструменты для обработки отверстий. Зенкеры»**

**1. Областью назначения и применения зенкеров являются:**

а. Обработка отверстий; б. Увеличение диаметра, с целью получения более высокой точности и низкой шероховатости. в. Для незначительного увеличения диаметра, с целью придания отверстию требуемой формы и повышению точности.

**2. Впишите недостающую часть зенкера:**

а. Режущая часть. б. \_\_\_\_\_. в. Шейка. г. Хвостовик. д. Лапка.

**3. По виду инструментального материала режущей части:**

а. Из быстрорежущей стали. б. Твердосплавные. в.

**4. Каково число зубьев у зенкера?**

а. 3...8; б. 8...12; в. 1...3; г. 12 ...20

**4. Продолжите перечисление типов зенкеров:**

Цилиндрические, цилиндрические с направляющей цапфой, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_.

**5. По конструкции зенкеры изготавливают:**

а. \_\_\_\_\_ б. Сборные. в. Насадные.

б. Величина переднего угла зенкеров в градусах составляет:

а. для чугунов 6 ... 12; б. для сталей 5 ... 20; г. для цветных металлов \_\_ ... \_\_

**Тема: «Инструменты для обработки отверстий. Развертки»**

**1. Областью назначения и применения разверток являются:**

а. Обработка отверстий. б. Увеличение диаметра, с целью получения более высокой точности и низкой шероховатости. в. Для незначительного увеличения диаметра, с целью придания отверстию требуемой формы и повышению точности.

**2. Впишите недостающую часть развертки:**

а. Направляющий конус. б. Режущая часть. в. Калибрующая часть. г. \_\_\_\_\_ . д. Крепежная часть.

**3. По конструкции развертки изготавливают:**

а. Насадные. б. Сборные. в. Комбинированные. г. \_\_\_\_\_

**4. По типу обрабатываемых отверстий:**

а. Цилиндрические. б. \_\_\_\_\_ .

**5. Величина переднего угла у разверток в градусах составляет:**

а. Для хрупких и твердых материалов 7 ... 8; б. Для сталей 10 ... 15; в. Для мягких и вязких \_\_ ... \_\_

**6. Выберите формы калибрующей части разверток:**

а. Угловая. б. Радиусная. в. Прямая.

**7. Каково число зубьев у разверток?**

а. 4 ... 8; б. 1 ... 3; в. 6 ... 14; г. 3 ... 11

**Тема: «Инструменты для нарезания резьбы. Метчики»**

**1. Какие инструменты используют для нарезания внутренних резьб**

а. Резцы. б. Фрезы. в. Метчики. г. Плашки.

**2. Укажите недостающую часть метчика:**

а. Режущая часть. б. \_\_\_\_\_ . в. Хвостовик.

**3. Продолжите перечисление типов метчиков: машинно-ручные, машинные, гаечные, \_\_\_\_\_ ,**

\_\_\_\_\_ , ...

**4.Профили поперечного сечения режущей части метчика.**

- а. С задней поверхностью, затылованной по \_\_\_\_\_.
- б. С радиусной формой задней поверхности.
- в. С \_\_\_\_\_ задней поверхностью. г. С комбинированной задней поверхностью.

**5.Количество метчиков в комплекте зависит от:**

- а. Диаметра резьбы. б. Размеров профиля резьбы. в. Свойств обрабатываемого материала.

**6.Отклонение шага резьбы метчика зависит:**

- а. От точности механизма шлифовального станка. б. От погрешности термообработки.
- в. От профиля резьбы. г. от инструмента 2-го порядка.

**7. Твердость метчиков должна быть:**

рабочей части метчиков:

диаметром до 3 мм	HRC <sub>3</sub> 61...64
диаметром св.3 до 6 мм	HRC <sub>3</sub> 62...65
диаметром св. 6 мм	HRC <sub>3</sub> 63...66
хвостовиков	HRC <sub>3</sub> __ ... __

**Тема: «Инструменты общего назначения. Протяжки»**

**1.Протяжка представляет собой:**

- а. Однозубый лезвийный инструмент. б. Многозубый лезвийный инструмент. в. Трехзубый лезвийный инструмент.

**2.Какой вид движения отсутствует при протягивании:**

- а. Главное движение. б. Вспомогательное движение. в. Движение подачи.

**3.К недостаткам протягивания относится:**

- а. Низкая точность обработки. б. Высокая шероховатость поверхности. в. Высокая стоимость инструмента.

**4.По конструкции протяжки изготавливаются:**

- а. Сборные. б. \_\_\_\_\_.

**5.По схеме резания протяжки подразделяются:**

- а. Профильная. б. Прогрессивная. в. \_\_\_\_\_.

**6.Протяжка состоит из следующих составных частей:**

а. Хвостовик. б. Шейка. в. Направляющий конус. г. Передняя направляющая часть д. \_\_\_\_\_.

е. Калибрующая часть.

**7. Направляющий конус протяжки служит для:**

а. Для удобства при работе. б. Для зажима. в. Для снятия припуска.

## ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

1. Солоненко В.Г., Рыжкин А.А. Резание металлов и режущие инструменты: Учеб. пособие. - М.: ИНФРА –М, 2011. 416 с.
2. Трембач, Е.Н. и др. Проектирование металлорежущего инструмента: учебник. Старый Оскол: Изд-во «ТНТ», 2012. Доп. УМО.
3. Зубарев, Ю.М., Битюков, Р.Н. Основы резания материалов и режущий инструмент: учебное пособие. Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2025. – 228с.
4. Резание материалов. Режущий инструмент в 2 ч. Часть 1: учебник для / под общей редакцией Н.А. Чемборисова. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 263 с.
5. Гречишников В.А. Проектирование режущего инструмента: учеб. пособие. Старый Оскол: Изд-во «ТНТ», 2012.
6. Справочник металлиста [Текст]/ под ред. А.Н. Малова. – М.: Машиностроение, 1977. –Т.3. – 748 с.
7. Справочник технолога-машиностроения. Т.2 [Текст]/ под общ. ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. –М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

## Приложение 1

Таблица А1 – Профили стружечных канавок метчиков

Номи- нальный диаметр резьбы D	Шаг резьбы P	Допуск среднего диа- метра резьбы гайки (по 5 кв. точно- сти), мкм	Нижнее отклоне- ние наружного диаметра Js, мкм
От 1,0 до 1,4	0,20	50	+20
	0,25	56	+22
	0,30	60	+24
Св. 1,4 до 2,8	0,20	53	+21
	0,25	60	+24
	0,35	67	+27
	0,40	71	+28
	0,45	75	+30
Св. 2,8 до 5,6	0,35	71	+28
	0,50	80	+32
	0,60	90	+36
	0,70	95	+38
	0,75	95	+38
	0,80	100	+40
Св. 5,6 до 11,2	0,50	90	+36
	0,75	106	+42
	1,00	118	+47
	1,25	125	+50
	1,50	140	+56
Св. 11,2 до 22,4	0,50	95	+38
	0,75	112	+45
	1,00	125	+50

## Режущий инструмент

	1,25	140	+56
	1,50	150	+60
	1,75	160	+64
	2,00	170	+68
	2,50	180	+72
Св. 22,4 до 45	0,75	118	+47
	1,00	132	+53
	1,50	160	+64
	2,00	180	+72
	3,00	212	+85
	3,50	224	+90
	4,00	236	+94
Св. 45 до 90	4,50	250	+100
	1,00	150	+60
	1,50	170	+68
	2,00	190	+76
	3,00	224	+90
	4,00	250	+100
	5,00	265	+106
	5,50	280	+112
6,00	300	+120	

Таблица А 2 – Рекомендуемые значения  $a_z$  при нарезании резьбы метчиками

Толщина среза $a_z$ , мм	Обрабатываемый материал		
		Чугун серый	Сталь по- делочная, чугун ков- кий

## Режущий инструмент

Рекомендуемая	0,04 – 0,10	0,03 – 0,05	0,025 – 0,030
Предельная	0,04 – 0,20	0,02 – 0,15	0,02 – 0,05

Таблица А 3 – Предельные отклонения шага резьбы метчиков классов точности 1, 2, 3 и 4 (должны соответствовать указанным в таблице)

Шаг резьбы Р, мм	Длина измерения в количестве шагов	Предельные отклонения шага резьбы, мкм, для метчика класса точности	
		1, 2, 3	4
0,20; 0,25; 0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,60	12	± 8	± 25
0,70; 0,75; 0,80; 1,00; 1,25	9	± 8	± 35
1,50	7	± 8	± 45
1,75		± 9	
2,00; 2,50		± 10	
3,00		± 12	± 50
3,50		± 13	
4,00		± 14	
4,50		± 15	
5,00		± 16	
5,50		± 17	

Таблица А4 –Предельные отклонения половины угла профиля резьбы метчика  $\alpha/2$  (должны соответствовать таблице)

Шаг резьбы Р, мм	Предельные отклонения половины угла профиля $\alpha/2$ , мин.
0,20; 0,25	$\pm 70$
0,30; 0,35; 0,40	$\pm 50$
0,45; 0,50; 0,60	$\pm 35$
0,70; 0,75; 0,80	$\pm 30$
1,00; 1,25; 1,50	$\pm 25$
1,75; 2,00; 2,50; 3,00	$\pm 20$
3,50; 4,00; 4,50; 5,00; 5,50; 6,00	$\pm 15$

## Приложение 2

**Определение теоретических размеров резьбы**

Теоретические размеры диаметров резьбы и высота профиля определяются по следующим зависимостям:

- средний диаметр резьбы  $d_2 = d - 0,6495 \cdot P$ ;

- внутренний диаметр резьбы  $d_1 = d - 1,0825 \cdot P$ ;

- высота профиля  $h = 0,54125 \cdot P$ ;

где  $P$  - шаг резьбы.

Указанные размеры для стандартной резьбы целесообразно взять непосредственно по ГОСТ 9150-81.

Рекомендации по выбору метчиков (ГОСТ 3449-84, ГОСТ 16925-93).

Метчики должны изготавливаться классов точности:

– 1, 2, 3 со шлифованным профилем резьбы;

– 4 с нешлифованным профилем резьбы.

Классы точности устанавливаются в зависимости от поля допуска среднего диаметра. Допуски всех классов определяются в единицах допуска  $t$ , величина которого равна допуску  $T_{D_2}$  резьбы степени точности 5.  $t = T_{D_2}$  (величина допуска среднего диаметра резьбы степени точности 5) (см. таблицу).

Допуск на средний диаметр метчика  $T_{d_2}$  принимается одинаковым для классов точности резьбы метчиков 1, 2, 3 и равен 20% от  $t$ :

$$T_{d_2} = 0,2t .$$

Для метчиков класса точности 4 – 40% от  $t$ :

$$T_{d_2} = 0,4t .$$

Нижнее отклонение среднего диаметра  $E_m$  принимается равным для метчиков:

класса 1:  $+0,1t$ ;

класса 2:  $+0,3t$ ;

класса 3:  $+0,5t$ ;

класса 4:  $+0,3t$ .

Метчиками классов точности 1, 2, 3 и 4 рекомендуется нарезать резьбу с полями допусков:

класса 1: 4H и 5H;

класса 2: 6H, 4G и 5G;

класса 3: 7H, 8H и 6G;

класса 4: 7H и 8H.

Данные рекомендации не являются обязательными по ГОСТ 16925-93. Потребители могут выбирать другие классы точности метчиков в зависимости от обрабатываемого материала, смазочно-охлаждающей жидкости, приспособлений и т.д.).

Предельные отклонения наружного диаметра резьбы метчика:

$$d_{\min} = d + J_s,$$

где  $d = D$ ,

$$J_s = 0,4t.$$

Верхнее отклонение наружного диаметра ГОСТом 16925-93 не регламентируется.

Предельные отклонения среднего диаметра резьбы метчика:

$$d_{2\min} = d_2 + E_m ;$$

$$d_{2\max} = d_2 + E_s = d_{2\min} + T_{d_2} .$$

Наибольший внутренний диаметр не должен превышать номинального внутреннего диаметра резьбы  $D_1$

$$d_{1\max} \leq D_1.$$

Допуск на внутренний диаметр резьбы метчика ГОСТом 16925-93 не регламентируется.