**ГОБПОУ «Елецкий колледж экономики,**

**промышленности и отраслевых технологий»**

|  |
| --- |
| **Методические указания** **по проведению практических работ** по учебной дисциплине |
| **ОП.19 Проектирование режущих инструментов** |
| (код и наименование дисциплины) |
| образовательной программы подготовки специалистов среднего звена (ППСЗ) |
| (базовая подготовка) |
| по специальности (специальностям): |
| **15.02.08 Технология машиностроения** |
| (код и наименование специальности) |

Методические указания по проведению практических занятий по дисциплине ОП.19 Проектирование режущих инструментов для специальности 15.02.08 Технология машиностроения

Составитель: Нетета М.А., преподаватель дисциплин профессионального цикла

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Одобренона заседании ЦМК УГС 15.00.00Председатель Ткачева М.Н.  |  | СогласованоЗаместитель директора по учебно-методической работеКириллова Т.К. |
| Ф.И.О. |  | Ф.И. О. |

**СОДЕРЖАНИЕ**

**I Паспорт методических указаний по проведению практических занятий**

1 Область применения ..……………………………………………………

2 Объекты оценивания – результаты освоения ..………………..……..…

3 Система оценивания выполнения практических занятий……………..

**II Методические указания по проведению практических занятий**

1 Методические указания по проведению практических занятий для студентов

Список практических занятий:

1. Расчет и проектирование токарных резцов.

2. Расчет и проектирование фасонных резцов.

3. Расчет и проектирование сверл.

4. Расчет и проектирование зенкеров.

5. Расчет и проектирование разверток.

6. Расчет и проектирование фрез.

7. Расчет и проектирование протяжек.

8. Расчет и проектирование резьбонарезного инструмента.

9. Расчет и проектирование зуборезного инструмента.

10. Расчет и проектирование абразивного инструмента

11. Расчет и проектирование сборных резцов с механическим креплением пластин.

12. Расчет и проектирование комбинированного инструмента.

13. Методы повышения стойкости инструмента.

14. Методы повышения производительности инструмента

**I Паспорт методических указаний по проведению практических занятий**

**1 Область применения**

Методические указания по проведению практических занятийпредназначены для студентов ГОБПОУ «Елецкий колледж экономики, промышленности и отраслевых технологий» специальности 15.02.08 Технология машиностроения для подготовки к практическим занятиям с целью освоения практических умений и навыков и профессиональных компетенций.

Методические указания по проведению практических занятий составлены в соответствии с рабочей программой ОП.19 Проектирование режущих инструментов ППССЗ специальности 15.02.08 Технология машиностроения.

**2 Объекты оценивания – результаты освоения**

Методические указания по выполнению практических занятий разработаны согласно рабочей программе ОП.19 Проектирование режущих инструментов (относится к общепрофессиональным дисциплинам профессионального цикла и требованиям к умениям и знаниям Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее – ФГОС СПО) по специальности 15.02.08 Технология машиностроения.

Практические занятия направлены на освоение следующих умений и знаний согласно ФГОС СПО.

**знания:**

 **-** классификацию и назначение, конструктивные элементы и геометрические параметры режущего инструмента;

 - свойства сталей, твердых сплавов, минералокерамических материалов, сверхтвердых материалов, их характеристики, и область применения при проектировании инструментов;

 - методику расчета режущих инструментов: резцов, сверл, зенкеров, разверток, фрез с затылованными и незатылованными зубьями, круглой и шпоночной протяжки, резьбонарезного и зуборезного инструмента;

 - методы повышения стойкости и производительности инструмента;

**умения:**

**-** проектировать режущий инструмент: резцы, сверла, зенкеры, развертки, фрезы с затылованными и незатылованными зубьями, круглые и шпоночные протяжки, метчики, плашки, зуборезной инструмент;

- рассчитать режущий инструмент на прочность;

- пользоваться справочной литературой при расчете параметров режущих инструментов;

- выбирать материалы для изготовления соответствующего режущего инструмента.

Методические указания по выполнению практического занятия содержат теоретические основы, которыми студенты должны владеть перед проведением практическим занятием.

Практические занятия следует проводить по мере прохождения студентами теоретического материала.

Практические занятия рекомендуется производить в следующей последовательности:

- вводная беседа, во время которой кратко напоминаются теоретические вопросы по теме занятия, разъясняется сущность, цель, методика выполнения работы;

- самостоятельное выполнение необходимых расчетов;

- обработка результатов расчетов;

- защита практического занятия в форме собеседования по методике проведения и результатам проделанной работы.

Практическое занятие рассчитано на 2 часа.

**3 Система оценивания выполнения практических занятий**

Практические занятия проводятся с целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями.

При оценивании практической работы студента учитывается следующее:

- качество выполнения работы;

- качество оформления отчета по работе;

- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Каждый вид работы оценивается по 5-ти бальной шкале.

«5» (отлично) – за глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, в котором студент свободно и уверенно ориентируется; за умение практически применять теоретические знания, высказывать и обосновывать свои суждения. Оценка «5» (отлично) предполагает грамотное и логичное изложение ответа.

«4» (хорошо) – если студент полно освоил учебный материал, владеет научно-понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.

«3» (удовлетворительно) – если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности, в применении теоретических знаний при ответе на практико-ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения.

«2» (неудовлетворительно) – если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, допускает ошибки в определении базовых понятий, искажает их смысл; не может практически применять теоретические знания.

**II Методические указания по проведению практических занятий**

Практические занятия следует проводить по мере прохождения студентами теоретического материала.

Практические занятия рекомендуется производить в следующей последовательности:

* вводная беседа, во время которой кратко напоминаются теоретические вопросы по теме занятия, разъясняется сущность, цель, методика выполнения задания;
* самостоятельное выполнение необходимых расчетов;
* обработка результатов расчетов, оформление отчета;
* защита практического занятия в форме собеседования по методике проведения и результатам проделанной работы.

**1 Методические указания по проведению практических занятий для студентов**

1. К выполнению практического занятия необходимо приготовиться до начала занятия, используя рекомендованную литературу и конспект лекций.
2. Студенты обязаны иметь при себе линейку, карандаш, калькулятор, тетрадь для практических работ.
3. Отчеты по практическим занятиям оформляются в письменном виде (в тетради для практических работ), аккуратно и должны включать в себя следующие пункты:
	* название практической работы и ее цель;
	* порядок выполнения работы;
	* далее пишется «Ход работы» и выполняются этапы практической работы, согласно выше приведенному порядку.
4. При подготовке к сдаче задания, необходимо ответить на предложенные контрольные вопросы.
5. При оценивании практического занятия учитывается следующее:

- качество выполнения практической части работы (соблюдение методики выполнения, точность расчетов, получение результатов в соответствии с целью работы);

- качество оформления отчета по практическому занятию (в соответствии с установленными требованиями);

- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы (глубина ответов, знание методики выполнения работы, использование специальной терминологии).

1. Если отчет по работе не сдан во время (до выполнения следующей работы) по неуважительной причине, оценка за лабораторную работу снижается.

**Практическое занятие №1.**

*Тема:* **«Расчет и проектирование токарных резцов»**

**Цель занятия:** применить знания полученные на теоретических занятиях при решении задания.

**Ход работы:**

1. Рассмотреть пример решения задания.
2. Получить задание по варианту.
3. Рассчитать токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава.
4. Выполняем рабочий чертеж резца с указанием основных технических требований.
5. Сделать вывод.

**Задание:** Рассчитать и сконструировать токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава для обтачивания вала. Диаметр заготовки D, припуск на обработку (на сторону) h, вылет резца l по вариантам.

**Варианты задания.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №варианта | Материал заготовки | D | h | Параметр шероховатости, мкм | L, мм | Дополнительные условия работы |
| мм |
| 1. | Сталь Ст3, σв=400 МПа | 30 | 2 | Rz=63 | 30 | Длина заготовки 300 мм |
| 2. | Сталь Ст5, σв=600 МПа | 42 | 3 | Rz=32 |
| 3. | Сталь 40 Г, НВ 229 | 75 | 5 | Ra=2 | 40 |
| 4. | Сталь 38ХА, НВ 207 | 100 | 6 | Rz=32 |
| 5. | Сталь 40ХН, σв=1000 МПа | 200 | 8 | Rz=16 | 60 | Система станок-заготовка-инструмент недостаточно жесткая |
| 6. | Сталь ХГ, σв=1100 МПа | 250 | 8 | Обтачивание в упор |
| 7. | Серый чугун СЧ 30, НВ 200 | 50 | 2 | Rz=32 |
| 8. | Серый чугун СЧ 30, НВ 200 | 100 | 3 | Ra=2 | 40 | φ=30⁰ |
| 9. | Бронза Бр. АЖН 11-6-6 | 150 | 5 |
| 10. | Медь М3 | 36 | 1 |

**Пример решения.**

**Задание:**Рассчитать и сконструировать токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава для чернового обтачивания вала из стали 45 с пределом прочности σв=750 МПа. Диаметр заготовки D=80 мм, припуск на обработку (на сторону) h=3,5 мм, подача s=0,2 мм/об, вылет резца l=60 мм.

**Решение.**

1. В качестве материала для державки резца выбираем углеродистую сталь 60 с σв=650 МПа и допустимым напряжением на изгиб σи.д=200 МПа.
2. Сила резания

$P\_{z}=9,81 C\_{P\_{z}}∙t^{x\_{P\_{z}}}∙s^{y\_{P\_{z}}}∙K\_{P\_{z}}=9,81∙300∙3,5∙0,3^{0,75}∙1=4170 Н$.

1. Ширина прямоугольного сечения державки резца при условии, что h≈1,6 b

$$b=\sqrt[3]{\frac{6P\_{z}∙l}{2,56∙σ\_{и.д}}}=\sqrt[3]{\frac{6∙415∙60}{2,56∙20}}=14,3 мм$$

Принимаем ближайшую по стандарту СТ СЭВ 153-75 большее сечение державки (b=16 мм).

Руководствуясь приведенными соотношениями, получим высоту державки резца h=1,6b=1,6$ ∙16$=25,6 мм. Принимаем h=25 мм.

1. Проверяем прочность и жесткость державки резца:

**а.)** максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца,

$$P\_{z доп}=\frac{b∙h^{2}∙σ\_{и.д}}{6∙l}=\frac{16∙25^{2}∙20}{6∙60}=555 кгс,$$

$б.)$максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца,

$$P\_{z жест}=\frac{3∙f∙E∙J}{l^{3}}=\frac{3∙0,1∙20000∙20800}{60^{3}}=577 кгс$$

Где f=0,1х10-3 м – допускаемая стрела прогиба резца при черновом точении;

Е=2х105 МПа – модуль упругости материала державки резца; l= 60 мм – вылет резца;

J – момент инерции прямоугольного сечения державки;

$$J=\frac{b∙h^{3}}{12}=\frac{16∙23}{12}=20800 мм^{4}$$

Резец обладает достаточными прочностью и жесткостью, так как $P\_{z доп}>P\_{z}<P\_{z жест}$

(5550>4170<5770)

1. Конструктивные размеры резца берем по СТ СЭВ 190-75:

**а)** общая длина резца L=140 мм;

**б)** расстояние от вершины резца по боковой поверхности в направлении главной режущей кромки n=6 мм;

**в)** радиус закругления вершины головки резца R=0,4 мм;

**г)** пластина из твердого сплава, l=16 мм, форма №0239А по ГОСТ 2209-82.

**6.** Геометрические параметры режущей части резца выбираем по карте справочника

**7.** По ГОСТ 5688-61 принимаем:

**а)** качество отделки (параметры шероховатости) передней и задней поверхности режущей части резца и опорной поверхности державки;

**б)** предельные отклонения габаритных размеров резца;

**в)** марку твердого сплава пластины и материала державки;

**г)** содержание и место маркировки

**8.** Выполняем рабочий чертеж резца с указанием основных технических требований.

**Практическое занятие №2.**

*Тема:* «**Расчет и проектирование фасонных резцов».**

**Цель занятия:** применить знания полученные на теоретических занятиях при решении задания.

**Ход работы:**

**1.** Рассмотреть пример решения задания.

**2.** Получить задание по варианту.

**3.** Рассчитать токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава.

**4.** Выполняем рабочий чертеж резца с указанием основных технических требований.

**5.** Сделать вывод.

**Пример решения.**

Рассчитать и сконструировать фасонный резец для обработки заготовки из прутка диаметром 40 мм. Перед обработкой заготовки из стали подготовляют канавку под последующее отрезание.Материал заготовки - сталь 20, σв= 400МПа (≈40 кгс/мм2).

1.Графический способ определения профиля резца

Передний и задний углы определяем по табл.47 [1]: γ=250, α=120.

Строим профиль заготовки, для чего проводим ось, от которой откладываем соответствующие размеры профиля заготовки, и строим в левом нижнем углу чертежа полный профиль.

Проектируем полученные точки 1, 2, 3, 4, 5, 6 профиля заготовки на горизонтальную ось, проходящую через центр заготовки О ( точки 1/-2/, 3/- 4/, 5/- 6/), через которые проводим соответствующие окружности, равные r1-2, r3-4,, r5-6.

Из точки 1' (А') проводим линию (след) передней поверхности лезвия резца под углом у и линию (след) задней поверхности под углом а.

Обозначаем точки пересечения соответствующих окружностей резцов r1-2, r3-4,, r5-6. с линией передней поверхности резца через А1-2, А 3-4, А 5-6.

Из этих точек проводим линии, параллельные зад ней поверхности резца.

Строим профиль резца в нормальном сечении, т.е в сечении, перпендикулярном к его задней поверхности (сечение А А): проводим линию ММ; откладываем от этой линии осевые размеры l1, l2, l3, l4 и l5 которые соответ ствуют осевым размерам обрабатываемой заготовки; откладываем на горизонтальных линиях, параллельных линии ММ, отрезки, равные расстояниям между ли ниями, параллельными задней поверхности резца, нахо дим точки /", 2", 3", 4", 5", 6" и, соединяя их прямыми, получаем профиль резца в нормальном сечении.

Построение шаблона и контршаблона для контроля фасонного профиля резца сводится к переносу всех отрез ков 1"-2", 1"-3", 1"-4" и 1"-5" относительно узловой контурной точки 1".

Габаритные и конструктивные размеры резца выбираем по табл. 44 в зависимости от наибольшей глубины профиля tmax изготовляемой детали.

Выполняем рабочий чертеж фасонного призматического резца согласно указаниям. Если передний угол лезвия γ=0, то профиль фасонного призматического резца строится в том же порядке, только линия передней поверхности будет горизонтальна, т.е. точки 1'-2 ', 3 '-4 ', 5'-6' совпадут с точками А1-2, А 3-4 и А 5-6.

2.Аналитический расчет профиля резца



Передний и задний углы определяем по табл.47 [1]: γ=250, α=120.

Размеры дополнительных режущих кромок под отрезание и подрезание принимаем: b1=1мм, b=7мм, с=0мм, φ1=150, φфас=450.

Общая ширина резца вдоль оси заготовки:

Lp=lg+f+c+b+b1=50+0+0,5+7+1=58 мм.

Наибольшая глубина профиля детали tmax=7,5мм.

Габаритные и конструктивные размеры резца с торцовым рифлением для наибольшей глубины профиля tmax=7,5мм выбираем по таблице [1, табл.46] D=108мм, d(Н8)=102мм, d1=99,9мм, bmax=16мм, k=0,5мм, r=0,5мм, d2=6мм, D1=45мм, hp=R1sinα=45sin12=6,3мм. - высота установки резца.

Высота заточки резца H=Rsin(α+γ)=45sin(25+12)=15,4мм,

где R - радиус резца;

Согласно размерам на чертеже заготовки радиусы окружностей узловых точек профиля заготовки r1, r2, r3, r4, r5, r6 и осевые расстояния до этих точек от торца до заготовки l1-2, l1-3, l1-5 и т.д. следующие:

r= r2 =17,5 мм

r3= r4=25 мм l1-2,3=15 мм l1-5=40 мм

r5= r6 =21мм. l1-4=30 мм l1-6=50мм

Допуски на указанные размеры принимаем равными 1/3 допусков на соответствующие размеры обрабатываемой заготовки.

Корректируем профиль резца: данные коррекционного расчета сводим в таблицу:

|  |  |
| --- | --- |
| Расчетная формула | Значение параметра (мм, …0…) |
| hи=r1sinα | γ1=250r1= r2 =17,5 sin γ1=0,382 hи=6,685 |
| А1=r1cosγ1 sin γ3=hи/r3 | cos γ1=0,924 A1=16,17 r3=25мм sin γ3=0,267 γ3=15,31 |
| А3=r3cosγ3 С3= А3- A1 sin γ4= hи/ r4  | cos γ2=0,99, r3=10 мм А3=r3cosγ3=24,309 r4=25 r5 =21 С3= A3 - A1=8,139 sin γ4=0,082 γ4=0,977 |
| A4= r4cosγ4 С4=А4-А1 | cos γ4=0,99 r5= r6=21 мм. A4= 24,999 С4=25-16,17=8,827 sin γ6 γ6 =20,62 |
| A6= r6cosγ6 | cosγ6 A6 =0,9479\*21= 20 |
| С5= С6 =А6-А1 | С5= С6 =8,47 |
| ε1=α1 + γ1 | ε1= 25+12 = 37 |
| ε1=α1 + γ1 | α1=120 γ1=250 ε1=370 cosε1 |
| P3 = С3cosε1 | С3 = 8,139 P3 = 6,803 |
| P4 = С4cosε1  | С4 = 8,827 P4 = 7,377 |
| P5 = P6= С5cosε1 | С5 = 3,83 P5 = P6= 2,93 |

Построение шаблонов и контршаблонов для контроля фасонного профиля резцов (при контроле отклонений размеров шлифования фасонных поверхностей на резцах) сводится для круглых резцов к определению разности радиусов всех узловых точек рассчитанного фасонного профиля относительно узловой контурной (начальной) точки 1:

Р3 = P4 = R1 - R3=3,58 мм

P5 = P6 = R1 - R5= 4,06 мм

Допуски на линейные размеры фасонного профиля шаблона при его изготовлении не должны превышать ±0,01 мм.

**Задание.** Рассчитать и сконструировать круглый фасонный резец для обработки заготовки из прутка диаметром D. Заготовка из стали обрабатывается с подготовкой под последующую отрезку.

**Варианты задания.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | D | d1 | d2 | d3 | l1 | l2 | l3 | l4 | R |
| 1 | 20 | 13,64 | 19 | 15 | 10 | 12 | 15 | 30 | 20 |
| 2 | 9,96 | 18 | 16 | 15 | 20 | 23 | 30 |
| 3 | 25 | 12,28 | 24 | 20 | 10 | 25 | 20 |
| 4 | 5,43 | 23 | 15 | 22 | 35 | 30 |
| 5 | 30 | 16,28 | 28 | 25 | 10 | 20 | 27 | 20 |
| 6 | 11,43 | 29 | 27 | 15 | 25 | 30 |
| 7 | 35 | 22,28 | 34 | 32 | 10 | 25 | 30 | 40 | 20 |
| 8 | 40 | 20,43 | 38 | 30 | 15 | 30 |
| 9 | 33,64 | 39 | 35 | 10 | 30 | 35 | 50 | 20 |
| 10 | 50 | 40,96 | 49 | 45 | 15 | 30 |

**Практическое занятие №3.**

*Тема:* **«Расчет и проектирование сверл»**

**Цель занятия:** применить знания полученные на теоретических занятиях при решении задания.

**Ход работы:**

**1.** Рассмотреть пример решения задания.

**2.** Получить задание по варианту.

**3.** Рассчитать токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава.

**4.** Выполняем рабочий чертеж резца с указанием основных технических требований.

**5.** Сделать вывод.

**Задание:** Рассчитать и сконструировать спиральное сверло из быстрорежущей стали с коническим хвостовиком для обработки сквозного отверстия под метрическую резьбу М27 глубиной l=50 мм в заготовке из конструкционной углеродистой стали с пределом прочности σв=450 Мпа.

**Решение.**

1. Определяем диаметр сверла. По ГОСТ 19257-73 находим неоходимый диаметр сверла для нарезания резьбы 27 мм. Диаметр сверла D должен быть 23,9 мм; по ГОСТ 885-77 указанный диаметр имеется.
2. Определяем режим резания по нормативам:

а) подачу находим по табл.: S=0,39-0,47 мм/об; принимаем S=0,4 мм/об;

3. Осевая сила

$$P\_{z}=9,81 C\_{р}∙D^{x\_{p}}∙s^{y\_{p}}∙K\_{м\_{р}}=9,81∙68∙23,9∙0,4^{0,7}∙0,682=5850 Н$$

4. Момент сил сопротивления резанию (крутящий момент)

$$M\_{cp}=9,81C\_{м}D^{z\_{M}}s^{y\_{M}}K\_{M\_{M}}$$

По таблице находим:$ C\_{м}=0,0345; z\_{M}=2,0 ; y\_{M}=0,8 ;$

$$K\_{M\_{M}}=\left(\frac{σ\_{в}}{75}\right)^{0,75}=\left(\frac{45}{75}\right)^{0,75}=0,682=64,2 Н∙м$$

5. Определяем номер конуса Морзе хвостовика. Средний диаметр конуса хвостовика

$$d\_{ср}=\frac{D\_{1}+d\_{2}}{2}$$

**Таблица 1.** Варианты задания.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №варианта | Материал заготовки | Глубина сверления , мм | Материал заготовки |
| 1. | Под резьбу М16 | 25 | Сталь 40ХН, НВ 207 |
| 2. | Под зенкер d=16 мм | 30 |
| 3. | Под развертку d=14 мм | 20 |
| 4. | На проход под заклепку d=19 мм | 10 |
| 5. | Под резьбу М20Х1,5 | 25 |
| 6. | Под резьбу 1 1/2" | 6 | Чугун СЧ 35, НВ 243 |
| 7. | Под зенкер d=16 мм | 7 |
| 8. | Под развертку d=35 мм | 8 |
| 9. | На проход под болт М24 | 9 |
| 10. | Под зенкер d=40 мм | 10 |

**Пример решения.**

**Задание:** Рассчитать и сконструировать токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава для чернового обтачивания вала из стали 45 с пределом прочности σв=750 МПа. Диаметр заготовки D=80 мм, припуск на обработку (на сторону) h=3,5 мм, подача s=0,2 мм/об, вылет резца l=60 мм.

**Практическое занятие №4.**

*Тема:* **«Расчет и проектирование зенкеров»**

**Цель занятия:** применить знания полученные на теоретических занятиях при решении задания.

**Ход работы:**

**1.** Рассмотреть пример решения задания.

**2.** Получить задание по варианту.

**3.** Рассчитать насадной зенкер с напаянными пластинами из твердого сплава.

**4.** Выполняем рабочий чертеж зенкера с указанием основных технических требований.

**5.** Сделать вывод.

**Задание:** Рассчитать и сконструировать насадной зенкер с напаянными пластинами из твердого сплава для обработки сквозного отверстия диаметром D (мм) в заготовке из чугуна СЧ 35 твердостью НВ 220. Основные размеры выбрать по ГОСТ 3231-71.

**Таблица 1.** Варианты задания.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №варианта | D, мм | Требование к отверстию |
| 1. | 36 | Под отверстие с полем допуска Н11 |
| 2. | 40 |
| 3. | 50 |
| 4. | 32 |
| 5. | 45 |
| 6. | 55 | Под черновое развертывание |
| 7. | 60 |
| 8. | 70 |
| 9. | 80 |
| 10. | 50 |

**Пример решения.**

**Задание:** Рассчитать и сконструировать насадной зенкер с напаянными пластинами из твердого сплава под развертывание сквозного отверстия диаметром 23,6 мм до диаметра 26 мм, с глубиной l=50 мм в заготовке из конструкционной стали с пределом прочности σв=450 МПа

**Решение.**

1. Диаметр зенкера D принимаем равным диаметру обрабатываемого отверстия с учетом допуска. По ГОСТ 12509-75 принимаем для зенкера №1(под черновое развертывание) D=$26\_{-0,200}^{-0,245}$.
2. Определяем геометрические и конструктивные параметры режущей части зенкера. Задний угол α на главной режущей кромке 10⁰, на калибрующей части 8⁰. Передний угол γ=0 (на фаске шириной f0=0,3 мм). Угол наклона винтовой канавки ω=10⁰. Угол врезания пластины ω1=10⁰, профиль канавки принимаем прямолинейным. Шаг винтовой канавки $Н=πD ctg 10°=3,14∙26∙5,6713=463 $мм. Главный угол в плане φ=60⁰.Угол в плане переходной кромки φ1=30⁰. Обратную конусность на длине пластины из твердого сплава принимаем равной 0,05 мм.
3. Конструктивные элементы зенкера принимаем по справочным данным или по ГОСТ 3231-71.
4. Размеры конического отверстия и шпоночного паза выбираем по ГОСТ 9472-70: конусность 1:30, диаметр отверстия d=13 мм, ширина паза b=4,3 Н13(+0,18) мм, глубина паза l=4,8Н13(+0,18)  мм, радиус дна пазаR=0,6-2,15 мм, допуск симметричности на смещение оси паза z=0,075 мм. Угол уклона конического отверстия α=57'17". Допуск на угол уклона $\frac{δ}{2}=1'30"$, или $\frac{a}{2}=\pm 0,0036 мм.$
5. Твердый сплав пластины для обработки конструкционной стали принимаем марки Т15К6, формы 2515 по ГОСТ 25400-82. В качестве припоя назначаем латунь Л68. Для зенкера принимаем сталь 40Х по ГОСТ 4543-71.
6. Технические требования на зенкеры, оснащенные пластинами из твердого сплава, принимаем по ГОСТ 12509-75.
7. Выполняем рабочий чертеж зенкера с указанием основных технических требований.

**Практическое занятие №5.**

*Тема:* **«Расчет и проектирование разверток»**

**Цель занятия:** применить знания полученные на теоретических занятиях при решении задания.

**Ход работы:**

**1.** Рассмотреть пример решения задания.

**2.** Получить задание по варианту.

**3.** Рассчитать насадную развертку с вставными ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава.

**4.** Выполняем рабочий чертеж развертки с указанием основных технических требований.

**5.** Сделать вывод.

**Задание:** Рассчитать насадную развертку с вставными ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава для обработки сквозного отверстия диаметром 55А в заготовке из стали 40ХН с пределом прочности σв=1050 МН/м2. Диаметр предварительно обработанного отверстия d=54,65 мм.

**Таблица 1.** Варианты задания.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №варианта | D, мм | Требование к отверстию |
| 1. | 50 | насадные |
| 2. | 46 |
| 3. | 40 |
| 4. | 36 |
| 5. | 34 |
| 6. | 32 | С коническим хвостовиком |
| 7. | 26 |
| 8. | 22 |
| 9. | 18 |
| 10. | 15 |

**Пример решения.**

**Решение.**

1. Исполнительный размер диаметра развертки для отверстия диаметром 55А мм выбираем по табл. 69: D=$55\_{+0,01}^{+0,02}$ мм.
2. Габаритные размеры развертки принимаем по ГОСТ 11176-71.
3. Конструкцию крепления ножей в корпусе принимаем по рис.44 (клиновидные рифленые ножи). Основные размеры ножей, пазов в корпусе развертки и размеры профиля рифлений выбираем по ГОСТ 2568-71.
4. Обратную конусность на длине ножа D-D0 принимаем равной 0,05 мм.
5. Геометрические параметры режущей части развертки выбираем по нормативам или справочнику; главный угол в плане ϕ=45⁰; передний угол γ=5⁰; задний угол по заборной части α=8⁰; задний угол по периферии α1=10⁰; задний угол по спинке ножа αс=20⁰; ширина ленточки f1=0,2-0,25 мм.
6. Длина заборной части развертки

$$l\_{1}=\frac{D-D\_{2}}{2}ctg φ+m,$$

$Где$ D2=D-2,6t=56-2,6x0,18=54,53 мм; ctg 45⁰=1; принимаем m=2.

Тогда$l\_{1}=\frac{55-54,53}{2}+2≈2,25 мм.$

1. Число зубьев развертки z=$1,5\sqrt{D}+2=14.$

По конструктивным соображениям для обеспечения достаточной прочности крепления ножей в корпусе принимаем число ножей z=10.

1. Выбираем угловой шаг зубьев развертки (табл. 70): ω1=33⁰15'; ω2=34⁰32'; ω3=36⁰00'; ω4=37⁰28'; ω5=38⁰45'.
2. Размеры конического отверстия и шпоночного паза выбираем по ГОСТ 9472-70: конусностью отверстия 1:30; диаметр отверстия d=22 мм; ширина паза b1=7,4+0,1 мм; глубина паза t=9,5+0,36 мм; радиус дна паза r=1,6 мм; допуск на смещение оси паза m$\pm 0,08 мм.$

Угол наклона конического отверстия выбираем по ГОСТ 8593-57: α=0⁰57'17''. Допуск на угол уклона выбираем по ГОСТ 8909-58:$\frac{δ}{2}=$1'15'', или $\frac{a}{2}$=+0,0045 мм.

1. Для пластинок принимаем твердый сплав Т15К6. Для корпусов развертки и ножей принимаем сталь 40Х.
2. Выполняем рабочий чертеж развертки с указанием основных технических требований.

**Практическое занятие №6.**

*Тема:* **«Расчет и проектирование фрез.»**

**Цель занятия:** применить знания полученные на теоретических занятиях при решении задания.

**Ход работы:**

**1.** Рассмотреть пример решения задания.

**2.** Получить задание по варианту.

**3.** Рассчитать цилиндрическую фрезу .

**4.** Выполняем рабочий чертеж цилиндрическую фрезу с указанием основных технических требований.

**5.** Сделать вывод.

**Задание:**

**Пример решения.**

**Решение.**

1. Предварительно задаемся длиной L фрезы (для заданной ширины фрезерования B) и соответственно ее диаметром D, числом зубьев z и углом ω: L=125 мм; D'=110 мм; z'=10; ω=20⁰.
2. Подачу выбираем по карте нормативов. Для чернового фрезерования заготовки из стали цилиндрической фрезой с вставными ножами при заданных условиях работы sz=0,12-0,2 мм/зуб.
3. Диаметр отверстия под оправку

$$d=\sqrt[3]{\frac{M\_{сум}}{0,1 ∙σ\_{ид}}}$$

а) Сила резания при t=h=6 мм

$$P\_{z}=\frac{C\_{p}t^{x\_{p}}s^{y\_{p}}B\_{z}}{D^{q\_{p}}}=\frac{68∙2∙6^{0,86}∙0,15^{0,74}∙100∙10}{110^{0,86}}=1426 кгс \left(\~14250 Н\right)$$

б) Равнодействующая сила

R=1,411хPz=1,411х1426=2012 кгс (~20000 Н)

в) Расстояние между опорами фрезерной оправки принимают в зависимости от длины посадочного участка центровой фрезерной оправки l=400 мм.

г) Суммарный момент, действующий на фрезерную оправку,

$$М\_{сум}=\sqrt{\left(\frac{8}{16}Rl\right)^{2}+\left(\frac{P\_{z}D^{'}}{2}\right)}=\sqrt{\left(\frac{3}{16}∙2012∙400\right)^{2}+\left(\frac{1426∙110}{2}\right)}=177200 кгс∙мм (\~1770 Н∙м)$$

д) Допустимое напряжение на изгиб материала оправки принимаем σид=250 Н/м2 (~25кгс/мм2); подставив в приведенную выше формулу найденные значения Мсум и σид получим диаметр отверстия фрезы под оправку:

$$d=\sqrt[3]{\frac{177200}{0,1∙25}}=41,4 мм.$$

Принимаем ближайший диаметр отверстия фрезы по табл. 79: d=40 мм.

1. Устанавливаем окончательно наружный диаметр фрезы D=2,5 d=2,5·40=100 мм; принимаем ближайший диаметр фрезы по ГОСТу D=110 мм.
2. Окончательное число зубьев z=$m\sqrt{D}=0,9∙10,48=9,5; $принимаем z=10.
3. Определяем шаг зубьев фрезы:

а) окружной торцовый шаг

$$S\_{окр}=\frac{πD}{z}=\frac{3,14∙110}{10}=34,6 мм;$$

б) осевой шаг при ω=20⁰

$$S\_{ос}=\frac{πD}{z}ctg ω=34,6 ∙2,75=95 мм.$$

1. Проверяем полученные величины z и $S\_{ос}$ на условие равномерного фрезерования: отношение $C=\frac{B}{S\_{ос}}=\frac{Bz}{π∙D∙ctgω }$ должно быть целым числом или величиной, близкой к нему. В рассматриваемом примере

$C=\frac{B}{S\_{ос}}=\frac{100}{95}=1,05$ ,т.е условие равномерного фрезерования обеспечено.

1. Отверстие фрезы и шпоночный паз выполняют по ГОСТ 9472-70. Находим размеры канавки в отверстии: $d\_{1}=d+2=40+2=42 мм;$

l=0,2L1=0,2·120=24 мм; r=2 мм.

1. Определяем геометрические параметры режущей части фрезы; главный угол α=12⁰; передний угол γ=10⁰

**Практическое занятие №7.**

*Тема:* **«Расчет и проектирование протяжек.»**

**Цель занятия:** применить знания полученные на теоретических занятиях при решении задания.

**Ход работы:**

**1.** Рассмотреть пример решения задания.

**2.** Получить задание по варианту.

**3.** Рассчитать цилиндрическую протяжку .

**4.** Выполняем рабочий чертеж цилиндрической протяжки с указанием основных технических требований.

**5.** Сделать вывод.

**Пример решения.** ДИ 1 стр.174-185

**Задание.** Рассчитать и сконструировать круглую протяжку переменного резания для обработки отверстия диаметром D в заготовке из стали У10А твердостью HB 207-239, длиной lи. Диаметр отверстия до протягивания Do. Шероховатость протянутой поверхности Ra=2,0 мкм.

**Варианты задания.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | D | Do | lи | Модель станка |
| 1 | 20А3 | 19,0 | 40 | 7Б510 |
| 2 | 22А3 | 21,0 |
| 3 | 25Х3 | 24,0 | 50 |
| 4 | 27Ш3 | 26,0 |
| 5 | 30А3 | 29,0 |
| 6 | 32А | 31,0 | 75 | 7Б520 |
| 7 | 36А | 35,0 |
| 8 | 45Л | 44,0 | 90 |
| 9 | 55Ш3 | 53,8 | 100 | 7А540 |
| 10 | 65Х3 | 63,6 | 120 |

**Практическое занятие №8.**

*Тема:* **«Расчет и проектирование резьбонарезного инструмента.»**

**Цель занятия:** применить знания полученные на теоретических занятиях при решении задания.

**Ход работы:**

**1.** Рассмотреть пример решения задания.

**2.** Получить задание по варианту.

**3.** Рассчитать метчик .

**4.** Выполняем рабочий чертеж метчика с указанием основных технических требований.

**5.** Сделать вывод.

**Пример решения.** ДИ 1 стр.224-227, 231-234.

**Задание.** Рассчитать и сконструировать машинный метчик для нарезания метрической резьбы по ГОСТ 9150-59 в изделии из чугуна СЧ32-52.

**Варианты задания.**

|  |  |
| --- | --- |
| № варианта | Резьба |
| 1 | М3,5-7Н |
| 2 | М4-7Н |
| 3 | М6Х0,5-7Н |
| 4 | М12Х0,75-6H |
| 5 | М20-6Н |
| 6 | М24-6G |
| 7 | М30-6G |
| 8 | М39Х3-7H |
| 9 | М48Х3-7H |
| 10 | М52-6H |

**Практическое занятие №9.**

*Тема:* **«Расчет и проектирование зуборезного инструмента.»**

**Цель занятия:** применить знания полученные на теоретических занятиях при решении задания.

**Ход работы:**

**1.** Рассмотреть пример решения задания.

**2.** Получить задание по варианту.

**3.** Рассчитать цельную червячную фрезу для обработки цилиндрических зубчатых колес.

**4.** Выполняем рабочий чертеж цельной червячной фрезы для обработки цилиндрических зубчатых колес с указанием основных технических требований.

**5.** Сделать вывод.

**Пример решения.** ДИ 1 стр.205-207.

**Задание.** Рассчитать и сконструировать цельную червячную фрезу для обработки цилиндрических зубчатых колес модуля m с углом зацепления α=20⁰. Материал заготовки колеса-сталь 40ХН с пределом прочности σв=950 МН/м2 (~95 кгс/мм2). Обработка производиться на зубофрезерном станке мод. 5К32П.

**Варианты задания.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| m, мм | 1 | 3 | 4 | 5 | 9 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |

**Практическое занятие №10.**

*Тема:* **«Расчет и проектирование абразивного инструмента»**

**Цель занятия:** применить знания полученные на теоретических занятиях при решении задания.

**Ход работы:**

1. Изучить теоретические сведения
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Сделать вывод.

**Теоретические сведения.**

На плоскошлифовальном станке 3Л722В используется шлифовальный круг прямого профиля ПП 459Ч80Ч203 24А25ПС16К6. Абразивный материал - электрокорунд белый марки 24А, зернистость 25П, степень твердости С1, номер структуры 6, керамическая связка марки К6.

Период стойкости круга Т (время работы круга между двумя его смежными правками) выбираем по табл. 24.7 [7]. Для плоского шлифования периферией круга Т = 25 мин.

Дисбаланс шлифовального круга - является следствием неодинаковой плотности материала в объеме круга, отклонения формы наружной поверхности, эксцентриситета отверстия, погрешностей установки круга на станке и других причин. Дисбаланс является источником вибрации станка, причиной разрыва кругов, ускоренного износа подшипников шпинделя и образования волнистости на обработанной поверхности.

Мерой статического дисбаланса служит вес груза, который, сосредоточиваясь в точке периферии круга, противоположной его центру тяжести, перемещает последний на ось вращения круга. За единицу статического дисбаланса принимается величина Е, устраняющая неуравновешенность, вызванную смещением центра тяжести от геометрического центра круга (при объемной массе круга 2,4 ) на ж=0,01 см,



, г (2.1)

где - наружный диаметр круга, см;

- внутренний диаметр круга, см;

- объемная масса круга, принятая равной 2,4 ;

- высота круга, см.



Рисунок 2.3. Схема плоского шлифования периферией круга

Скорость вращения круга является скоростью резания и определяется по формуле

, м/с

где - диаметр круга, мм;

- частота вращения круга в секунду.

м/с

**Контрольные вопросы:**

1. Каким образом, изменяя зернистость кругов, можно снизить шероховатость шлифовальной поверхности?

2. При обработке какого материала – стали 40Х или стали Р6М5 – целесообразно применить круг большей твердости?

3. Как можно снизить теплонапряженность процесса шлифования за

счет изменения структуры круга, материала зерна, твердости?

4. Какую форму круга целесообразно рекомендовать для резьбошлифования: ЗП; 12А2; ЧК; ПВД; ПН?

5. Какую форму круга целесообразно выбрать для шлифования цилиндрической поверхности: 1А1; 12А1; 4D5; тип 1, тип 6, тип 11?

6. Дайте рекомендации по выбору характеристики абразивного круга

для скоростного шлифования.

7. Дайте рекомендации по выбору характеристики шлифовального

круга для обдирочного шлифования сварного шва.

8. Какие марки абразивного зерна рекомендуются для шлифования

инструментов:

- из твердосплавных материалов;

- из быстрорежущей стали?

**Практическое занятие №11.**

*Тема:* **«Расчет и конструирование** **сборных резцов с механическим креплением пластин.»**

**Цель занятия:** применить знания полученные на теоретических занятиях при решении задания.

**Ход работы:**

**1.** Рассмотреть пример решения задания.

**2.** Получить задание по варианту.

**3.** Рассчитать сборный резец с механическим креплением пластины.

**4.** Выполняем рабочий чертеж сборного резца с механическим креплением пластины с указанием основных технических требований.

**5.** Сделать вывод.

**Пример решения.** ДИ 1 стр.264-272

**Задание.** Сконструировать режущий инструмент для использования на станках с ЧПУ. Конструкцию и геометрические параметры инструмента выбрать по стандартам, нормалям машиностроения, руководящим техническим материалам и другим литературным и справочным данным.

**Варианты задания.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № варианта | Инструмент | Материал заготовки |
| 1 | Резец проходной с ромбической пластиной ;φ=95⁰; ε=80⁰; B=25 мм | Сталь 60; σв=750 МН/м2 (~750 кгс/мм2) |
| 2 | Резец для контурного точения с трехгранной пластиной ; φ=93⁰; ε=60⁰; B=20 мм | Сталь 45ХН; σв=650 МН/м2 (~65 кгс/мм2) |
| 3 | Резец для контурного точения с пластиной в форме параллелограмма; φ=93⁰; ε=55⁰; B=32 мм | Чугун СЧ32-52; НВ 210 |
| 4 | Резец расточной для обработки ступенчатого отверстия d1=140 мм; d2=146 мм и d3=150 мм и длиной l1=50 мм; l2=50 мм и l3=30 мм | Чугун СЧ32-52; НВ 220 |

**Практическое занятие №12.**

*Тема:* **«Расчет и конструирование комбинированного сверла.»**

**Цель занятия:** применить знания полученные на теоретических занятиях при решении задания.

**Ход работы:**

**1.** Рассмотреть пример решения задания.

**2.** Получить задание по варианту.

**3.** Рассчитать комбинированное сверло.

**4.** Выполняем рабочий чертеж комбинированного сверла с указанием основных технических требований.

**5.** Сделать вывод.

**Пример решения.** Расчет и конструирование комбинированного сверла

Исходные данные для расчета комбинированного сверла:

диаметр меньшего отверстия D1=20+0,21 мм;

диаметр большего отверстия D2=22+0,21 мм;

длина l1=40 мм;

длина l2=60 мм;

шероховатость обработанных поверхностей Ra=2,5;

квалитет обработанных отверстий H12;

обрабатываемый материал – сталь 3.

****

**Рисунок 2.1 – Эскиз обработанной поверхности**

По марке обрабатываемого материала определяем группу обрабатываемого материала [2, с. 17, табл. 3], принимаем код материала 1.

Для обработки заданного отверстия принимаем радиально-сверлильный станок модели 2М55, у которого мощность главного движения 5,5 кВт, допускаемое усилие механической подачи 20 МН, направление вращения правое.

Материал сверла быстрорежущая сталь марки Р6М5 ГОСТ 19265-79.

**1** Предельные размеры диаметров отверстия

;

;

мм;

мм;

мм;

мм;

Допуски на диаметр отверстия равны:мм, мм.

**2** Коэффициент глубины сверления и расчетные диаметры

;

;

.

При , ;

мм;

мм.

Полученные значения округляем, назначаем допуск на наружный диаметр сверла. [4, с. 199, табл. 42].

мм;

мм.

**3** Размеры ленточки сверла

Ширина ленточки:

;

мм;

мм;

Высота ленточки:

;

мм;

мм;

****

**Рисунок 2.2** Размеры ленточки сверла

**4** Геометрические параметры режущей части сверла

Главный угол в плане для сверла выбирается в зависимости от свойств обрабатываемого материала из [2, с. 20, табл. 4].

; ; .

Значения заднего угла:

;

;

;

Угол наклона перемычки ψ является произвольной величиной, которая получается при заточке.

**5** Параметры стружечной канавки

Угол наклона стружечной канавки:

;

;

;

Центральный угол канавки выбирается в зависимости от свойств обрабатываемого материала. При обработки стали 40ХН, , [2, с. 21].

Шаг стружечной канавки:

;

мм;

мм;

Ширина пера определяется зависимостью:

;

мм;

мм;

**6** Осевая сила и крутящий момент

Осевая сила при сверлении определяется по формуле:

;

По [4, с. 430, 434, табл. 21, 27, 28] принимаем значения коэффициентов уравнения.

; ; ; мм/об; ;

Н;

Осевая сила при рассверливании:

;

По [4, с. 430, 434, табл. 21, 27, 28] принимаем значения коэффициентов уравнения.

; мм; ; ; мм/об; ;;

Н;

Общее осевое усилие, действующее на комбинированное сверло, складывается из усилий на его ступенях.

;

Н;

Крутящий момент при сверлении определяется по формуле:

;

По [4, с. 430, 434, табл. 21, 27, 28] принимаем значения коэффициентов уравнения.

; ; мм/об; ;;

Нм;

Крутящий момент при рассверливании:

;

По [4, с. 430, 434, табл. 21, 27, 28] принимаем значения коэффициентов уравнения.

; ; мм/об; ; ; ; ;

Нм;

Общий крутящий момент, действующий на комбинированное сверло, складывается из моментов на его ступенях.

;

Нм;

Критическая сжимающая сила.

Это осевая нагрузка, которую стержень выдерживает без потери устойчивости:

**7** Площадь поперечного сечения сверла

Увеличение площади поперечного сечения сверла способствует повышению прочности и жесткости сверла, до определенного момента увеличивается, и стойкость. Дальнейший рост сечения ухудшает отвод стружки.

Оптимальную и максимально допустимую площадь поперечного сечения определяют по формулам:





Для первой ступени:

мм2;

 мм2.

Для второй ступени:

мм2;

 мм2.

**8** Диаметр сердцевины

Диаметр сердцевины сверла выбирается в зависимости от размеров сверла.

;

мм;

мм;

Диаметр сердцевины к хвостовику увеличивается. Это увеличение составляет 1,4-1,8 мм на каждые 100 мм рабочей части сверла.

## **9** Длина сверла

Длина первой ступени:



Где lК – длина заборного конуса;

lП – длина перебега;

lЗАТ – запас на переточку;

lФ – глубина фаски

;

мм;

мм;

;

мм;

;

мм;

мм;

Длина конечной ступени:

;

где lг – длина канавки для выхода фрезы

;

мм;

мм;

мм;

Принимаем длину последней ступени мм.

Длина и параметры хвостовика сверла:

Форма хвостовика определяется как формой посадочного отверстия станка, так и его диаметром.

Средний диаметр конического хвостовика определяется по формуле:

;

где:  - коэффициент трения стали о сталь;

- половина угла конуса Морзе;

 - отклонение угла конуса.

Тогда:

.

Максимальный диаметр конуса Морзе:

мм.

Выбираем стандартное значение:

 для конуса Морзе №2.

Длина сверла состоит из суммы длин всех ступеней, шейки и длины хвостовика:

,

где мм – длина хвостовика сверла.

мм – длина шейки сверла.

Тогда общая длина сверла:

 мм.

Длина первой ступени:



Где lК – длина заборного конуса;

lП – длина перебега;

lЗАТ – запас на переточку;

lФ – глубина фаски

;

мм;

мм;

;

мм;

;

мм;

мм;

Длина конечной ступени:

;

где lг – длина канавки для выхода фрезы

;

мм;

мм;

мм;

Принимаем длину последней ступени мм.

Длина и параметры хвостовика сверла:

Форма хвостовика определяется как формой посадочного отверстия станка, так и его диаметром.

Средний диаметр конического хвостовика определяется по формуле:

;

где:  - коэффициент трения стали о сталь;

- половина угла конуса Морзе;

 - отклонение угла конуса.

Тогда:

.

Максимальный диаметр конуса Морзе:

мм.

Выбираем стандартное значение:

 для конуса Морзе №2.

Длина сверла состоит из суммы длин всех ступеней, шейки и длины хвостовика:

,

где мм – длина хвостовика сверла.

мм – длина шейки сверла.

Тогда общая длина сверла:

 мм.

**Варианты задания.**

|  |  |
| --- | --- |
| № Варианта | Данные для расчета |
|  | d1=12 мм; d2=16 мм; l1=20 мм; l2=25 мм. |
|  | d1=22 мм; d2=26 мм; l1=15 мм; l2=20 мм. |
|  | d1=18 мм; d2=22 мм; l1=35 мм; l2=40 мм. |
|  | d1=24 мм; d2=26 мм; l1=25 мм; l2=35 мм. |
|  | d1=8 мм; d2=12 мм; l1=15 мм; l2=25 мм. |

**Практическое занятие №13.**

**Тема:** *«Методы повышения стойкости инструмента».*

**Цель занятия:** изучить методы повышения стойкости инструмента и проанализировать их достоинства и недостатки.

**Задание:** изучить теоретический материал и заполнить таблицу

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод повышения стойкости | Способ повышения стойкости | Достоинства | Недостатки |
|  |  |  |  |

**Теоретические сведения**

Для повышения эксплуатационных свойств режущие инструменты из инструментальных сталей после термообработки, финишных операций и заточки подвергаются еще дополнительной обработке, носящей общее название «операции улучшения поверхностных слоев» или «облагораживание», которые осуществляются химико-термическими, химико-механическими, химическими, электрическими, электрохимическими, электроэрозионными, электролитическими и другими методами.

В результате этих операций можно исправить такие дефекты, как обезуглероживание, недостаточную и неравномерную твердость и структуру поверхностных слоев рабочей части инструмента.

Xимико - термическний метод

Xимико - термическний метод представляет такой вид обработки, при котором происходит изменение химического состава и свойств поверхностных слоев инструментов, изготовленных из инструментальной стали. Эти изменения чаще всего достигаются за счет диффузии различных элементов из внешней среды в сталь.

Наиболее широкое распространение из химико-термических методов имеет цианирование, т. е. насыщение поверхностного слоя инструмента одновременно углеродом и азотом. В инструментальном производстве широкое применение имеет так называемое низкотемпературное жидкостное цианирование, которое обычно осуществляется для инструментов из быстрорежущих сталей при температуре 550—570° С в соляных цианистых ваннах следующего состава:

1) 50% цианистого калия KCN и 50% цианистого натрия NaCN с температурой плавления смеси около 490° С;

 2) 96—98% цианистого натрия NaCN и 4—2% соды Na2C03 с температурой плавления смеси около 550°С;

3) 60% цианистого натрия NaCN и 40% соды Na2C03 с температурой плавления смеси около 440° С. Последняя смесь наиболее жидкая и не дает значительного прилипания солей к обрабатываемому инструменту, а поэтому чаще применяется.

Процесс цианирования производится после термообработки и окончательной заточки. Инструмент погружается в тигель с расплавленными солями па специальных крючках или проволоке и выдерживается в зависимости от размеров, формы и па-значения инструмента от 4 до 30 минут. При этом получается поверхностный цианированпый слой толщиной 0,02—0,07 мм, верхняя часть которого толщиной до 2—3 мк включает, кроме избыточных карбидов быстрорежущей стали, цементит и нитрид железа. Твердость этого хрупкого стоя не превышает НRC = 62—64, поэтому он быстро изнашивается при резании и не влияет на стойкость инструмента. Основное влияние на режущие свойства инструмента оказывает вторая часть слоя, состоящая из мартенсита, карбидов и карбидонитридных фаз и имеющая твердость HRC до 70—72, а также повышенную теплостойкость и износостойкость. На планированной поверхности реже наблюдается налипание обрабатываемого материала и в связи с этим уменьшается коэффициент трения сходящей стружки. Вследствие этих причин стойкость цианированных инструментов повышается в 1,5—2 раза. Однако эффективность процесса цианирования во многом зависит от характера износа и способа переточки инструмента. Наибольшая эффективность процесса цианирования наблюдается для таких иструментов, как резьбовые и червячные фрезы, долбякн, фасонные резцы и метчики, переточка которых производится только по передней поверхности. Значительный эффект имеет также цианирование у таких инструментов, как сверла и зенкеры, сохраняющие после переточек циа-нироваиный слой на передних поверхностях и на вспомогательных режущих лезвиях. Несколько меньший эффект имеет цианирование для цилиндрических и концевых фрез, сохраняющих при переточках цианированный слой лишь на передних поверхностях. Шлицевые же фрезы и отрезные резцы, у которых цианированный слой полностью удаляется после переточки, следует подвергать повторному цианированию.

Однако многократное цианирование увеличивает хрупкость зубьев инструмента. К тому же у этих инструментов, изнашивающихся как по задней, так и в виде лунки по передней поверхности, цианированный слой сохраняется только в начальный период работы, а затем разрушенный цианированный слой выполняет роль абразива, ускоряя образование лунки и тем самым способствуя понижению стойкости. В связи с этим повторное цианирование таких инструментов не следует производить.

Сулъфидирование

Сулъфидирование, как и цианирование, выполняется после термической обработки и заточки инструментов. Оно обычно осуществляется в зависимости от размера и формы инструмента с выдержкой от 45 минут до 3 часов в тигельных ваннах при температуре 550—560° С. В состав ванны входят нагревательная (39% хлористого кальция, 25% хлористого бария и 17% хлористого натрия) и активная (13,2% сернистого железа в порошке и 3,4% кристаллического сернокислого натрия) части, а также ускоритель — 3,4% желтой кровяной соли.

После сульфидироваиия поверхность инструмента имеет серый цвет. В поверхностном слое толщиной до 0,1—0,12 мм главным образом по границам зерен выделяются сернистые соединения FeS, которые приобретают в процессе сухого трения самосмазывающую способность, благодаря чему уменьшаются силы трения стружки о режущий инструмент и повышается в 1,5-2 раза износостойкость инструмента.

Обработка в атмосфере сухого и перегретого

Обработка в атмосфере сухого и перегретого пара применяется для инструментов т быстрорежущих сталей. Инструменты после шлифования, заточки и обезжиривания помещают в герметически закрывающуюся печь и при 300— 350°С начинают подачу пара под давлением (9,81—29,43) 103 Н/м2 в течение 20—30 минут для удаления воздуха из печи. Затем повышают температуру до 550—570° С и выдерживают 30—60 минут, а затем охлаждают в атмосфере пара до 300—350° С.

После этого прекращают подачу пара и заканчивают охлаждение инструмента с печыо или на воздухе с последующим промыванием его в горячем веретенном масле. В результате такой обработки на поверхности инструмента образуется темно-синяя пленка магнитной окиси железа FesOi толщиной 2—5 мкм. Эта окисная пленка защищает инструмент от коррозии, а также удерживает смазку, понижает коэффициент трения и резко повышает температуру сваривания рабочих поверхностей инструмента со стружкой при резании, чем способствует повышению стойкости инструмента па 50—75%. Кроме того, обработка паром устраняет недоотпуск, который мог быть допущен после закалки, снимает также шлифовочные напряжения, способствует дальнейшему превращению аустеннта во вторичный мартенсит в шлифованном поверхностном слое и улучшает товарный вид инструмента. Обработка паром является простой, дешевой и безопасной операцией.

Она целесообразна для тех инструментов, которые нельзя подвергать цианированию, а также прошедших цианирование.

Xимико - механические методы

 Xимико - механические методы облагораживания используются для удаления прижогов, отпущенного тростита или сорбита и других дефектов поверхностного слоя рабочей части инструмента.

Дефектный слой можно удалить механической доводкой с помощью пасты ГОИ и наждачной пасты, а также полировкой в растворах электролитов. В первом случае доводка осуществляется чугунными притирами, шаржированными пастами, состоящими'из 65—75%) абразива (карбид бора, алмаз, борозои и т. д.) и 35—25% парафина. Для доводки быстрорежущего инструмента широко применяются мелкозернистые борозоповыс, а твердосплавного — алмазные круги. Кроме того, доводи а твердого сплава может производиться в растворах электролитов, в результате чего освобождаются зерна карбидов вольфрама и титана, которые затем удаляются с помощью наждачного порошка.

Xимическая и электрохимическая обработка

Xимическая и электрохимическая обработка производится стравливанием дефектов слоя кислотами или солями.

В первом случае после предварительного обезжиривания инструмент помешают в водный раствор, содержащий серную и азотную кислоту, а также медный купорос, и производят обычное химическое травление. Более целесообразным методом является электрохимическое стравливае, когда инструмент подвешивается в ванне н является катодом, а с двух сторон подвешиваются свинцовые аноды. Процесс ведется при напряжении 2—6 В и плотности тока 10—15 А. За 5—10 минут снимается дефектный поверхностный слои толщиной 0,01—0,02 мм, что обеспечивает повышение стойкости инструмента.

Электролитическое покрытие

Электролитическое покрытие рабочих поверхностей инструмента хромом получило широкое применение при обработке инструментов, изготовленных из различных инструментальных сталей. Оно выполняется при низких температурах 50—70°. К тому же это покрытие имеет высокую твердость (НRС=65—67) и износостойкость н осуществляется в ваннах состава: 250 г хромового ангидрида СгЬ3; 2,5 г серной кислоты H2SO4; 1 л воды. Инструмент служит катодом, а анодом — свинец или нержавеющая сталь. Плотность тока при этом составляет от 14 до 22 А/дм2.

Сущность процесса при хромировании сводится к осаждению хрома на хромовой кислоты в присутствии ионов. Для осаждения хрома в канавках н отверстиях анодам придается соответствующая форма. Время выдержки в ванне зависит от требуемой толщины (0,01—0,04 мм) покрытия. Во избежание отслаивания хрома поверхности инструмента, подвергаемые покрытию, тщательно шлифуются и полируются, а затем обезжириваются.

В производстве режущих инструментов из быстрорежущих и легированных сталей хромирование является средством дополнительного повышения их износостойкости после цианирования. Это связано со следующими положительными свойствами хромированного слоя:

1) сохраняется высокая твердость при нагреве до 400—500°;

2) пониженный коэффициент трения по сравнению с обычными закаленными сталями;

3) высокая химическая устойчивость против воздействия кислот, влаги и т. д.;

4) повышенная теплопроводность (до 10—12 раз по сравнению с быстрорежущей сталью) улучшает условия отвода тепла при работе инструментов;

5) меньшая налипаемость обрабатываемого материала па поверхности инструмента.

В связи с этим стойкость режущих инструментов (протяжки, развертки и др.) повышается в 1,5—2 раза. Но несмотря на высокие свойства, электролитическое хромирование применяется реже цианирования и других методов облагораживания. Это связано с трудностями качественного и равномерного хромирования инструментов сложной формы.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие существуют виды трения при резании?

2. Как оценивать процесс износа?

3. В чем заключается особенность диффузионного износа режущего инструмента?

4. Какие существуют виды износа режущего инструмента?

**Практическое занятие №14.**

**Тема:** *«Методы повышения производительности инструмента».*

**Цель занятия:** изучить методы повышения производительности инструмента и проанализировать их достоинства и недостатки.

**Задание:** изучить теоретический материал и заполнить таблицу.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод повышения производительности | Способ повышения производительности | Достоинства | Недостатки |
|  |  |  |  |

**Теоретические сведения.**

Этот цикл операций не требует больших затрат, но в настоящее время становится одним из наиболее важных. Называют его упрочнением инструмента или облагораживанием режущих лезвий. Ни одно из названий не отражает в полной мере сущность процессов, при которых на поверхности уже готового инструмента перед его использованием наносятся тонкие пленки других материалов или эти поверхности насыщаются некоторыми химическими элементами. В результате изменяются физико-механические свойства поверхностных слоев инструмента, что в несколько раз увеличивает ею стойкость или обеспечивает возможность повышения производительности обработки за счет увеличения скоростей резания.

В настоящее время известно достаточно много методов повышения режущей способности путем изменения физико-механических свойств поверхностных и подповерхностных слоев материала инструмента. По технологии производства их можно объединить в следующие группы:

1. нанесение износостойких покрытий;
2. нанесение антифрикционных покрытий;
3. гальванические методы;
4. химические методы;
5. химико-термические методы;
6. физические методы;
7. физико-термические методы;
8. механические методы;
9. термомеханические методы.

Все они достаточно широко применяются в промышленности, особенно нанесение износостойких покрытий, химико-термические и механические методы. Повышение режущей способности инструментов возможно несколькими методами одновременно или последовательно для получения наибольшего эффекта.

Пока нет обобщающих работ о природе влияния этих методов на механизм изнашиваемости инструментов, а поэтому нет конкретных научно обоснованных рекомендаций по их выбору. Рассмотрим данные методы и их эффективность раздельно и упомянем лишь о том, что методы, повышающие твердость и хрупкость поверхностных слоев, не следует применять для мелкоразмерных и мелкопрофильных инструментов по причине их недостаточной исходной прочности.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие основные физико-механические свойства инструментальных материалов Вам известны?

2. Какой основной химический элемент, определяющий физикомеханические свойства углеродистых и легированных инструментальных сталей?

3. Основные отличия углеродистых сталей от легированных?

4. Свойства и область применения твердых сплавов. Расшифровать марки сталей: ВК6, Т30К4, TT7K12.

5. Основные преимущества и недостатки неметаллических инструментальных материалов?