Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Южно-Уральский государственный университет»

(национальный исследовательский университет)

Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Златоусте

Факультет техники и технологии

Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

Проектирование режущего инструмента

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

по дисциплине «Режущий инструмент»

ЮУрГУ–15.03.05.2021.06.69 ПЗ КП

Нормоконтролёр

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / И. П. Дерябин /

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

Руководитель

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / И. П. Дерябин /

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

Автор проекта

студент группы ФТТ–331

/ К.В. Отставнов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

Проект защищён

с оценкой

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

Златоуст 2021 г.

АННОТАЦИЯ

Отставнов К.В. Проектирование режущего инструмента. Курсовой проект по дисциплине «Режущий инструмент» — Златоуст: ЮУрГУ, ТМСИ, 2021; 21 с, 2 ил., библиогр. список — 2 наим., один чертёж ф. А2, один чертёж на ф. А3.

В рамках проекта выполнено проектирование круглого фасонного резца и круглой протяжки.

В проекте приведён расчёт вышеперечисленного инструмента. На основании произведённых расчётов выполнены рабочие чертежи инструмента.

ОГЛАВЛЕНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc407142500)

[1 РАСЧЁТ ФАСОННОГО РЕЗЦА 5](#_Toc407142501)

[1.1 Определение координат точек профиля детали 5](#_Toc407142502)

[1.2 Определение координат точек профиля детали 6](#_Toc407142503)

[2 РАСЧЁТ КРУГЛОЙ ПРОТЯЖКИ 12](#_Toc407142504)

[2.1 Исходные данные 12](#_Toc407142505)

[2.2 Порядок расчёта 12](#_Toc407142506)

[БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 20](#_Toc407142513)

# ВВЕДЕНИЕ

Для современного машиностроения инструменты играют огромную роль.

Никакая рационализация технологического процесса немыслима без участия инструмента. Использование более совершенного по конструкции инструмента кардинальным образом улучшает технологический процесс с одновременным повышением производительности труда и качества выпускаемой продукции.

Режущий инструмент не только оказывает влияние на конструкцию станков, технологию изготовления изделий, но и в определённой степени оказывает воздействие на конструктивные формы деталей машин. Например, появление и широкое распространение в машиностроении шлицевых соединений стало возможным благодаря применению метода протягивания.

Инструменты должны иметь высокие режущие свойства и обеспечивать за-

данную точность и качество обработанных деталей. Режущие свойства инструментов зависят от инструментального материала, качества поверхностей режущей части, схемы резания, геометрии инструмента, состава и способа подвода СОЖ. Точность и качество изготовления деталей зависят от точности и качества самого инструмента, параметров его установки, режимов резания и движения формообразования.

Металлорежущие инструменты имеют большое разнообразие видов и конструктивных разновидностей. У каждого вида инструмента есть свои особенности, которые определяются условиями формообразования детали. Эти особенности в ряде случаев имеют принципиальное значение и должны быть учтены на стадии проектирования.

Целью курсового проекта является проектирование режущего инструмента.

Задачи курсового проекта включают в себя расчёт круглого фасонного резца, расчёта круглой протяжки равной стойкости и зуборезного инструмента — червячной фрезы.

1. РАСЧЁТ ФАСОННОГО РЕЗЦА [1]

Деталь для обработки фасонным резцом представлена на рисунке 1.

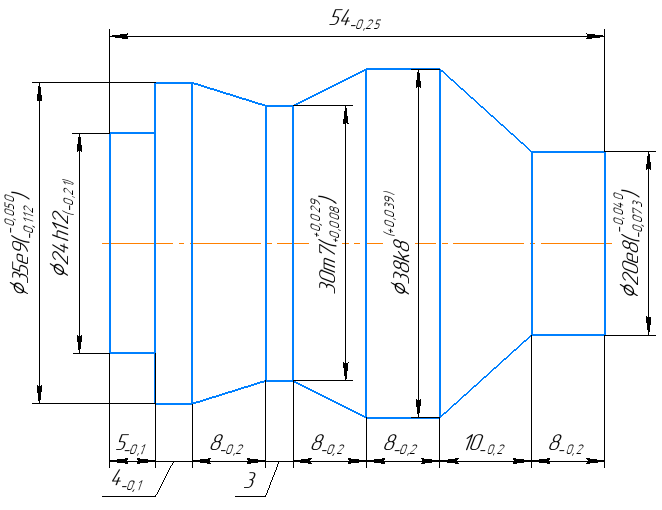


Рисунок 1 — Деталь для обработки

* 1. Определение координат точек профиля детали

Сначала производим нумерацию узловых точек (рисунок 2). Поверхности *R17* неточные, так как допуск на них не указан, поэтому нумеруем только точки 1 и 2.

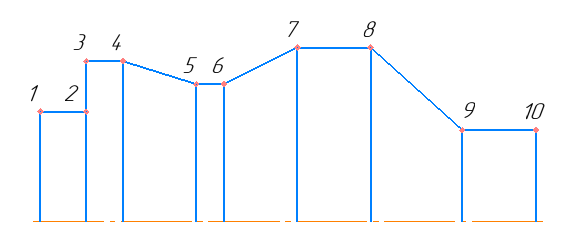


Рисунок 2 — Точки профиля

Координаты узловых точек (начала и конца поверхности) точек определяются по формуле:

Координата *Zi* равна расстоянию от базового торца *li* узловой точки.

Точка 1:

Точка 2:

Точка 3:

Точка 4:

Точка 5:

Точка 6:

Точка 7:

Точка 8:

Точка 9:

Точка 10:

* 1. Определение координат точек профиля детали

Определение координат точек профиля детали в порядке их расположения относительно базового торца, *X2i*, *Z2i* — координаты соответствующих точек профиля резца.

Передний *γ* и задний *α* углы назначаются в соответствии с рекомендациями [1]. Назначаем передний угол *γ* = 15°, задний — *α* = 10°. Так как на данной детали есть поверхности, перпендикулярные оси детали назначаем

*ε* = 10°.

Рассчитываем наружный диаметр резца:

;

мм;

мм.

Принимаем по стандарту *D* = 60 мм.

Определяем радиус базовой точки на профиле детали: при наружном точении *r* = *rmin* = 9,98825 мм.

Вспомогательные величины.

;

;

;

;

.

;

;

.

Координаты поверхности детали в системе *S0*.

; ; .

; ; .

Координаты точек профиля. (D = 60)

;

;

; .

Габаритные и присоединительные размеры фасонных резцов

Фасонные резцы устанавливают в специальные державки, размеры которых стандартизованы. Ширина резца:

;

где l1 — дополнительный участок, определяющий положение отрезного резца:

мм;

где b — ширина отрезного резца, *φ*1 = 15°;

l — длина профиля резца между крайними базовыми точками;

l2 = 2…3 мм — участок для образования припуска на подрезку внешнего торца и обработку фаски под углом *φ*;

lуп = 3…5 мм — упрочняющая часть.

мм.

Профиль резца, построенные по полученным выше координатам представлена на рисунке 3.

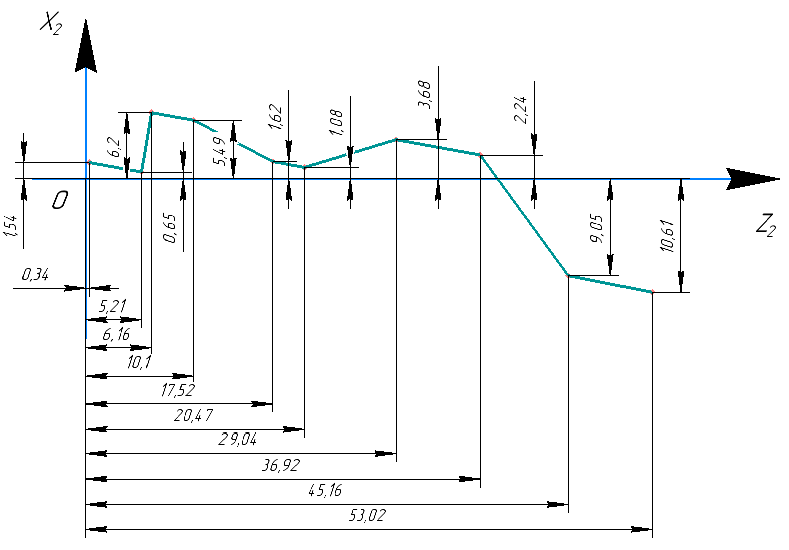


Рисунок 3 — Профиль круглого резца

Остальные линейные размеры принимаются по таблице 1.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица 1 — Габаритные размеры резцов, мм | | | | | | |
| *D* | *d* (H8) | *d*1 | *d*2 | *D*1 | *b*max | *R* |
| 100 | 27 | 40 | 8 | 52 | 25 | 2 |

1. РАСЧЁТ КРУГЛОЙ ПРОТЯЖКИ
   1. Исходные данные

Протягиваемая заготовка.

Материал — сталь 50Г; твёрдость при протягивании — HB 229; заготовка после отпуска; отверстие под протягивание обработано; диаметр отверстия до протягивания *d0* = 12,6H9(+0,043); диаметр отверстия после протягивания *d* = 15H7(+0,018); параметр шероховатости поверхности *Ra* = 2,5 мкм; длина протягивания *Lд* = 31,5 мм.

Станок горизонтально-протяжной 7Б510; тяговая сила станка Q = 100 кН; максимальная длина хода штока Lmax = 1250 мм; состояние станка — удовлетворительное; протяжка закрепляется в быстросменном автоматическом патроне.

Характер производства — массовый.

Длина протяжки, допустимая возможностями инструментального цеха и заточного отделения, — не более 1500 мм.

* 1. Порядок расчёта

Устанавливаем группу обрабатываемости с помощью приложения 1 [2]: сталь 50Г твёрдостью HB 229 относится к первой группе обрабатываемости.

Устанавливаем группу качества по приложению 2 [2] в зависимости от шероховатости поверхности и квалитета точности отверстия. Принимаем вторую группу качества.

Материал режущей части протяжки — быстрорежущая сталь Р6М5 (см. приложение 3) [2].

Конструкция протяжки — цельная. Размеры хвостовика принимаем по ГОСТ 4044–70. Диаметр переднего хвостовика *Dхв* = *d1* = 12 мм, *Fоп* = 85,2 мм2.

Сила, допустимая хвостовиком, рассчитывается по формуле:

;

Передние и задние углы назначаем по приложению 5 [2]:

*γ*о = *γ*п = 20°; *γ*ч = *γ*к = 20°.

Скорость резания устанавливаем по приложению 6 [2]: *V* = 9 м/мин. Эта скорость станком обеспечивается.

Подъём черновых зубьев *S*Zо определяется из условия равной стойкости черновой и чистовой частей по приложению 7 [2] для первой группы обрабатываемости. Вначале для скорости резания *V* = 9 м/с устанавливаем наработку чистовой части *T* = 64 мин.; по той же скорости резания и стойкости черновых зубьев находим подъём черновых зубьев SZо = 0,25 мм/зуб на сторону. Для первой группы обрабатываемости и второй группы качества при скорости резания *V* = 9 м/мин по приложению 8 [2] ограничиваем подъём черновых зубьев до 0,15 мм/зуб.

Поправочные коэффициенты на наработку принимаем по приложению 9 [2]: *K*ТВ = 1; *K*ТР = 1; *K*ТЗ = 1; *K*ТД = 1; *K*ТО = 1; *K*ТМ = 1.

В качестве СОЖ используем сульфафрезол ГОСТ 122–54.

Наработка с поправочными коэффициентами *K*М. Н. = 64 мин.

Глубину стружечной канавки, необходимой для размещения стружки при подъёме *S*Zо = 0,15 мм/зуб определим по формуле, приняв коэффициент помещаемости *K* = 3:

;

мм.

В приложении 10 [2] ближайшая глубина стружечной канавки *h*т = 4,5 мм.

Проверку на жёсткость протяжки делаем, так как диаметр по дну стружечной канавки *D*0 – 2*h* = 12,6 – 9 = 3,6 мм, т. е. меньше 12,6 мм.

мм; ,

следовательно, уменьшаем подачу по формуле:

Принимаем *S*Zc = 0,16 мм/зуб.

Шаг черновых зубьев определяем по приложению 10 [2]. Так как глубине *h*т = 4,5 мм соответствует несколько значений шага, то согласно [2] принимаем меньший — *t*о = 11 мм, профиль № 8. Остальные элементы стружечной канавки *b*о = 4,0 мм; *r* = 2,3 мм; *R* = 7,0 мм. Число одновременно работающих зубьев определяем по формуле:

Принимаем *Z*р = 3.

Максимальную силу резания берём минимальной из трёх: *P*ст, *P*­оп, *P*хв.

;

кН.

;

Fоп — площадь опасного сечения (приложение 4 [2])

;

мм2.

Н.

Таким образом *P*max = 4068 Н.

Число зубьев в группе Zс определяется по формуле:

где *g*о = 304 Н для *S*Zо = 0,16 мм и *γ* = 20° (приложение 11 [2]);

*Z*р = 3; *K*рм = 1,0; *K*ро = 1,0; *K*рн = 1,0; *K*рр = 1,0 (приложение 12 [2]);

Принимаем *Z*с = 11.

Определяем расчётную силу протягивания:

Полный припуск определяется по формуле:

;

Припуск на черновых зубьях находим по формуле:

;

где *A*п — припуск на переходные зубья (приложение 14 [2]), *A*п = 0,16 мм;

*A*ч — припуск на чистовые зубья (приложение 15 [2]), *A*ч = 0,1 мм;

мм.

Число групп черновых зубьев определяем по формуле:

Полученное дробное число групп черновых зубьев округляют до ближайшего меньшего целого числа.

.

Остаточную часть припуска находим по формуле:

;

мм.

Из приложения 14 находим подачу на первый переходный зуб *S*zn1 = 0,05 мм; так как 0,5*A*ост = 0,119 мм > 0,05 мм, , значит остаточный припуск оставляем на черной часть:

Число черновых зубьев определяем по формуле:

;

Число переходных зубьев определяем по приложению 14 [2]: *Z*п = 6.

Число чистовых зубьев: *Z*ч = 10.

Число калибрующих зубьев — по приложению 15 [2]: *Z*к = 6.

Общее число всех зубьев находим по формуле:

;

.

Длину режущей части протяжки определяем по формуле:

.

Шаги чистовых и калибрующих зубьев являются переменными; принимаем их по приложению 16 [2]: *t*1 = 4 мм; *t*2 = 4,5 мм; *t*3 = 5,5 мм. Размеры профиля *h*, *b*, *R*, *r* — одинаковые для всех трёх шагов; их берём по приложению 10 [2] по меньшему шагу.

Для *t*1 = 7 мм; *t*2 = 8 мм; *t*3 = 9 мм; *h* = 4,5 мм; *b* = 4,0 мм, *R* = 7,0 мм, *r* = 2,3 мм:

мм.

Новые два варианта рассчитываем для: и

Находим шаг черновых зубьев для обоих вариантов. Выражая *t*о из формулы:

Значение шага округляем до ближайшего меньшего (или минимального для таблицы), т.е мм,

Находим подъём зубьев по формуле:

Принимаем *S*zо2 = 0,07 мм / зуб и *S*zо3 = 0,05 мм / зуб. Расчёт 2 и 3 вариантов проводим аналогично первому. Результаты сводим в таблицу 2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Таблица 2 — Основные параметры протяжек | | | |
| Искомый параметр | Вариант | | |
| 1 | 2 | 3 |
| *Z*р | 3 | 4 | 5 |
| *t*о, мм | 11 | 7 | 6 |
| *h*о, мм | 4,5 | 3 | 2,5 |
| *b*о, мм | 4 | 2,3 | 2 |
| *S*Zо, мм | 0,16 | 0,07 | 0,05 |
| *Z*с | 11 | 2 | 2 |
| *P*, Н | 3905 | 13094 | 12129 |
| *A*, мм | 2,418 | 2,418 | 2,418 |
| *A*п, мм | 0,16 | 0,14 | 0,04 |
| *A*ч, мм | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| *A*о, мм | 2,158 | 2,178 | 2,278 |
| *A*ост, мм | 0,238 | 0,078 | 0,078 |
| *i*о | 5 | 14 | 21 |
| *Z*о | 55 | 28 | 42 |
| *Z*п | 6 | 4 | 2 |
| *Z*ч | 10 | 10 | 10 |
| *Z*к | 6 | 6 | 6 |
| *Z* | 77 | 48 | 60 |
| *S*Zп на группах:  1–й | 0,05 | — | — |
| *S*Z, мм (число групп) | 0,020 (1)  0,010 (2)  0,005 (2) | 0,020 (1)  0,010 (2)  0,005 (2) | 0,020 (1)  0,010 (2)  0,005 (2) |
| *t*ч (*t*3, *t*2, *t­*1) | 9; 8; 7 | 6,5; 6; 5,5 | 5,5; 5; 4,5 |
| *t*к (*t*3, *t*2, *t­*1) | 9; 8; 7 | 6,5; 6; 5,5 | 5,5; 5; 4,5 |
| *L*Р, мм | 798 | 319,5 | 343,5 |

Сравнив основные показатели — *L*, *b*, *S*, *Z*, видим, что оптимальным вариантом является второй, так как протяжка имеет наименьшую длину. Определение остальных элементов протяжки производим только для этого варианта.

Диаметр калибрующих зубьев *D*к = *D*max = 15,018 мм.

Число выкружек и их ширину на черновых зубьях определим по приложению 17 [2]: *N* = 6; *a* = 4 мм.

Число выкружек и их ширину на переходных и чистовых зубьях определим по приложению 19 [2]: *N* = 6; *a* = 3 мм.

Диаметр передней направляющей принимаем равным наименьшему диаметру отверстия под протягивание с полем допуска *e*8: *D*п. н. = 12,6*e*8 мм;

Длина передней направляющей:

мм.

Длину переходного конуса выбираем по приложению 21 [2]: *l*п. к. = 15 мм.

Расстояние от переднего торца протяжки до первого зуба определяем по формуле:

мм;

где *l* — длина заготовки;

*l*1 принимают в зависимости от длины хвостовика (таблица 1, [2])

мм.

Диаметр задней направляющей:

.

Длина задней направляющей определяется по приложению 22 [2]: *l*з. н. =

= 20 мм.

Протяжку выполняем с задним хвостовиком. Диаметр заднего хвостовика принимаем по ГОСТ 4044–70 меньшим, чем диаметр переднего хвостовика: *D*з. хв. =

= 10 мм. Длину заднего хвостовика берём из приложения 23 [2]:

*l*з. хв. = 100 мм

Общую длину протяжки рассчитываем по формуле:

;

мм.

Определяем диаметры зубьев. Результаты сводим в таблицу 3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица 3 — Диаметры зубьев протяжки | | | | | | | |
| Номер  зуба | Диаметр  *D*, мм | Номер  зуба | Диаметр  *D*, мм | Номер  зуба | Диаметр  *D*, мм | Номер  зуба | Диаметр  *D*, мм |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12 | 12,74  12,72  12,88  12,86  13,02  13  13,16  13,14  13,3  13,28  13,44  13,42 | 13  14  15  16  17  18  19  20  21  22  23 | 13,58  13,56  13,72  13,7  13,86  13,84  14  13,98  14,14  14,12  14,28 | 24  25  26  27  28  29  30  31  32  33  34  35 | 14,26  14,42  14,4  14,56  14,54  14,64  14,62  14,7  14,72  14,978  14,978  14,988 | 36  37  38  39  40  41  42  43  44  45  46  47  48 | 14,988  14,998  14,998  15,008  15,008  15,018  15,018  15,018  15,018  15,018  15,018  15,018  15,018 |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Дерябин, И. П. Проектирование фасонных резцов: учебное пособие / И. П. Дерябин, И. Н. Миронова. — М: НИЯУ МИФИ, 2013. — 44 с.

2 Карсунцев, А. И. Расчёт протяжек равной стойкости: учебное пособие / А. И. Карсунцев, И. П. Дерябин, С. П. Максимов. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. — 61 с.