

Министерство образования и науки Российской Федерации
Вологодский государственный университет

Кафедра технологии машиностроения

РЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

*Методические указания
по выполнению курсовой работы*

Направления подготовки: 15.03.05 (151900.62) – конструкторско-
технологическое обеспечение
машиностроительных производств
15.03.01 (150700.62) – машиностроение

Вологда
2014

Режущие инструменты: методические указания по выполнению курсовой работы. – Вологда: ВоГУ, 2014. – 29с.

В методических указаниях приведены общие требования, содержание расчетно-пояснительной записки и графической части курсовой работы, индивидуальные задания. Даны методические указания по выполнению всех разделов работы.

Предназначены для студентов очной, заочной, ускоренной заочной форм обучения по направлениям 15.03.05 (151900.62) – конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств 15.03.01 (150700.62) – машиностроение.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

Составители: С.В. Яняк, канд. техн. наук, доцент;
В.С. Солтус, канд. техн. наук, доцент;
С.А. Фролов, ассистент.

Рецензент Б.А. Шкарин, канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой ТОАП

1. Общие требования

В соответствии с учебным планом по направлениям 15.03.05 (151900.62) и 15.03.01 (150700.62) студенты выполняют курсовую работу по дисциплине «Режущие инструменты».

Курсовая работа выполняется студентами по индивидуальному заданию под руководством преподавателя.

Целью работы является самостоятельное творческое решение технической задачи: проектирование двух режущих инструментов. Студенты должны продемонстрировать навыки в использовании учебной и справочной литературы, умение анализировать исходную информацию, принимать конструктивные решения, обосновывать решения, выполнять расчеты, оформлять техническую документацию.

Курсовая работа содержит расчетно-пояснительную записку с иллюстрациями объемом 30-40 страниц и графическую часть: 2 чертежа формата А3 или А2.

2. Оглавление расчетно-пояснительной записки к курсовой работе

Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4(297x210 мм) в соответствии с требованиями «Методических рекомендаций по оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых проектов/работ для очной, очно-заочной (вечерней) и заочной форм обучения. – Вологда: ВоГУ, 2014. – 80 с.».

Примерный объем расчетно-пояснительной записки 30-40 страниц текста с иллюстрациями, таблицами и приложениями.

В состав расчетно-пояснительной записки входят:

Титульный лист

Оглавление

Введение

1. Разработка конструкции инструмента № ... «.....» (приводится № инструмента по индивидуальному заданию и полное наименование инструмента)

1.1. Техническое задание на проектирование инструмента

1.2. Литературный обзор по конструкциям инструментов-аналогов

1.3. Исследовательская часть. Анализ условий работы и элементов конструкции инструмента. Установление зависимостей для проектирования инструмента

1.4. Эскизное проектирование инструмента. Выбор принципиальных схем инструмента и его составных частей. Выбор материала режущей части и материала корпуса. Выбор элементов геометрии. Выбор основных размеров. Разработка компоновки инструмента

1.5. Техническое проектирование инструмента. Конструктивное оформление режущей части, корпуса, крепежной части инструмента. Описание конструкции инструмента. Расчеты при конструировании инструмента. Разработ-

ка технических условий на изготовление и приемку инструмента. Отработка конструкции инструмента на технологичность

1.6. Техническое и экономическое обоснование инструмента. Область применения инструмента. Рекомендуемые режимы резания. Типовая схема наладки с применением инструмента. Экономическое обоснование инструмента

1.7. Технологическое обеспечение инструмента. Заточка и восстановление инструмента. Элементы технологии изготовления инструмента. Инструментальное приспособление

2. Разработка конструкции инструмента № ... «.....»

Далее следуют разделы 2.1-2.7, аналогичные разделам 1.1-1.7

Заключение

Список использованных источников

Приложения

3. Содержание разделов расчетно-пояснительной записки

Титульный лист выполняется по форме, приведенной в «Методических рекомендациях по оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых проектов/работ для очной, очно-заочной (вечерней) и заочной форм обучения. – Вологда: ВоГУ, 2014. – 80 с.».

В **оглавлении** указать все разделы и подразделы расчетно-пояснительной записки (от введения до приложений) с указанием соответствующих номеров страниц, нумерацию страниц начать со страницы 2 (оглавление), номера страниц проставляют в центре нижней части листа без точки.

Во **введении** дать общую характеристику проектируемых инструментов (вид обработки, точность, производительность, эффективность обработки деталей машин), сформулировать актуальность проекта.

Раздел 1.1. Техническое задание на проектирование инструмента оформляется на бланке, выдаваемом преподавателем, или в виде технического текста. В техническом задании указывается полное наименование режущего инструмента, его рабочий размер, модель станка, присоединительные размеры, наименование и характерные размеры обрабатываемых деталей, обрабатываемые материалы, дополнительные сведения для проектирования, срок выполнения работы, предъявляемая к защите документация, подпись студента.

Раздел 1.2. Литературный обзор по конструкциям инструментов-аналогов выполняется с целью выявления типовых, а также оригинальных элементов конструкции инструментов, которые могут быть использованы при конструировании заданного инструмента. Приводятся схемы, эскизы инструментов-аналогов описания их конструкции, технические характеристики, технологические возможности, достоинства и недостатки по литературным данным. Схемы, эскизы и другие иллюстрации в этом разделе и ниже выполняются в соответствии с «Методическими рекомендациями по оформлению вы-

пусковых квалификационных работ, курсовых проектов/работ для очной, очно-заочной (вечерней) и заочной форм обучения. – Вологда: ВоГУ, 2014. – 80 с.». На рисунки, таблицы, источники информации в тексте привести ссылки: (рис. 1), (табл. 1), [1].

Раздел 1.3. Исследовательская часть посвящается анализу условий работы и элементов конструкции заданного инструмента на основании данных учебной, справочной литературы и других источников информации.

Условия работы заданного инструмента определяются как для всей его конструкции, так и для отдельных частей. Пример анализа условий работы спирального сверла: спиральное сверло обычно работает с врезанием в предварительно обработанную поверхность (без дефектной корки), выполняет обработку с большими силами резания даже при умеренной величине подачи. Конструкция сверла и нормальные условия его работы позволяют получить отверстие с допусками на диаметр по 11-13 квалитетам точности с шероховатостью поверхности Ra6,3–12,5 мкм, что соответствует получистовому характеру обработки. Для спирального сверла в целом характерна работа на кручение и продольный изгиб с высоким уровнем напряжений, умеренная динамическая нагрузка (при обработке хрупких материалов) на режущие элементы, повышенные тепловые нагрузки (связанные с большой длиной режущих кромок, с непрерывным и интенсивным характером работы, с низкой теплопроводностью инструментального материала и долгим пребыванием стружки в стружечных канавках сверла), интенсивный износ по главным режущим кромкам и перемычке. При неправильной (несимметричной) заточке образуется неуравновешенная циркулирующая радиальная сила резания, которая увеличивает разбивку (погрешность диаметра) отверстия, увеличивает шероховатость поверхности отверстия, увод оси отверстия и износ сверла по боковым кромкам.

Изучение условий работы инструмента позволяет определить наиболее существенные факторы, влияющие на производительность, точность (качество), эффективность обработки деталей. К таким факторам относятся элементы геометрии режущей части инструмента, рабочие размеры и соотношения размеров инструмента (влияющие на жесткость и прочность инструмента), материал режущей части и корпуса инструмента, режимы резания, точность размеров, формы, взаимного расположения рабочих поверхностей инструмента. На основании литературных, справочных сведений, теоретических представлений о процессе резания привести графики зависимостей свойств инструмента (производительности, точности обработки, шероховатости обрабатываемой поверхности, прочности, износостойкости и других) от указанных факторов.

Например, графики зависимости:

- точности (погрешности) обработки от величины главного переднего угла, жесткости инструмента, от величины подачи, от точности инструмента;

- производительность обработки от жесткости инструмента, от теплостойкости и прочности режущего материала, от режимов резания, от твердости и вязкости обрабатываемого материала;
- шероховатости обрабатываемой поверхности от главного переднего угла, от радиуса при вершине в плане, от величины подачи, от режущего материала;
- прочности инструмента от главного переднего, главного заднего угла, угла при вершине в плане, от режущего материала, от размеров инструмента;
- износостойкости инструмента от режущего материала, элементов геометрии, режимов резания.

Выполнить анализ зависимостей, установить важнейшие из них для проектируемого инструмента. Анализ зависимостей включает определение характера зависимости (увеличение-уменьшение, монотонность или с перегибом, или с экстремальным значением, значительное или слабое влияние), диапазонов изменения фактора и свойства. Результаты анализа учесть, принять как обоснование при конструировании инструмента.

Раздел 1.4. Эскизное проектирование инструмента заключается в принятии принципиальных решений по конструкции инструмента в целом и по конструкции его составных частей. Конструкции инструментов для разных видов обработки иногда не имеют даже отдаленного внешнего сходства: например, токарный стержневой резец, протяжка для внутреннего протягивания, червячная зуборезная фреза имеют принципиально разные конструкции. Конструкции инструментов для одного вида обработки также могут иметь существенные отличия: например, конструкции строженого, дискового и призматического токарных резцов. В связи с этим подходы к конструированию могут быть разными: от общего (компоновочного) решения – к частным (к уточнению элементов конструкции) или, наоборот, от элементной базы – к компоновке инструмента. Может быть предложена такая последовательность (разделы) эскизного проектирования:

1.4.1. Выбор образа инструмента выполняется на основании представления об инструменте, полученного, например, в результате литературного обзора по конструкциям инструментов-аналогов. На образе инструмента указываются основные составные части: режущая часть, опорная часть (посадочное место для режущей части), крепление режущей части, крепежная часть (посадочное место для установки инструмента на станок или в инструментальное приспособление), корпус (несущая часть конструкции, объединяющая другие составные части и определяющая компоновку инструмента). Указанные составные части характерны для сборных конструкций некоторых инструментов, таких как: токарные резцы со сменными пластинами, расточные борштанги с резцовыми блоками, торцевые фрезы, насадные развертки, червячные фрезы со сменными пластинами или ножами. У некоторых инстру-

ментов могут быть специфические составные части, например: контрольные буртики для контроля положения червячной фрезы, направляющая цапфа у торцевого зенкера, стебель и направляющая часть у внутренней протяжки, регулировочные и настроечные элементы в конструкциях автомато-токарных резцов, торцевых фрез, регулируемых разверток.

По возможности, образ инструмента сразу выполняется с выдерживанием основных размеров и размерных соотношений между составными частями конструкции. Так, образ токарного расточного резца должен иметь режущую, опорную и зажимную части, вписанные в отверстие с заданными минимальным диаметром и наибольшей длиной, которые определяют пропорции инструмента.

В РПЗ приводится эскиз инструмента с вынесенными позициями и названиями его составных частей.

Дальнейшее проектирование инструмента проводится по многовариантному принципу: рассматривается возможно большее количество вариантов исполнения каждой составной части, из них отбирается один или несколько вариантов. Признаки для выбора решения:

- Эксплуатационные признаки: производительность, надежность, удобство обслуживания, минимальные затраты времени на переналадку и настройку инструмента, точность и шероховатость обработанной поверхности, стойкость и полный ресурс времени работы инструмента.
- Технологический признак: возможность изготовления инструмента в целом и его конкретной составной части в заданных реальных условиях производства (предположительно, крупного машиностроительного завода) с допустимым уровнем затрат на изготовление инструмента. Сложные нетехнологичные решения допускаются, но они должны быть в пределах технологических возможностей предприятия и должны окупаться благодаря достоинствам в сравнении с более простыми решениями.
- Конструкционный признак: сочетание с другими составными частями без существенного усложнения конструкции последних с обеспечением общей компоновки инструмента («встраиваемость» в компоновку), с соблюдением требований точности, жесткости, прочности инструмента.

Выбранный вариант конструкции составной части инструмента должен обладать комплексом достоинств по эксплуатационным, технологическому и конструкционному признакам, которые должны обеспечить преимущества разработанного инструмента над прототипом.

1.4.2. Выбор режущей части инструмента заключается в выборе марки режущего материала, вида и формы режущего элемента, количества режущих элементов (зубьев), формы зубьев и стружечных канавок, расположения ре-

жущего элемента (зубьев) в режущей части, конструктивных размеров и элементов геометрии режущей части.

Режущий материал выбирается с учетом характера резания (черновое - чистовое, медленное - скоростное, равномерное - динамическое, ударное), эксплуатационных свойств материала (теплостойкость, износостойкость, прочность, вязкость, твердость), технологических свойств материала (возможность изготовления режущего элемента предполагаемой формы и размеров, его присоединения к конструкции пайкой или сваркой, шлифуемость). Режущий материал может быть указан в задании на проектирование инструмента, например, твердый сплав. В этом случае выбирается марка твердого сплава с подходящим сочетанием свойств: например, для чистового скоростного равномерного резания — Т30К4, Т15К6, для чернового или динамического резания - Т5К10, Т5К12. Для повышения износостойкости твердосплавного режущего элемента рекомендуется использовать многослойное (карбидно-нитридно-оксидное) покрытие.

В конструкциях режущих инструментов применяются следующие **основные виды режущей части** или режущих элементов: конструктивное продолжение корпуса цельного инструмента с одним или несколькими лезвиями или зубьями; часть инструмента, присоединяемая к корпусу контактной сваркой с последующей механической обработкой; зубчатый диск; зубчатый сектор с одним или несколькими зубьями; стержень простого сечения (круглого, прямоугольного, трапециевидного); стержень сложного сечения (с прямыми или винтовыми стружечными канавками); головка с цилиндрической, конической или криволинейной производящей поверхностью вращения с лезвиями и стружечными канавками; коронка (в форме втулки или чашки с производящей поверхностью); блок (массивная пластина или призма); нож (длинная пластина или резец), цельный или составной (с пайкой); припаиваемая пластина к передней или задней поверхности режущего клина или в паз корпуса инструмента; сменная пластина для заклинивания в клиновом пазу или для установки с прихватом или штифтом (в последнем случае — с центральным отверстием); ограненное зерно для установки в вершине зуба с пайкой или механическим креплением.

Формы режущих элементов отличаются разнообразием. Не представляется возможным рассмотреть в МУ даже основные промышленные (стандартные, фирменные) формы режущих элементов и частей всех видов. Например, сменные неперетачиваемые пластины для токарных резцов (отчасти для строгальных, расточных резцов, сборных сверлильных головок, сборных торцевых и концевых фрез) имеют стандартные формы в плане: круглую, шестиугольную, пятиугольную, квадратную, «ломаный треугольник», треугольную, ромбическую - все либо с центральным отверстием, либо без него; кроме того, формы параллелограмма, «зигзаг», с оттянутыми вершинами для канавочных и резьбовых резцов и другие. Имеются также отличия в форме

передней поверхности, стружкозавивающей канавки, центрального отверстия, опорной поверхности, в наличии или отсутствии собственного заднего угла. У клиновых пластин могут быть плоские или рифленые опорные поверхности, различные формы (в том числе, фасонные) режущих кромок. Ограничения по форме оригинальных твердосплавных пластин связаны с технологией их изготовления методом порошковой металлургии: для операции прессования желательно, чтобы у пластины было не более одного отверстия и не было собственного заднего угла. Для операции спекания желательно, чтобы толщина пластины была не менее 2 мм, а отношение длины к толщине пластины не более 6. Наиболее технологичными считаются режущие пластины безцентрального отверстия с плоской опорной поверхностью и без собственного заднего угла. Практически любая форма в плане и форма передней поверхности пластины (даже криволинейные) сравнительно легко обеспечиваются благодаря сборной конструкции матрицы и гравюре на рабочей поверхности верхнего пуансона в пресс-форме. Нетехнологичными считаются объемные виды режущих элементов, такие как: головки, коронки, стержни из твердого сплава с винтовыми стружечными канавками. При выборе такого вида режущей части необходимо в качестве технического обоснования привести эскиз пресс-формы.

Количество зубьев у многозубых инструментов связано с конструктивными размерами зуба, с формой и размерами стружечных канавок или необходимым расстоянием между зубьями. С увеличением количества зубьев при одинаковых размерах производящей поверхности повышается производительность инструмента либо снижается нагрузка на зуб, уменьшаются сечения зуба и его прочность, ухудшается теплоотвод, затрудняется удаление стружки. Для черновых производительных инструментов характерно небольшое число крупных зубьев, для точных чистовых инструментов характерно большее число мелких зубьев. Например, у черновой концевой фрезы может быть 3-4 зуба, у чистовой - 5-6 зубьев.

Форма и размеры зубьев и стружечных канавок подчиняются эксплуатационным и технологическим требованиям. Рациональной считается трапециевидная форма в поперечном сечении относительно лезвия для зуба и треугольная с закруглением вершины форма для стружечной канавки. Но такие формы характерны для цельных и составных конструкций перетачиваемых инструментов. В сборных конструкциях зубу (как правило, режущей пластине с задней опорой) желательно придавать трапециевидную форму за счет задней опоры, являющейся частью конструкции жесткого корпуса. По возможности, следует обеспечить плавный конструктивный переход от передней поверхности режущей пластины в стружечную канавку за счет прихвата, зажимающего пластину и за счет стружкозавивающей канавки самой пластины. Форма задней поверхности зуба фасонной перетачиваемой фрезы - затылованная (по Архимедовой спирали). Форма главной задней поверхности спи-

рального сверла - осевая спиральная поверхность. У других инструментов задние поверхности - плоские, иногда с ленточкой, примыкающей к вершине режущего клина. Зубья режущих инструментов, работающих с большими силами резания, рассчитываются на прочность при изгибе, как консольная балка. Для инструментов с несвободным резанием (внутренние протяжки, сверла) рассчитывается площадь стружечной канавки, необходимая для транспортировки или накопления стружки.

Расположение зубьев в режущей части многозубого инструмента может быть равномерным (с одинаковым шагом) или неравномерным (у разверток), одинаковым центрально-симметричным или периодическим (в шахматном порядке), по генераторной схеме - у протяжек (когда зубья с разным профилем и размерами постепенно подходят к заданному профилю), в виде гребенок - у зубообрабатывающих и резьбонарезных инструментов. У некоторых инструментов (зенковок, пальцевых фрез) часть зубьев по мере приближения к оси частично срезают. Величину шага зубьев (центральный угол или окружной, или линейный шаг) выбирают с учетом ширины спинки зуба (необходимой по условиям прочности, жесткости, переточки зуба) и ширины стружечной канавки (необходимой для формирования, транспортировки или накопления стружки).

Элементы геометрии выбирают с учетом характера обработки и конструктивных особенностей инструмента. Элементы геометрии зависят от принятых конструктивных решений (от материала, от режимов обработки, от характера нагружения инструмента, от жесткости технологической системы). Элементы геометрии позволяют влиять на силы резания и их составляющие, на силы трения, на качество обработанной поверхности, на прочность лезвия, на плавность нагружения при врезании, на температуру в зоне резания. Оптимальное сочетание элементов геометрии позволяет наилучшим образом использовать свойства режущего материала. К важнейшим элементам геометрии относятся: главный задний угол α , главный передний угол γ , главный угол в плане ϕ , соответствующие им вспомогательные углы, угол винтового профиля ω , радиус или фаска при вершине режущего клина ρ или f , радиус при вершине в плане r . Обязательное условие для любого режущего инструмента: положительные кинематические задние углы.

1.4.3. Выбор конструкции посадочного места для режущей части должен обеспечить базирование режущей части с необходимой для инструмента точностью и жесткостью. Посадочное место предусматривается в корпусе инструмента в виде паза или гнезда для установки режущей пластины, в виде цилиндрического или конического отверстия для установки режущего стержня круглого сечения или со стружечными канавками, в виде цилиндрической или конической оправки для установки режущей головки или коронки. Точное базирование режущего элемента обеспечивается за счет точности размеров и положения посадочного места. Повышенная жесткость установки ре-

жущего элемента достигается за счет высокого качества контактных поверхностей режущего элемента и посадочного места, за счет увеличения площади поверхности контактных поверхностей, за счет использования опорных пластин из твердого сплава.

1.4.4. Выбор конструкций и способа крепления режущей части к корпусу инструмента.

Для режущих пластин возможно использование заклинивания в пазу корпуса за счет клиновидной формы пластины и паза или за счет дополнительного клина (распространен угол клина 5° , который обеспечивает самостопорение). На опорных поверхностях паза, клина и режущей пластины предусматриваются продольные рифления треугольного профиля с углом при вершине 90° или 60° - во избежание боковых и угловых смещений режущей пластины.

Плоские многогранные пластины крепят рычажными или Г-образными прихватами с винтами. Многогранные пластины с центральным отверстием устанавливаются на штифт, который может быть неподвижной опорой (в этом случае пластину прижимают прихватом либо к штифту, либо к опорной поверхности) или выполняют крепление, прижимая пластину к боковым поверхностям посадочного места. Конструкция подвижных штифтов (качающийся штифт, Г-образный штифт, эксцентричный штифт) сложны и нетехнологичны.

Плоские пластины, секторы, сегменты, диски, головки, коронки, ножи могут быть снабжены одним или несколькими отверстиями для крепления к корпусу винтами специального исполнения.

Для крепления стержней могут быть успешно использованы зажимные цанги с двумя или большим количеством лепестков, стягивание которых можно выполнять винтом или накидной гайкой с конусом или конической втулкой.

Неразъемное соединение режущей части и корпуса выполняется либо контактной сваркой (на ранней стадии приготовления инструмента), либо пайкой твердым припоем на основе меди или серебра.

1.4.5. Крепежная часть (посадочное место для установки инструмента непосредственно на станке или с помощью инструментального приспособления) имеет обычно типовую или стандартную конструкцию. Необходима адаптация (конструктивная связь) по форме и размерам крепежной части к типоразмеру или конкретной модели станка или к инструментальному приспособлению (например, патрону, оправке), которые должны быть указаны в техническом задании на проектирование инструмента.

1.4.6. Корпус инструмента соединяет режущую и крепежную части элемента, обеспечивает их необходимое взаимное расположение (соосность, вылет инструмента), точность, жесткость, в ряде случаев – прочность инструмента. Обычно корпус – цельный, в некоторых конструкциях инструментов может быть составным (ружейное сверло) или сборным (кольцевое сверло с

трубчатыми секциями-удлинителями). Корпус преимущественно изготавливается из конструкционной стали (сталь 45, 40Х), у цельных инструментов – из режущего материала.

Раздел 1.5. Техническое проектирование инструмента заключается в принятии окончательных решений по конструкции инструмента в целом и его основных частей, в обосновании принятых решений, в выполнении конструкторских расчетов, в описании конструкции инструмента, в разработке конструкторских документов: сборочного чертежа и спецификации или рабочего чертежа (для цельных и составных конструкций), в оценке (анализе) технологичности конструкции инструмента.

1.5.1. Принятые конструктивные решения.

Привести эскизы, наименования и обоснование (достоинства) выбранных из нескольких вариантов конструкций составных частей инструмента: режущей части, опорной части, крепления режущей части, посадочного места (крепёжной части), корпуса инструмента.

1.5.2. Конструкторские расчёты.

Для наружных стержневых токарных резцов выполнить проверочный расчет жесткости (или упругой деформации) с учетом конструктивных размеров поперечного сечения державки (корпуса), вылета резца и типовых режимов резания.

Для токарных расточных стержневых резцов выполнить проверочный расчет жесткости и прочности при изгибе.

Для фасонных токарных резцов выполнить коррекционный расчет (аналитический или графический) размеров по глубине профиля, расчет допустимой подачи в зависимости от длины (ширины) лезвия.

Для спиральных сверл рассчитывается диаметр сердцевины, выполняется проверочный расчет прочности и жесткости при кручении с учетом типовых режимов резания, размеров поперечного сечения, длины рабочей части.

Для развёрток, пазовых и шпоночных фрез рассчитываются исполнительные размеры рабочей части (поле допуска) с учетом допуска и посадки обрабатываемого отверстия или паза.

Для протяжек рассчитываются исполнительные размеры (допуск) калибрующих зубьев, выполняется проверочный расчет прочности при растяжении для наименьшего сечения инструмента, площадь стружечной канавки.

Для дисковых и цилиндрических фрез выполнить проверочный расчет диаметра посадочного отверстия с учетом сил резания и длины оправки (расчет на прочность и жесткость при кручении и изгибе).

Для концевых фрез выполнить проверочный расчет жесткости при изгибе, прочности при изгибе и кручении.

Для червячных насадных фрез выполнить расчет диаметра посадочного отверстия с учетом жесткости оправки при изгибе и прочности при кручении и изгибе, расчет точности червяка и профиля зубьев.

Общие рекомендации: для тяжело нагруженных (черновых) инструментов выполняются проверочный расчет прочности, для точных (чистовых) инструментов - расчет величины деформации и расчет точности (допусков на исполнительный размер) инструмента.

1.5.3. Описание конструкции инструмента.

Привести эскиз (адекватное изображение) инструмента. В сборных и составных конструкциях инструментов обозначить позициями составные части (детали). Привести наименования составных частей. Указать порядок присоединения деталей и вид соединения при сборке. Пример: в посадочном гнезде корпуса 1 устанавливается опорная пластина 2, крепится винтом 3, на опорную пластину в посадочное гнездо закладывается режущая пластина 4, крепление которой выполняется прихватом 5 и винтом 6.

1.5.4. Разработка конструкторских документов.

Для сборного инструмента разрабатывается сборочный чертеж и спецификация. Для составного инструмента разрабатывается рабочий чертеж с указанием материалов и составных частей. Для цельного инструмента выполняется рабочий чертеж. Требования к оформлению чертежей – в соответствии с нормами ЕСКД. Требования к содержанию:

- Адекватное изображение.
- Размеры (на сборочных чертежах: сборочные, размеры с посадками, присоединительные, контрольные, рабочие, элементы геометрии, габаритные; на рабочих чертежах: все размеры для изготовления инструмента).
- Точность (допуски на ответственные размеры, форму и расположение поверхностей).
- Шероховатость (на сборочных чертежах - на поверхностях, обрабатываемых при сборке или после сборки; в рабочих чертежах - на всех поверхностях общим обозначением или отдельно).
- Технические условия (текстовая информация над штампом на поле чертежа).

ТиповыеТУ (выбрать и конкретизировать):

1. Твердость после упрочняющей термической обработки (HRC63...65 для быстрорежущей стали, HRC28...35 для корпуса из конструкционной стали).
2. Покрытие (карбид или нитрид титана, толщина, способ нанесения для твердосплавных инструментов).
3. Химико-термическая обработка (азотирование для быстрорежущей стали).
4. Слесарная обработка (снятие заусенцев, обработка фасок).
5. Специальные методы обработки (пригонка, доводка, полирование, обкатка, выглаживание, электрофизические методы).

6. Маркировка: рабочий размер, марка режущего материала, № чертежа специального инструмента.
7. Неуказанные предельные отклонения размеров: H14, h14, $\pm IT\ 14/2$.
8. Геометрические требования по взаимному расположению поверхностей (отклонения от параллельности, перпендикулярности, концентричности, биение и др.).
9. Сварка, пайка в соединении рабочей части и корпуса.
10. Специальные методы сборки (с выверкой положения, с деформацией детали, с использованием клея и др.).
11. Специальные методы контроля (на проекторе, на стенде, в специальном приспособлении, дефектоскопия и др.).

1.5.5. Анализ технологичности конструкции инструмента. Оработка на технологичность

Оценка технологичности конструкции инструмента выполняется по показателям:

- Расход режущего материала, коэффициент использования режущего материала.
- Обрабатываемость режущего материала.
- Сложность формы режущей части.
- Применение для изготовления инструмента специальных методов изготовления специального или редкого (уникального) оборудования, специальных приспособлений, специальных инструментов (инструмента 2-го порядка).
- Сложность контроля.
- Точность изготовления.
- Трудоемкость изготовления инструмента.

Подавляющее большинство режущих инструментов имеет сложную нетехнологичную конструкцию. Необходимо показать, что предусмотрено в конструкции инструмента для повышения технологичности:

- Возможность рационального использования режущего материала.
- Возможность использования режущих элементов, изготовленных методом порошковой металлургии, с минимальной отделочной обработкой.
- Посадочное место для установки режущего элемента с удобным доступом для обработки.
- Стандартная конструкция крепежной части инструмента.
- Минимальный объем слесарных пригоночных работ.
- Использование стандартных элементов конструкции, позволяющих на большинстве операций использовать стандартные инструменты.
- Возможность использования типовых эффективных методов обработки и типового оборудования.

- Максимально возможная жесткость конструкции для заданных условий эксплуатации.
- Обоснованная точность инструмента с учетом точности обработки, для которой он предназначен.
- Возможность выполнения измерений линейных, угловых размеров, профиля режущей кромки, отклонений формы и расположения поверхностей, шероховатости поверхностей инструмента.
- Возможность восстановления работоспособности инструмента путем переточки или замены режущих элементов.

Раздел 1.6. Техническое и экономическое обоснование.

1.6.1. Область применения инструмента. Указываются обрабатываемые материалы (наименования, марки, структурное состояние, виды заготовок, свойства материалов при обработке), метод и разновидности обработки (например, продольное наружное цилиндрическое, коническое и контурное точение), возможные формы обрабатываемых поверхностей, тип производства, типоразмер станка, дополнительные требования к станку и технологической системе (например, повышенная жесткость, применение инструментального приспособления), точность обработки, шероховатость обработанных поверхностей, конструкторско-технологические классы обрабатываемых деталей.

1.6.2. Рекомендуемые режимы резания. Указываются диапазоны (нижние и верхние границы) глубины, подачи и скорости резания; сочетания режимов резания для различных условий обработки, для различных обрабатываемых материалов, для различной точности и шероховатости обработанной поверхности.

1.6.3. Типовая схема наладки с применением инструмента.

На схеме наладки изображаются:

- Обрабатываемая деталь с обработанной инструментом поверхностью в том положении, которое деталь занимает на станке.
- Схема базирования детали в принятых условных обозначениях.
- Инструмент в исходном или конечном положении.
- Рабочие движения: главное движение (V , n); движение подачи S – указать стрелками.
- Размер (размеры) обработанной поверхности.
- Точность обработки (допуски на размеры, форму, расположение обработанной поверхности).
- Шероховатость обработанной поверхности.

В табличной форме привести режимы резания (V , n , S_0 , F , t), машинное время обработки T_0 , стойкость инструмента T : для двух инструментов (базового - ранее применявшегося и нового, разработанного). Таблица должна подтвердить целесообразность применения нового инструмента благодаря

уменьшению продолжительности обработки T_0 и увеличению ресурса инструмента T .

1.6.4. Экономическое обоснование инструмента.

Критерием для экономического обоснования нового инструмента является технологическая себестоимость обработки деталей новым инструментом C_n , которая должна быть меньше технологической себестоимости обработки деталей базовым инструментом $C_б$ ($C_n < C_б$).

Исходные данные для расчетов:

V , м/мин. — скорость резания;

$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$, об./мин. - частота вращения шпинделя, где D - расчетный диаметр детали или инструмента;

S_0 , мм/об. - подача инструмента;

t , мм - глубина резания, влияет на другие режимы резания и на количество проходов при многопроходной обработке;

i - количество проходов с учетом глубины резания и припуска на обработку;

L_Σ , мм - суммарная длина рабочих ходов при обработке одной детали;

$T_0 = \frac{L_\Sigma}{n \cdot S}$, мин. - машинное время обработки одной детали;

$T_{шт.} = T_0 + (T_в + T_{тех} + T_{орг} + T_п + T_{п-з})$, мин. - штучное время (норма времени) обработки одной детали (выражение в скобках можно принять одинаковым для сравниваемых вариантов инструментов;

T , мин. — гарантированная работоспособность (срок службы) инструмента от начала и до конца эксплуатации с учетом периода стойкости лезвия, количества переточек инструмента, количества рабочих вершин у сменных пластин, количества замен сменных пластин до регламентированного износа корпуса инструмента;

S , руб. - стоимость инструмента;

$S_б$ — стоимость одного покупного базового инструмента;

S_n — затраты на проектирование и изготовление одного нового инструмента с комплектом режущих элементов;

N , шт. - годовая программа изготовления деталей с применением базового или нового инструмента;

H , % - цеховые накладные расходы, принять 500 %;

Z , руб./мин. - минутная тарифная ставка станочников, принять 1 руб./мин.

Технологическая себестоимость обработки деталей, рассчитанная по укрупненному бухгалтерскому методу:

$$C = M + T_p \left(1 + \frac{H}{100} \right), \quad (1)$$

где M - материальные затраты, можно принять $M=S$,

т.е. $M_б=S_б$ - для базового инструмента,

$M_n=S_n$ - для нового инструмента,

T_p -трудоемкость изготовления продукции, может быть приведена к единице продукции (одной детали), к партии деталей, к годовой программе изготовления деталей, к стойкости (ресурсу работы) базового или нового инструмента.

Технологическая себестоимость обработки одной детали:

$$C_1 = M_1 + T_{p1} \left(1 + \frac{H}{100} \right),$$

$M_1 = \frac{ST_0}{T}$ - стоимость расходуемого инструмента, перенесенная на стоимость обработки детали,

$T_{p1} = ZT_{шт.}$ - заработная плата станочника (расценка) за обработку одной детали.

Тогда:

Технологическая себестоимость обработки одной детали базовым инструментом:

$$C_{1Б} = \frac{S_B T_{0Б}}{T_B} + ZT_{шт.Б} \left(1 + \frac{H}{100} \right);$$

Технологическая себестоимость обработки одной детали новым инструментом:

$$C_{1Н} = \frac{S_H T_{0Н}}{T_H} + ZT_{шт.Н} \left(1 + \frac{H}{100} \right);$$

Экономический эффект от применения нового инструмента при обработке одной детали:

$$\Delta_1 = C_{1Б} - C_{1Н};$$

Экономический эффект от применения нового инструмента при обработке годовой программы деталей:

$$\Delta_N = (C_{1Б} - C_{1Н})N;$$

Пример расчета экономического эффекта при обработке деталей с годовой программой $N=1000$ шт.:

Для базового инструмента: $S_B=100$ руб., $T_B=180$ мин., $V_B=30$ м/мин., $T_{0Б}=8$ мин., $T_{шт.Б}=9$ мин.

Для нового инструмента: $S_H=1000$ руб., $T_H=1200$ мин., $V_H=120$ м/мин., $T_{0Н}=2$ мин., $T_{шт.Н}=3$ мин.

$$C_{1Б} = \frac{100 \cdot 8}{180} + 1 \cdot 9 \left(1 + \frac{500}{100} \right) = 4,4 + 54 = 58,4 \text{ руб.}$$

$$C_{1Н} = \frac{1000 \cdot 2}{1200} + 1 \cdot 3 \left(1 + \frac{500}{100} \right) = 1,7 + 18 = 19,7 \text{ руб.}$$

$$\Delta = (C_{1Б} - C_{1Н}) \cdot N = 38,7 \cdot 1000 = 38700 \text{ руб.}$$

Раздел 1.7. Технологическое обеспечение инструмента.

1.7.1. Выбор инструментального приспособления.

Для установки на станке некоторых видов режущих инструментов требуется дополнительная технологическая оснастка: инструментальные приспособления (или вспомогательный инструмент). К таким инструментам относятся: токарные расточные резцы для станков с ЧПУ, автоматически-токарные резцы, дисковые, призматические и хвостовые фасонные токарные резцы, расточные резцы, пластины и двухсторонние блоки, сверла и другие хвостовые инструменты с цилиндрическим хвостовиком, хвостовые инструменты с конусом Морзе малого диаметра, машинные резьбовые метчики, машинные резьбовые плашки, дисковые и цилиндрические фрезы, насадные торцевые фрезы и долбяки, шлифовальные круги.

При выборе инструментального приспособления учитывается конструкция и размеры посадочного места (крепежной части) инструмента и станка. Выбирают стандартные типовые инструментальные приспособления: сверлильные кулачковые патроны для инструментов с цилиндрическим хвостиком, переходные конусные оправки для инструментов с конусом Морзе, резьбонарезные копировальные патроны для метчиков, двухопорные оправки для дисковых и цилиндрических фрез, консольные оправки для торцевых фрез, консольные и двухопорные борштанги для расточных резцов.

Привести упрощенный эскиз стандартного инструментального приспособления со схемами базирования инструмента и самого приспособления на станке с присоединительными размерами и требованиями к расположению инструмента на станке (биение, отклонение от параллельности, перпендикулярности). На эскизе тонкими линиями изобразить элементы наладки станка: фрагмент шпинделя или резценарезателя, инструмент. Привести технические характеристики выбранного приспособления: размеры, точность.

1.7.2. Разработка конструкции инструментального приспособления

Инструментальные приспособления для станков-автоматов имеют преимущественно оригинальную, адаптированную к станку и инструменту конструкцию. В учебной и справочной литературе приводятся, как правило, принципиальные схемы или общие виды таких конструкций. Необходимо конкретизировать исполнение инструментального приспособления, выбрать размеры, установить требования к точности приспособления, предусмотреть возможные регулировки положения инструмента на станке.

К специализированным инструментальным приспособлениям относятся: цанговые патроны для инструментов с цилиндрическим хвостовиком (таких, как: сверла, зенкеры, развертки, шпоночные и концевые фрезы с диаметром хвостовика менее 10 мм), плашкодержатели для установки плашек в резьбонарезных патронах, державки для установки проходных резцов, сверл, зенкеров, разверток на одношпиндельных и многошпиндельных токарных автоматах, приспособления для установки подрезных, канавочных и отрезных резцов

на одношпиндельных и многошпиндельных токарных автоматах, приспособления для установки дисковых, призматических, тангенциальных, хвостовых, фасонных резцов на одношпиндельных и многошпиндельных токарных автоматах, консольные борштанги для установки расточных пластин и двухсторонних блоков на расточных станках, оправки для насадных зуборезных долбяков.

В производственных условиях специализированные инструментальные приспособления проектируют совместно с инструментом: на стадии технического проектирования разрабатывают сборочный чертеж, спецификацию, рабочие чертежи деталей.

В РПЗ курсовой работы можно ограничиться эскизом и описанием инструкции специализированного инструментального приспособления, требованиями к приспособлению по точности и силе зажима инструмента.

1.7.3. Заточка инструмента.

Заточка как заключительная операция изготовления инструмента или как операция по восстановлению режущих свойств изношенного инструмента производится по общему правилу: проходные инструменты затачиваются по наиболее изношенной поверхности режущего клина (иногда - по всем изношенным поверхностям); фасонные и затылованные инструменты затачивают только по передней поверхности (к ним относятся: фасонные резцы и фрезы, зубонарезные инструменты, резбонарезные инструменты, протяжки); по задней поверхности затачивают сверла, зенкеры, развертки.

Не подлежат заточке инструменты со сменными неперетачиваемыми пластинами.

Для заточки по плоским поверхностям используются шлифовальные круги формы ЧЦ, ЧК, Т. Для заточки по передним коническим поверхностям (долбяков, протяжек) и по спиральным передним поверхностям (цилиндрические фрезы, зенкеры, развертки) применяются круги формы Т. Привести полную маркировку заточного шлифовального круга, в которую входят: форма, размеры круга, абразивный материал, зернистость, плотность, структура круга, материал связки, твердость (прочность) связки.

Для затачиваемого инструмента привести схемы наладок заточных операций (если их несколько). В частности, токарные отрезные резцы и дисковые трехсторонние фрезы затачивают по главной задней поверхности и по передней поверхности (иногда по вспомогательным задним поверхностям).

На схеме наладки заточной операции изображаются:

- Заточный шлифовальный круг (круги формы ПП, ЧЦ, ЧК устанавливаются с горизонтальной осью, круги формы Т, Д – с наклонной осью).
- Затачиваемый инструмент в положении, необходимом для заточки, с прилеганием затачиваемой поверхности к рабочей поверхности заточного круга (в одной или двух проекциях).

- Схема базирования затачиваемого инструмента (в наружных центрах с делительным упором, на оправке, в патроне, в делительном приспособлении, в трехповоротных тисках или в специальном приспособлении).
- Углы (элементы геометрии) затачиваемой поверхности: $\alpha, \gamma, \varphi, \omega$.
- Размеры, выдерживаемые при заточке с допускаемыми отклонениями.
- Шероховатость затачиваемой поверхности (обычно Ra0,2 - 0,8 мкм).
- Рабочие движения при заточке указать стрелками с обозначениями: V- вращение шлифовального круга, $S_x, S_y, S_z, S_{кр}$ — движение подачи: вдоль осей или круговое.

1.7.4. Проектирование специальной пресс-формы для прессования оригинальной твердосплавной части инструмента

Твердосплавные пластины (припаяемые и неперетачиваемые) стандартных форм изготавливают централизованно по технологии порошковой металлургии массового производства, включающей основные операции: «холодное» прессование в автоматических пресс-формах и жидкофазное спекание в конвейерных водородных печах. Оригинальные твердосплавные режущие части изготавливаются как на специализированных твердосплавных предприятиях, так и на машиностроительных заводах из готовых твердосплавных порошковых смесей. Прессование выполняется в «ручных» пресс-формах, спекание – в вакуумных электропечах. Применяется дополнительная механическая обработка предварительно спеченных или пластифицированных твердосплавных заготовок.

При использовании в конструкции режущего инструмента оригинальной твердосплавной режущей части требуется ее технологическое обеспечение: специальная «ручная» пресс-форма.

В состав конструкции пресс-формы входят: сборная матрица, нижний и верхний пуансоны. Форма отверстия в матрице и поперечное сечение пуансонов соответствуют профилю пластины (или иной режущей части) в плане. Направление задних поверхностей должно быть совмещено с направлением движения пуансонов. Торцевые поверхности пуансонов могут формировать плоские, вогнутые (с лунками или стружкозавивающими канавками) или рифленые поверхности режущей пластины. Желательно формировать переднюю поверхность верхним пуансоном, боковые поверхности – гнездом-отверстием матрицы, опорную поверхность – нижним пуансоном. В рабочих размерах пресс-формы учитывать: 3-кратное уплотнение твердосплавной смеси в направлении прессования, последующую усадку прессовки при спекании с коэффициентом усадки 1,25 – 1,30 во всех направлениях. Посадка пуансонов в гнезде-отверстии матрицы: H8/e8. Составные части гнезда матрицы запрессовывают в обойму по посадке H8/x7.

4. Содержание графической части

Графическая часть курсовой работы состоит из 2 чертежей разработанных инструментов. Формат чертежей А3 или А2, зависит от габаритных размеров и сложности конструкции инструментов. Основным масштаб для изображения инструмента 1:1 создает правильное представление об инструменте в целом. Если большие габаритные размеры не позволяют уложить изображение в формат А3, применяется формат А2 или разрывы в конструкции, не препятствующие правильному однозначному пониманию конструкции инструмента. Мелкие элементы конструкции (например, стружкозавивающие канавки, зубья, стружечные канавки, вершину режущего клина с элементами геометрии, сечения мелкогабаритного инструмента) следует изображать в масштабе с увеличением до 10:1, профиль фасонных инструментов (для последующей обработки на профилешлифовальном станке) – в масштабе до 50:1.

Чертежи оформляются в соответствии с правилами ЕСКД.

Требования к сборочному чертежу инструмента:

1. Адекватное изображение инструмента. Изображение должно быть однозначно понимаемым и воспроизводимым при изготовлении инструмента. Адекватность достигается изображением инструмента в необходимом количестве проекций с разрезами, местными видами и нормальными сечениями всех видов лезвий инструмента. На чертеже инструмента составной конструкции показывается место, форма и обозначение соединения пайкой или сваркой. Все составные части и детали инструмента снабжаются выносными позициями для спецификации.

Для изображения конструкции инструмента со спиральными зубьями и стружечными канавками применяются специальные графические приемы: упрощенное изображение спирали на проекции в виде наклонной линии, продольный разрез инструмента с разверткой спирали на плоскость проекции, позволяющей показать высоту зуба (глубину стружечной канавки) во всех поперечных сечениях инструмента. Стандарт запрещает изображение на поле сборочного чертежа отдельных деталей (пластин, корпуса). Стандарт запрещает изображение на поле сборочного чертежа схемы наладки, поясняющей работу, установку инструмента в приспособлении или на станке. Разрешается, кроме проекций, изображение объемной 3D – модели инструмента.

2. Размеры. На сборочном чертеже инструмента указываются линейные и угловые размеры:

- габаритные размеры;
- размеры рабочей части;
- рабочие размеры (например, для сверла: диаметр и наибольшая глубина сверления);
- элементы геометрии главных и вспомогательных лезвий (углы, фаски, радиусы, ленточки);

- контрольные размеры (для контроля положения, наладки инструмента), например: диаметр контрольного буртика червячной фрезы;
- присоединительные размеры крепежной части инструмента;
- размеры с посадками в гладких и резьбовых соединениях.

Разрешается применение таблицы на поле чертежа с размерами в зависимости от порядкового номера элемента конструкции (для многозубых инструментов типа протяжек).

На сборочных чертежах не указываются второстепенные по их значению для инструмента размеры деталей, для которых предусматриваются рабочие чертежи этих деталей. На рабочих чертежах проставляются все без исключения размеры.

3. Точность. На сборочном чертеже указывается точность размеров, формы, взаимное расположение рабочей части относительно крепежной части инструмента, оказывающих влияние на точность обработки. Например, на чертеже концевой фрезы указывается точность рабочего диаметра, точность формы рабочей части, радиальное биение главных боковых лезвий, торцевое биение вспомогательных торцевых лезвий относительно оси хвостовика. Другой пример: на чертеже фасонной дисковой фрезы указывается точность посадочного отверстия, точность профиля лезвий, биение профиля лезвий относительно оси посадочного отверстия.

В конструкциях сборных инструментов указывается точность посадок в гладких и резьбовых сопряжениях деталей. В качестве меры точности используются допуски с указанием качества или степени точности, а также предельные отклонения. Требования к точности могут быть указаны как на проекциях изображения инструмента, так и в технических условиях на изготовление, сборку и приемку инструмента.

4. Шероховатость поверхностей. На сборочных чертежах указывается шероховатость поверхностей, обрабатываемых (пригоняемых) при сборке или после сборки (при заточке инструмента). Общее требование к шероховатости на сборочном чертеже не указывается. Шероховатость поверхностей лезвий после заточки обычно $Ra\ 0,4 - 0,8\ \text{мкм}$, после доводки $Ra\ 0,1 - 0,2\ \text{мкм}$.

5. Технические условия на изготовление, сборку и приемку инструмента. На поле сборочного чертежа (над штампом основной надписи) с делением на пункты приводится информация в виде текста, которая не может быть адекватно указана на изображении инструмента и в штампе чертежа.

Типовые технические условия на сборочном чертеже:

- материалы режущей части и деталей, в том числе, материалы заменители;
- покрытие режущей части, покрытие деталей (корпуса);
- вид сварки (для сварной конструкции);
- вид пайки, припой, флюс, режим пайки;

- особые приемы сборки (сборка многозубого инструмента в кондукторе, сборка с выверкой положения деталей);
- применение технологических материалов при сборке (установка на герметик, фиксация деталей краской, клеем);
- маркировка инструмента, в том числе, – цветная;
- требования по взаимному расположению режущих вершин и лезвий относительно главной оси инструмента;
- слесарная пригонка инструмента;
- регулировка рабочего размера;
- параметры приемки, способы и оборудование для контроля профильных и спиральных элементов конструкции инструмента.

Требования к рабочему чертежу инструмента:

Рабочие чертежи оформляются для цельных инструментов и для инструментов, изготавливаемых из составных заготовок с применением контактной сварки.

1. Адекватное изображение инструмента.
2. Размеры. На рабочем чертеже указываются все без исключения размеры, линейные и угловые.
3. Точность. Указываются допуски или предельные отклонения для всех размеров, а также форм и взаимного расположения поверхностей.
4. Шероховатость всех поверхностей. Указывается общее требование и индивидуально шероховатость более качественных ответственных поверхностей инструмента.
5. Типовые технические условия на изготовление инструмента:
 - контактная сварка;
 - пайка;
 - термическая обработка рабочей части и корпуса инструмента;
 - покрытие;
 - маркировка;
 - особые условия, приемы изготовления инструмента;
 - параметры приемки, способ и оборудование для контроля сложных элементов конструкции инструмента;
 - не указанные предельные отклонения размеров (обычно по 12 или 14 качеству точности).
6. Материал. Марка и ГОСТ или ТУ материала указывается в штампе.

Заключение оформляется как реферат работы:

«В соответствии с техническим заданием разработан режущий инструмент...(наименование инструмента) для выполнения обработки...(вид обработ-

ки, обрабатываемые детали, точность, шероховатость обрабатываемой поверхности, режимы обработки)». Показать место разработанного инструмента в классификации инструментов. Указать на обоснованность принятых решений при конструировании инструмента, виды расчетов при конструировании. Отметить наиболее оригинальные элементы конструкции инструмента, достоинства разработанного инструмента. Показать, что конструкторская работа дополнена анализом технологичности конструкции, схемами наладок для заточки и для использования разработанного инструмента (это упрощает его внедрение в производство). Отметить, что к защите представлена документация: расчетно-пояснительная записка и графическая часть: сборочные чертежи инструментов.

Список использованных источников оформляется в соответствии с требованиями библиографического представления источников информации с указанием номеров страниц, на которые сделаны ссылки в тексте расчетно-пояснительной записки.

Приложения оформляются в виде одной (последней пронумерованной) страницы расчетно-пояснительной записки с перечнем приложенных документов:

1. Чертежи инструментов (2 листа формата А3).
2. Спецификации к сборочным чертежам разработанных инструментов.

ЗАДАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

1. Токарный проходной упорный чистовой резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твёрдого сплава.
2. Токарный упорно-проходной левый чистовой резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твёрдого сплава.
3. Токарный упорно-проходной резец для торцевого точения длиной до 80 мм для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твёрдого сплава.
4. Токарный упорно-проходной левый резец для торцевого точения длиной до 50 мм для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твёрдого сплава.
5. Токарный отогнутый резец для обработки торцевой канавки шириной 5 мм для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твёрдого сплава.
6. Токарный проходной отогнутый резец для станка с ЧПУ с механическим креплением круглой пластины из твёрдого сплава.

7. Токарный проходной отогнутый резец для станка с ЧПУ с механическим креплением шестигранной пластины из твёрдого сплава.
8. Токарный проходной отогнутый резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пятигранной пластины из твёрдого сплава.
9. Токарный проходной отогнутый резец для станка с ЧПУ с механическим креплением квадратной пластины из твёрдого сплава.
10. Токарный контурный резец для станка с ЧПУ с механическим креплением круглой пластины диаметром 10 мм.
11. Токарный контурный прямой резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава с углом при вершине $\epsilon = 45^\circ$, $r = 1,0$ мм.
12. Токарный контурный резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава с радиусом при вершине $r = 1,0$ мм, $\phi = 105^\circ$, $\epsilon = 45^\circ$.
13. Токарный контурный левый резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава с углом при вершине $\epsilon = 35^\circ$, $r = 0,5$ мм, $\phi = 95^\circ$.
14. Токарный прорезной резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава шириной 10 мм с вылетом 60 мм.
15. Токарный прорезной резец для станка с ЧПУ с заклиниванием пластины из твердого сплава шириной 12 мм с вылетом 120 мм, с радиусами при вершинах $r = 1,0$ мм.
16. Токарный прорезной канавочный резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава шириной 10 мм для торцевой канавки шириной 5 мм с радиусами при вершинах $r = 0,5$ мм, глубиной 0,5 мм.
17. Токарный прямой канавочный резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для радиальной канавки шириной 4 мм с радиусами при вершинах $r = 0,5$ мм.
18. Токарный прямой канавочный резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для радиальной канавки под стопорное кольцо шириной 1,9 мм.
19. Токарный правый канавочный резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для торцевой канавки шириной 3 мм с радиусами при вершинах $r = 5$ мм.
20. Токарный правый канавочный резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для угловой канавки шириной 2 мм, углом 45° и радиусами при вершинах $r = 0,5$ мм.
21. Токарный расточной канавочный резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для радиальной канавки шириной 3 мм, радиусами при вершинах $r = 0,5$ мм.

22. Токарный расточной упорно-проходной резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для отверстий диаметром 40 мм, длиной до 100 мм.
23. Токарный расточной проходной резец для станка с ЧПУ с пластиной из твердого сплава для отверстий диаметром 20 мм, длиной до 60 мм
24. Токарный резьбонарезной резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для метрических резьб с шагом по 2,5 мм.
25. Токарный резьбонарезной резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для метрических резьб с шагом до 10 мм.
26. Токарный резьбонарезной резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для упорной резьбы с шагом до 6 мм.
27. Токарный резьбонарезной резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для трапецеидальной ходовой резьбы с шагом 10 мм.
28. Токарный резьбонарезной чистовой резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для червяка с модулем $m=2$ мм.
29. Токарный резьбонарезной чистовой правый резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для червяка с модулем $m=5$ мм.
30. Токарный резьбонарезной чистовой левый резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для червяка с модулем $m=5$ мм.
31. Токарный резьбонарезной черновой прорезной резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для двухзаходного червяка с модулем $m=10$ мм.
32. Токарный резьбонарезной расточной резец для станка с ЧПУ с пластиной из твердого сплава для метрической резьбы с шагом до 2,5 мм, длиной до 60 мм, диаметром 20 мм.
33. Токарный резьбонарезной расточной резец для станка с ЧПУ с пластиной из твердого сплава для метрической резьбы с шагом до 5 мм, длиной до 100 мм, диаметром 60 мм.
34. Токарный резьбонарезной расточной резец для станка с ЧПУ с пластиной из твердого сплава для упорной резьбы с шагом 6 мм, длиной 60 мм, диаметром 40 мм.
35. Токарный резьбонарезной расточной резец для станка с ЧПУ с пластиной из твердого сплава для ходовой трапецеидальной резьбы с шагом 10 мм, длиной 40 мм, диаметром 30 мм.

36. Токарный отрезной резец для станка с ЧПУ с пластиной из твердого сплава шириной 2 мм с вылетом 20 мм.
37. Токарный отрезной резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава шириной 3 мм с вылетом 30 мм.
38. Токарный отрезной резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава шириной 4 мм с вылетом 40 мм.
39. Токарный резьбонарезной гребенчатый резец для станка с ЧПУ с механическим креплением пластины из твердого сплава для метрической резьбы с шагом 3 мм.
40. Токарный расточной резьбонарезной гребенчатый резец для станка с ЧПУ с пластиной из твердого сплава для метрической резьбы с шагом 1,5 мм диаметром 40 мм, длиной 40 мм.
41. Токарный дисковый фасонный резец с пластинами из твердого сплава для внутреннего кольца подшипника.
42. Токарный дисковый фасонный резец с заклиниванием пластин из твердого сплава для внутреннего кольца подшипника.
43. Токарный призматический фасонный резец с твердосплавной рабочей частью для наружного кольца подшипника.
44. Токарный призматический фасонный резец с заклиниванием пластины из твердого сплава для внутреннего кольца подшипника.
45. Токарный расточной хвостовой фасонный резец с твердосплавной рабочей частью для внутреннего кольца подшипника.
46. Токарный расточной хвостовой фасонный резец с механическим креплением пластины из твердого сплава для наружного кольца подшипника.
47. Токарный стержневой фасонный резец с пластиной из твердого сплава для профиля глубиной 5 мм, шириной 10 мм.
48. Токарный стержневой фасонный резец с заклиненной пластиной из твердого сплава для профиля глубиной 4 мм, шириной 20 мм.
49. Токарный стержневой фасонный резец с твердосплавной пластиной для обработки сферы $R = 40$ мм с глубиной профиля 4 мм.
50. Токарный стержневой фасонный резец с механическим креплением блока из твердого сплава для профиля глубиной 3 мм, шириной 18 мм.
51. Токарный автоматный проходной резец с механическим креплением пластины из твердого сплава.
52. Токарный автоматный упорно-проходной резец с механическим креплением пластины из твердого сплава.
53. Токарный автоматный проходной резец с круглой пластиной из твердого сплава диаметром 12 мм.
54. Токарный автоматный отрезной резец с пластиной из твердого сплава шириной 2 мм и вылетом 15 мм.
55. Токарный автоматный расточной резец с круглой пластиной диаметром 8 мм для отверстий диаметром 50 мм длиной 40 мм.

56. Токарно-затыловочный резец с твердосплавной рабочей частью для червячной фрезы с модулем $m = 5$ мм.
57. Токарно-затыловочный резец с твердосплавной рабочей частью для дисковой модульной фрезы с модулем $m = 5$ мм для $z = 17$.
58. Расточной проходной резец с пластиной из твердого сплава.
59. Расточной упорно-проходной резец с пластиной из твердого сплава.
60. Расточной резец для угловой канавки шириной 2 мм с углом 45° с пластиной из твердого сплава.
61. Долбежный пазовый резец с пластиной из твердого сплава для шпоночного паза 8Н10 в отверстии диаметром 40 мм, длиной 60 мм.
62. Долбежный резец для канавок (рифлений) с углом при вершине 90° с площадкой 0,2 мм длиной до 20 мм в пазах шириной 5 мм с пластиной из твердого сплава.
63. Долбежный упорно-проходной резец для обработки квадратного гнезда со стороной 30 мм, глубиной 40 мм с пластиной из твердого сплава.
64. Долбежный резец для обработки трехгранного гнезда со стороной 40 мм, глубиной 30 мм с пластиной из твердого сплава.
65. Зубодолбежный резец для внутреннего зубчатого венца с модулем $m = 5$ мм для $z = 28$ с пластиной из твердого сплава.
66. Строгальный проходной чистовой резец с механическим креплением круглой пластины из твердого сплава.
67. Строгальный упорно-проходной резец с пластиной из твердого сплава.
68. Строгальный канавочный резец для угловой канавки шириной 3 мм с пластиной из твердого сплава.
69. Строгальный отрезной резец с пластиной из твердого сплава шириной 4 мм и вылетом 40 мм.
70. Зубострогальный резец для конических зубчатых колес с модулем $m = 6$ мм с твердосплавными пластинами.
71. Сверло спиральное с твердосплавной головкой диаметром 10 мм и вылетом 30 мм.
72. Сверло спиральное цельнотвердосплавное диаметром 6 мм с рабочей частью 40 мм.
73. Сверло спиральное составное с твердосплавной рабочей частью диаметром 8 мм и длиной 50 мм.
74. Сверло спиральное с твердосплавной коронкой диаметром 12 мм, длиной 12 мм и рабочей частью длиной 80 мм.
75. Сверло спиральное диаметром 10 мм с твердосплавной пластиной и длиной рабочей части 100 мм.
76. Сверло спиральное твердосплавное диаметром 8,7 мм с длиной рабочей части 60 мм для обработки вязких материалов.
77. Сверло спиральное твердосплавное диаметром 15 мм с длиной рабочей части 120 мм для обработки хрупких материалов.

78. Сверло спиральное сборное с цельнотвердосплавной головкой диаметром 5 мм и вылетом 30 мм с хвостовиком - конус Морзе №3.
79. Сверло сборное с цанговым зажимом цельнотвердосплавной головки диаметром 6-8 мм, с вылетом 40 мм, с хвостовиком - конус Морзе №3.
80. Сверло сборное с самозаклиниванием цельнотвердосплавной головки диаметром 5 мм и вылетом 25 мм.
81. Сверло сборное с механическим креплением твердосплавных пластин для обработки отверстия диаметром 30 мм длиной до 60 мм.
82. Сверло кольцевое с твердосплавными пластинами диаметром 98 мм.
83. Сверло кольцевое с твердосплавной коронкой диаметром 29 мм с шириной лезвия 3 мм для обработки на глубину 30 мм.
84. Сверло кольцевое с заклиненными твердосплавными пластинами для отверстия диаметром 79 мм на глубину до 200 мм.
85. Сверло кольцевое твердосплавное диаметром 60 мм с направляющими планками на глубину до 150 мм.
86. Сверло кольцевое с твердосплавной рабочей частью для обработки глубокого отверстия диаметром 50 мм.
87. Сверло кольцевое спиральное диаметром 64 мм с разнонаправленными твердосплавными зубьями.
88. Сверло перовое цельнотвердосплавное диаметром 8 мм с длиной рабочей части 40 мм.
89. Сверло перовое твердосплавное с полукруглой режущей кромкой радиусом 10 мм.
90. Сверло перовое двухступенчатое со ступенями диаметром 16 и 25 мм.
91. Сверло перовое многоступенчатое со ступенями диаметром 12, 14, 16, 18, 20 мм.
92. Сверло коническое ступенчатое для обработки отверстий в листовом материале диаметром 5, 6, 7, 8, 9, 10 мм.
93. Сверло коническое ступенчатое для обработки отверстий в листовом материале диаметром 12, 14, 16, 18, 20, 24 мм.
94. Сверло коническое ступенчатое для обработки отверстий в листовом материале диаметром 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45 мм.
95. Сверло коническое с углом при вершине $2^{\circ}48'$ с начальным диаметром 8 мм, длиной рабочей части 80 мм и левыми спиральными стружечными канавками.
96. Сверло коническое с углом при вершине $2^{\circ}48'$ с начальным диаметром 32 мм, длиной рабочей части 120 мм.
97. Сверло коническое с углом при вершине 15° с начальным диаметром 10 мм, длиной рабочей части 30 мм.
98. Сверло ружейное с твердосплавной головкой для сверления отверстий диаметром 7,2 мм длиной до 600 мм.
99. Сверло центровочное цельнотвердосплавное диаметром 6,3 мм.

100. Сверло центровочное с твердосплавными головками диаметром 8,5 мм.
101. Сверло центровочное с твердосплавной пластиной диаметром 21,2 мм.
102. Сверло шнековое с твердосплавной пластиной диаметром 24 мм с длиной рабочей части 400 мм.
103. Сверло спиральное с удлиненным стеблем для обработки отверстия диаметром 8 мм и длиной 300 мм.
104. Сверло спиральное твердосплавное с удлиненным стеблем для обработки отверстия диаметром 10 мм и длиной 400 мм.
105. Сверло пушечное с твердосплавной пластиной для обработки отверстий диаметром 20 мм длиной до 1000 мм.
106. Сверло одностороннего резания с твердосплавными режущими и направляющими пластинами для обработки отверстия диаметром 40 мм длиной 600 мм.
107. Сверло спиральное с каналами для подвода СОЖ для отверстий диаметром 28 мм длиной до 300 мм.
108. Режущая головка эжекторного сверла диаметром 40 мм.
109. Режущая головка эжекторного сверла диаметром 60 мм с твердосплавными пластинами и направляющими.
110. Сверло сборное двухступенчатое для отверстий диаметром 12 мм, 24 мм.
111. Зенкер хвостовой проходной черновой с цельнотвердосплавной головкой диаметром 14,5 мм.
112. Зенкер хвостовой упорный с твердосплавными пластинами диаметром 40 мм.
113. Зенкер хвостовой упорно-проходной твердосплавный диаметром 32 мм.
114. Зенкер хвостовой упорно-проходной твердосплавный диаметром 51,8 мм с направляющей цапфой диаметром 40 мм.
115. Зенкер хвостовой проходной чистовой твердосплавный диаметром 14,9 мм.
116. Зенкер хвостовой проходной диаметром 79,5 мм с механическим креплением твердосплавных пластин.
117. Зенкер хвостовой конический цельнотвердосплавный для конуса Морзе №0.
118. Зенкер хвостовой конический твердосплавный с углом при вершине 15° и начальным диаметром 10 мм.
119. Зенкер хвостовой конический твердосплавный с углом при вершине 30° и начальным диаметром 20 мм.
120. Зенкер хвостовой конический твердосплавный с углом при вершине 60° и начальным диаметром 10 мм.
121. Зенкер хвостовой конический твердосплавный с углом при вершине 90° и начальным диаметром 10 мм.

122. Зенкер хвостовой конический твердосплавный с углом при вершине 90° и начальным диаметром 60 мм.
123. Зенкер хвостовой конический твердосплавный с углом при вершине 120° с наибольшим диаметром 100 мм.
124. Зенкер цельнотвердосплавный двузубый с углом при вершине 60°.
125. Зенкер насадной чистовой цельнотвердосплавный проходной диаметром 24,9 мм.
126. Зенкер насадной упорно-проходной с твердосплавными пластинами диаметром 74,8 мм.
127. Зенкер насадной с заклиненными твердосплавными ножами диаметром 74,8 мм.
128. Зенкер насадной с механическим креплением неперетачиваемых твердосплавных пластин диаметром 79,8 мм.
129. Зенкер насадной двузубый «улитка» с твердосплавными пластинами диаметром 120 мм.
130. Комбинированный двойной зенкер со ступенями диаметром 40 мм длиной 60 мм и диаметром 60 мм длиной 40 мм с твердосплавными пластинами.
131. Котельная развертка ручная с начальным диаметром 8 мм.
132. Котельная развертка машинная с начальным диаметром 40 мм.
133. Развертка ручная с цельнотвердосплавной рабочей частью для отверстия диаметром 8Н8.
134. Развертка ручная с твердосплавной головкой для отверстия диаметром 20Н7.
135. Развертка ручная с твердосплавной коронкой для отверстия диаметром 25Н7.
136. Развертка ручная коническая черновая для конуса Морзе №0.
137. Развертка ручная коническая черновая для конуса Морзе №3.
138. Развертка ручная коническая промежуточная для конуса Морзе №0.
139. Развертка ручная коническая промежуточная для конуса Морзе №0.
140. Развертка ручная коническая чистовая для конуса Морзе №0.
141. Развертка ручная коническая чистовая для конуса Морзе №0.
142. Развертка ручная регулируемая диаметром $18 \pm 0,2$ мм.
143. Развертка ручная безстружечная 5-гранная цельнотвердосплавная для отверстия диаметром 5Н7.
144. Развертка ручная безстружечная твердосплавная для отверстия диаметром 10Н8.
145. Развертка машинная с твердосплавной вставкой для отверстия диаметром 6Н7.
146. Развертка машинная с твердосплавной головкой для отверстия диаметром 15Н7.

147. Развертка машинная с твердосплавной коронкой для отверстия диаметром 30Н7.
148. Развертка машинная хвостовая с твердосплавными пластинами для отверстия диаметром 50Н7.
149. Развертка машинная хвостовая с заклиненными твердосплавными пластинами для отверстия диаметром 60Н8.
150. Развертка машинная качающаяся с твердосплавными пластинами для отверстия диаметром 25Н7.
151. Развертка насадная цельнотвердосплавная для отверстия диаметром 18Н7.
152. Развертка насадная с пластинами из твердого сплава для отверстия диаметром 40Н7.
153. Развертка насадная с пластинами из твердого сплава для отверстия диаметром 55Н8.
154. Развертка насадная сборная с твердосплавными ножами для отверстия диаметром 100Н8.
155. Развертка насадная твердосплавная с кольцевой заточкой для отверстия диаметром 90Н8.
156. Развертка комбинированная двойная диаметром 20 Н8х100 мм, диаметром 28Н8 с направляющей цапфой.
157. Резец расточной твердосплавный с регулируемым вылетом в хвостовой оправке для отверстий диаметром 50 - 70 мм.
158. Расточной плавающий твердосплавный блок в хвостовой оправке для отверстия диаметром 40Н9 длиной 80 мм.
159. Расточной регулируемый твердосплавный блок в хвостовой оправке для отверстий диаметром 60-80 длиной 120 мм.
160. Расточная насадная головка с механическим креплением круглых твердосплавных пластин для отверстия диаметром 120Н9.
161. Фреза дисковая отрезная цельнотвердосплавная диаметром 30 мм, шириной 1,2 мм.
162. Фреза дисковая отрезная цельнотвердосплавная диаметром 50 мм, шириной 2 мм.
163. Фреза отрезная твердосплавная диаметром 80 мм, шириной 2,5 мм.
164. Фреза отрезная твердосплавная диаметром 120 мм, шириной 3 мм.
165. Фреза отрезная со вставными разведенными твердосплавными ножами диаметром 160 мм, шириной 4 мм.
166. Фреза отрезная со вставными разведенными твердосплавными ножами по схеме группового резания диаметром 200 мм, шириной 4 мм.
167. Фреза отрезная сегментная диаметром 400 мм, шириной 5 мм.
168. Фреза прорезная 3-сторонняя с твердосплавными пластинами диаметром 120 мм, шириной 12 мм.

169. Фреза прорезная 3-сторонняя с заклиненными твердосплавными пластинами диаметром 200 мм, шириной 20 мм.
170. Фреза прорезная 3-сторонняя цельнотвердосплавная диаметром 40 мм, шириной 5 мм.
171. Фреза пазовая цельнотвердосплавная для сегментной шпонки с радиусом 22 мм, паз шириной 5Н9.
172. Фреза пазовая твердосплавная для сегментной шпонки с радиусом 45 мм, паз шириной 10Н9.
173. Фреза цилиндрическая с винтовыми твердосплавными пластинами диаметром 80 мм, шириной 80 мм.
174. Дисковая угловая фреза с наибольшим диаметром 70 мм и углом 75°.
175. Дисковая угловая фреза с наибольшим диаметром 80 мм и углом 60°.
176. Дисковая угловая фреза с наибольшим диаметром 90 мм и углом 45°.
177. Дисковая угловая двухсторонняя цельнотвердосплавная фреза с наибольшим диаметром 40 мм и углом 60°.
178. Дисковая двухугловая фреза с углами 60° и 15° и радиусом 1,0 мм при наибольшем диаметре 70 мм.
179. Дисковая двухугловая фреза с углами 75° и 30° и радиусом 2 мм при наибольшем диаметре 80 мм.
180. Дисковая радиусная цельнотвердосплавная фреза с радиусом 3 мм и диаметром 40мм.
181. Дисковая радиусная фреза с твердосплавными пластинами радиусом 6 мм и диаметром 80 мм.
182. Дисковая радиусная фреза с механическим креплением круглых пластин радиусом 12 мм.
183. Дисковая фасонная фреза с профилем шириной 20 мм, глубиной 7 мм.
184. Дисковая канавочная фреза для канавки шириной 2 мм с радиусами 0,5 мм и вылетом 20 мм.
185. Дисковая двухугловая фреза для рифлений с углом при вершине 90° и площадкой 0,2 мм.
186. Дисковая цельнотвердосплавная фреза для рифлений с углом при вершине 90° и радиусом 0,2 мм.
187. Дисковая фреза с вогнутым профилем полукруга радиусом 4 мм и двумя площадками 1 мм.
188. Дисковая резьбонарезная фреза для метрической резьбы.
189. Дисковая цельнотвердосплавная фреза для метрической резьбы.
190. Дисковая фреза для метрической резьбы с твердосплавным ободом или сегментами.
191. Дисковая фреза для ходовой трапецеидальной резьбы с шагом 12 мм.
192. Дисковая фреза с твердосплавными пластинами для ходовой трапецеидальной резьбы с шагом 16 мм.

193. Дисковая фреза с твердосплавными пластинами для упорной ходовой резьбы с шагом 12 мм.
194. Дисковая фреза с твердосплавными пластинами для обработки конвolutного червяка с модулем $m=5$ мм.
195. Дисковая фреза для обработки стружечных канавок хвостового зенкера.
196. Дисковая фреза с твердосплавными пластинами для обработки стружечных канавок насадного зенкера.
197. Дисковая фреза для обработки стружечных канавок червячных и дисковых фрез с углом 35° и радиусом 3 мм.
198. Дисковая фреза для обработки стружечных канавок протяжек.
199. Дисковая зуборезная фреза для обработки зубчатого колеса с модулем 6 мм и числом зубьев 42.
200. Дисковая цельнотвердосплавная фреза для обработки зубчатого колеса с модулем 2 мм и числом зубьев 25.
201. Дисковая фреза для обработки звездочек с шагом 12 мм.
202. Дисковая фреза для обработки шлицевого вала 8x46x50.
203. Концевая фреза цельнотвердосплавная диаметром 5 мм.
204. Концевая фреза цельнотвердосплавная диаметром 10 мм.
205. Концевая фреза с твердосплавной головкой диаметром 12 мм с вылетом 25 мм.
206. Концевая фреза с механическим креплением твердосплавной рабочей части диаметром 16 мм с вылетом 30 мм.
207. Концевая фреза с твердосплавной коронкой диаметром 20 мм и длиной 20 мм.
208. Концевая фреза с механическим креплением твердосплавной коронки диаметром 30 мм и длиной 25 мм.
209. Концевая фреза с твердосплавными пластинами, рабочей частью диаметром 80 мм длиной 60 мм.
210. Концевая Т-образная фреза с твердосплавной головкой диаметром 24 мм, высотой 10 мм.
211. Концевая Т-образная фреза с механическим креплением твердосплавной пазовой головки диаметром 44 мм, шириной 5 мм.
212. Концевая Т-образная фреза для обработки направляющих «ласточкин хвост» высотой 10 мм с твердосплавной головкой.
213. Концевая Т-образная фреза для обработки направляющих «ласточкин хвост» высотой 20 мм с механическим креплением твердосплавной головки.
214. Концевая твердосплавная фреза с конической рабочей частью с начальным диаметром 12 мм, углом при вершине 30° и высотой головки 20 мм.
215. Концевая твердосплавная фреза с конической рабочей частью с начальным диаметром 40 мм, углом при вершине 20° и высотой головки 30 мм.

- 216. Концевая твердосплавная фреза с конической рабочей частью с начальным диаметром 60 мм, углом при вершине обратного конуса 70° и высотой головки 12 мм.
- 217. Концевая фреза с овальной твердосплавной вставкой диаметром 10 мм с радиусом 4 мм, вылетом 20 мм.
- 218. Концевая фреза с овальной твердосплавной головкой диаметром 30 мм, радиусом 10 мм, высотой 10 мм.
- 219. Концевая фреза со сферической головкой из твердого сплава диаметром 0,5" (дюйма).
- 220. Концевая фреза с бочкообразной головкой высотой 40 мм и радиусом 25 мм.
- 221. Шпоночная фреза с твердосплавной головкой диаметром 12 мм.
- 222. Шпоночная цельнотвердосплавная фреза диаметром 6 мм.
- 223. Шпоночная фреза с твердосплавной пластиной диаметром 20 мм.
- 224. Шпоночная фреза с механическим креплением твердосплавной вставки диаметром 8 мм.
- 225. Торцевая фреза диаметром 100 мм с заклиненными твердосплавными пластинами.
- 226. Торцевая фреза диаметром 120 мм с заклиненными твердосплавными ножами.
- 227. Торцевая фреза диаметром 140 мм с заклиненными твердосплавными резцами.
- 228. Торцевая фреза диаметром 120 мм с механическим креплением треугольных твердосплавных пластин.
- 229. Торцевая фреза диаметром 140 мм с механическим креплением квадратных твердосплавных пластин.
- 230. Торцевая фреза диаметром 160 мм с механическим креплением пятиугольных твердосплавных пластин.
- 231. Торцевая фреза диаметром 200 мм с механическим креплением шестиугольных твердосплавных пластин.
- 232. Торцевая фреза диаметром 90 мм с механическим креплением круглых твердосплавных пластин.
- 233. Торцово-коническая фреза диаметром 200 мм с углом $\varphi=75^\circ$, глубиной резания до 10 мм с заклиненными твердосплавными ножами.
- 234. Червячная зуборезная модульная фреза с рейками из твердого сплава с модулем $m=4$ мм.
- 235. Червячная зуборезная модульная фреза с пластинами из твердого сплава с модулем $m=10$ мм.
- 236. Червячная фреза для обработки звездочек с шагом $t=12,7$ мм, с твердосплавными рейками.
- 237. Червячная гребенчатая фреза для метрических резьб с шагом 2,5 мм с твердосплавными гребенками.

- 238. Червячная гребенчатая фреза для ходовых трапецеидальных резьб с шагом 10 мм с твердосплавными гребенками.
- 239. Червячная шлицевая фреза для вала $8 \times 52 \times 60$ с твердосплавными рейками.
- 240. Червячная шлицевая фреза для вала эвольвентного соединения с углом профиля 30° , $m=5$ мм, с твердосплавными рейками.
- 241. Зуборезный хвостовой долбяк с твердосплавной головкой с модулем $m=3$ мм.
- 242. Зуборезный хвостовой долбяк с твердосплавной коронкой с модулем $m=4$ мм.
- 243. Зуборезный хвостовой долбяк с твердосплавными пластинами с модулем $m=6$ мм.
- 244. Зуборезный хвостовой долбяк со сменными пластинами из твердого сплава с модулем $m=10$ мм.
- 245. Пальцевая зуборезная фреза с твердосплавной коронкой для зубчатых колес с модулем $m=10$ мм, $z=24$.
- 246. Протяжка круглая с калибрующими элементами из твердого сплава диаметром 40 мм.
- 247. Протяжка круглая с пластинами из твердого сплава диаметром 60 мм.
- 248. Протяжка шпоночная шириной 8 мм с пластинами из твердого сплава.
- 249. Протяжка шлицевая для отверстия $8 \times 52 \times 60$ с пластинами из твердого сплава.
- 250. Протяжка шлицевая эвольвентная для отверстия с $m=5$ мм, $z=12$.

Вопросы к экзамену (зачету)

- 1. Режущие инструменты: основные понятия, классификация.
- 2. Основные требования к режущим инструментам.
- 3. Элементы геометрии режущей части инструментов и их влияние на процесс резания.
- 4. Формообразование поверхности методами следа, копирования и огибания.
- 5. Режущие инструменты для обработки методом следа. Привести схемы наладок.
- 6. Режущие инструменты для обработки методом копирования. Привести схемы наладок.
- 7. Режущие инструменты для обработки методом огибания (обкатывания).
- 8. Форы зубьев и стружечных канавок у многолезвийных инструментов (зенкеров, развёрток, дисковых и концевых фрез, фасонных и червячных фрез, протяжек).

9. Стержневые режущие инструменты. Конструкции стержневых корпусов инструментов.
10. Хвостовые режущие инструменты. Конструкции хвостовиков.
11. Насадные режущие инструменты. Конструкции посадочных мест.
12. Цельные конструкции режущих инструментов.
13. Составные конструкции режущих инструментов.
14. Сборные конструкции режущих инструментов.
15. Инструментальные режущие материалы для лезвийных инструментов (марки, составы, свойства).
16. Формы твердосплавных режущих частей инструментов.
17. Методика проектирования специального режущего инструмента.
18. Сведения для проектирования специального режущего инструмента.
19. Многовариантность проектирования специального режущего инструмента.
20. Содержание рабочего чертежа режущего инструмента.
21. Содержание сборочного чертежа режущего инструмента.
22. Технические условия на изготовление цельного и сборного режущего инструмента.
23. Технологичность конструкции режущего инструмента.
24. Отработка на технологичность конструкции режущего инструмента.
25. Режущие инструменты второго порядка. Техническое задание на проектирование инструмента второго порядка.
26. Классификация токарных резцов. Привести эскизы резцов.
27. Элементы геометрии токарных резцов: проходного, упорного, отрезного, фасонного.
28. Конструкции резцов для универсального токарного станка.
29. Конструкции резцов для токарного станка с ЧПУ.
30. Конструкции резцов для токарных автоматов.
31. Конструкции токарных фасонных резцов: стержневого, дискового, хвостового, призматического.
32. Конструирование токарного фасонного стержневого резца.
33. Конструирование токарного фасонного дискового резца.
34. Конструирование токарного фасонного хвостового резца.
35. Конструирование токарного фасонного призматического резца.
36. Коррекция профиля токарных фасонных резцов.
37. Инструментальные приспособления для токарных резцов.
38. Заточка токарных резцов.
39. Конструкции строгальных резцов.
40. Конструкции долбежных резцов.
41. Инструменты для обработки отверстий на сверлильных станках.
42. Конструкции спиральных свёрл.
43. Конструкции перовых свёрл.

44. Конструкции центровочных свёрл.
45. Конструкции шнековых свёрл.
46. Конструкции пушечных однокромочных свёрл.
47. Конструкции ружейных однокромочных свёрл.
48. Конструкции кольцевых свёрл.
49. Конструкции сверлильных головок.
50. Конструкции хвостовых цилиндрических зенкеров.
51. Конструкции конических и торцевых зенкеров.
52. Конструкции насадных цельных и сборных зенкеров.
53. Конструкции хвостовых цилиндрических развёрток.
54. Конструкции конических развёрток для конусов Морзе.
55. Конструкции котельных развёрток.
56. Конструкции насадных цельных и сборных развёрток.
57. Конструкции комбинированных инструментов для обработки отверстий.
58. Заточка свёрл, зенкеров, развёрток. Привести схемы наладок.
59. Конструкции расточных резцов и расточных блоков.
60. Конструкции расточных головок одностороннего резания.
61. Классификация фрез. Привести эскизы фрез.
62. Конструкции цельных и составных цилиндрических фрез.
63. Конструкции дисковых отрезных, угловых и трехсторонних фрез.
64. Конструкции дисковых пазовых фрез.
65. Конструкции фасонных дисковых фрез.
66. Конструкции концевых фрез.
67. Конструкции шпоночных фрез.
68. Конструкции торцевых фрез.
69. Конструкции червячных фрез.
70. Заточка фрез. Привести схемы наладок.
71. Конструкции круглых и шлицевых внутренних протяжек.
72. Конструкции шпоночных протяжек.
73. Конструкции плоских и фасонных наружных протяжек.
74. Конструкции прошивок.
75. Заточка круглых и шпоночных протяжек. Привести схемы наладок.
76. Классификация резьбообразующих инструментов.
77. Конструкции токарных резцов и гребёнок для обработки наружных и внутренних резьб.
78. Конструкции дисковых и гребенчатых резьбонарезных фрез.
79. Конструкции ручных и машинных резьбонарезных метчиков.
80. Конструкции резьбонарезных плашек.
81. Конструкции дисковых и пальцевых модульных зуборезных фрез.
82. Конструкции зуборезных модульных червячных фрез.
83. Конструкции дисковых, чашечных и хвостовых зуборезных долбяков.

84. Конструкции зубострогальных резцов для обработки прямозубых конических колес.
85. Конструкции дисковых и червячных шеверов.
86. Режущие инструменты, применяемые в автоматизированном производстве.
87. Абразивные материалы и материалы связок шлифовальных кругов.
88. Формы шлифовальных кругов.
89. Алмазные шлифовальные и заточные круги.
90. Инструменты для правки и профилирования шлифовальных кругов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Режущий инструмент**: учебник для вузов / Д. В. Кожевников, В. А. Гречишников, С. В. Кирсанов [и др.]; под ред. С. В. Кирсанова. - Изд. 2-е, доп. - М. : Машиностроение , 2005 . - 526 с.

2. **Режущий инструмент** : учебник для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. пр-в" / Д. В. Кожевников, В. А. Гречишников, С. В. Кирсанов [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова . - М. : Машиностроение , 2004 . - 511 с.

Подписано в печать 15.05.2014.	Усл. печ. л. 2,44	Тираж	экз.
Печать офсетная.	Бумага писчая.	Заказ №	_____.

Отпечатано: РИО ВоГУ, г. Вологда, ул. Ленина, 15