

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Совершенствование технологии изготовления резцов зуборезных головок для обработки конических колес с криволинейными зубьями

Э.М. Соуза

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Г.В. Нахратова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н.В. Зубкова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

К.Ш. Нуров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

К.Т.Н, ДОЦЕНТ

А.В. Бобровский

(личная подпись)

« » 2016 г.

Тольятти 2016

Аннотация

УДК 621.9.01 (03)

Выпускная квалификационная работа. Тольяттинский государственный университет, 2016 г. Тема работы «Совершенствование технологии изготовления резцов зуборезной головки для нарезания конических колес с криволинейными зубьями»

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

Ключевые слова: технологический процесс, технологический маршрут, металлорежущее оборудование, режущий инструмент, фрезерование, шлифование, приспособления для контроля и шлифования, экономические расчеты.

В работе рассмотрены вопросы совершенствования технологического процесса обработки резцов зуборезной головки.

Выпускная квалификационная работа содержит листов записки и листов формата А-1 графической части

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение. Обзор методов изготовления и инструмента для нарезания конических колёс с криволинейными зубьями.....	4
2. Технология изготовления резцов	7
3. Расчет геометрии и конструкции инструмента.....	16
4. Расчёт припусков на обработку.....	23
4.1.Определение припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку толщины резца «Рафак 12».....	23
4.2.Определение длинновых размеров заготовки резца на основе табличных припусков.....	26
5. Оптимизация режима фрезерной операции.....	30
5.1.Целевая функция.....	31
5.2.Технические ограничения, связанные с эксплуатацией станка.....	32
5.3.Техническое ограничение, связанное со стойкостью инструмента....	32
5.4.Техническое ограничение, связанное с прогибом оправки.....	36
5.5.Ограничения, определяемые минимальными и максимальными значениями подачи S_z	37
6. Инструмент второго порядка.....	39
7. Контроль зуборезных головок.....	42
8. Разработка приспособления для шлифовки профиля зубьев.....	48
9. Разработка приспособления для заточки зубьев.....	51
10.Безопасность и экологичность объекта.....	52
11. Экономическая часть.....	67
Заключение	78
Список используемой литературы.....	79
Приложения (технологическая документация).....	82

1.ВВЕДЕНИЕ.

Обзор методов изготовления и инструмента для нарезания конических колёс с криволинейными зубьями. Цель и задачи работы.

Исключительно важное место в современном машиностроении занимают зубчатые передачи. Изготовление зубчатых колёс представляет сложную трудоёмкую отрасль производства в машиностроении. Технология изготовления зубчатых колёс при массовом производстве должна обеспечивать высокую долговечность передач и максимальное снижение трудоёмкости.

В условиях технического прогресса машиностроения требования к общей культуре зуборезного производства и, в частности, к технологии зубонарезания всё более повышаются. Это объясняется тем, что качество и точность изготовления зубчатых колёс в значительной степени определяют их прочность и срок службы. Работа над совершенствованием технологии производства зубчатых колёс тесно связана с изучением устройства и технологических возможностей соответствующего оборудования.

Металлорежущий инструмент является одним из важнейших орудий производства. В настоящее время в машиностроении используется большое количество разнообразных режущих инструментов. Одним из представителей последних являются червячные конические фрезы и зуборезные головки для нарезания конических колёс с криволинейными зубьями. Эти методы являются наиболее распространёнными.

Конические колёса с криволинейными зубьями обладают целым рядом преимуществ по сравнению с коническими прямозубыми колёсами. Из них следует отметить: плавность и бесшумность работы, повышенную продолжительность зацепления, большую прочность зубьев, меньший их износ, меньшую чувствительность к погрешностям монтажа, возможность осуществления больших передаточных отношений (до 1:8), отсутствие подрезания у колёс с малым числом зубьев. Благодаря непрерывности

процесса – отсутствие холостых движений инструмента. Эти колёса нарезаются по методу огибания.

Круговое зацепление обладает следующими особенностями:

- а) широким диапазоном нарезания колёс модулей от 0.2 до 15 мм и выше;
- б) возможностью получения колёс с различными формами зубьев в зависимости от условий и характера производства, требований конструкции машины и т.п.;
- в) возможность обработки колёс шлифованием после термической обработки;
- г) сравнительно простой инструмент;
- д) высокой производительностью, в особенности при черновом нарезании;
- е) высокой чистотой обрабатываемой поверхности.

По принципу кругового зацепления работают зубофрезерные станки. Режущим инструментом является червячная фреза конической формы, которая нарезает конические колёса с круговыми зубьями по принципу воспроизводства относительно движения обкатывания заготовки нарезаемого колеса по плоскому воображаемому производящему колесу. Фреза должна иметь достаточную длину для нарезания колеса с заданной шириной обода. Витки фрезы расположены на конусе таким образом, что линия симметрии профиля зуба перпендикулярна к образующей инструмента.

Образующая начального конуса фрезы несколько вогнута, вследствие чего зубья, расположенные на концах режущей части фрезы, выступают вперед относительно зубьев, находящихся в средней части. Данный метод предусматривает нарезание одной червячной фрезой определённого модуля конических колёс с круговыми зубьями с любым числом зубьев. Благодаря этому метод отличается универсальностью и находит применение в мелкосерийном производстве.

Другим режущим инструментом является зуборезная головка, которая применяется в качестве режущего инструмента на станках, предназначенных для нарезания колёс с дуговыми зубьями. Большое распространение имеют

станки Саратовского завода, а также станки системы Глисон. Процесс нарезания конических колёс с дугowymi зубьями на указанных станках происходит по методу обкатывания.

При нарезании конических колёс по этому методу, резцовая головка, снабженная большим количеством резцов, имеющих круговое расположение на торце, воспроизводит дуговой зуб воображаемого конусного производящего колеса, с которым нарезаемое колесо находится в беззазорном зацеплении. Профиль зуба заготовки получается как огибающая последовательных положений прямолинейного профиля резца.

В настоящее время в машиностроении создана гамма станков, работающих по принципу кругового зацепления. Она охватывает почти все отрасли машиностроения и может быть использована не только в массовом, но также и в мелкосерийном производстве. Особая ценность кругового зацепления состоит в том, что оно позволяет получать колёса с различными модификациями профиля зубьев, причём для нарезания таких колёс не требуется каких-либо специальных станков.

Целью данной выпускной работы является совершенствование технологического процесса изготовления зуборезных резцов.

Задачи работы:

- а) модернизация приспособления для шлифования профиля зубьев, сокращающая номенклатуру приспособлений;
- б) новая конструкция приспособления для заточки резцов зуборезной головки;
- в) проектирование и расчет новой конструкции винтовой развёртки, позволяющей повысить точность отверстий в зубьях головки.
- г) оптимизация режима фрезерной операции при работе двумя фрезами.
- д) общий экономический эффект от внедрения новой конструкции приспособления.

2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗЦОВ

2.1. Выбор оборудования, спецприспособлений, режущих инструментов.

Операция 000. – отрезать заготовку.

Выбирается механическая поворотная пила фирмы «DoALL» C-180/DAR.

Инструмент – ленточная пила 144*12*1.

На данной операции производится отрезание заготовки резца.

Операция 005 – моечная.

Выбирается моечная машина «Большевичка».

Операция 010 – маркировочная.

Выбирается маркировочная установка «Фундитор» Г4600.

Инструмент – клейма 875-7848-0005.

Вспомогательный инструмент – угловой блок.

Производится маркировка заготовки по торцу.

Операция 015 – плоскошлифовальная.

Выбирается плоскошлифовальный станок модель 3Д756

Инструмент – сегменты 5С100-40-150 24А80НМ26К5.

Производится шлифование поверхности, снимая ½ припуска.

Операция 020 – моечная.

Выбирается моечная машина «Большевичка». Мыть заготовку согласно инструкции.

Операция 025 – плоскошлифовальная.

Выбирается плоскошлифовальный станок мод.3Д756

Инструмент – сегменты 5С 100*40*150 24А80НМ26К5 ГОСТ 6507-78

Измерительный инструмент – микрометр МК 0-25 ГОСТ 6507-78.

Производится шлифование плоскости.

Охлаждение – 1% водный раствор «Тосол ОНЗ».

Операция 030 – моечная.

Выбирается моечная машина «Большевичка».

Мыть заготовку согласно инструкции.

Операция 035 – плоскошлифовальная.

Выбирается плоскошлифовальный станок мод.3Д756.

Инструмент – сегменты 5С100*40*150 24А80НМ26К5 ГОСТ 6507-78.

Измерительный инструмент – микрометр МКО-25 ГОСТ 6507-78.

Шлифуется поверхность, оставляя припуск 1-1.2мм на противоположную.

Охлаждение – 1% Тосол ОИЗ 99% Н₂О.

Операция 040 – моечная.

Выбирается моечная машина «Большевичка».

Операция 045 – плоскошлифовальная.

Выбирается плоскошлифовальный станок 3Д756.

Инструмент – сегменты 5С100*40*150. 24А80НМ26К5 ГОСТ 6507-78.

Измерительный инструмент – микрометр МКО-25 ГОСТ-78.

Шлифуется поверхность заготовки.

Операция 050 – шлифовальная.

Выбирается плоскошлифовальный станок 3Д756.

Инструмент – сегменты 5С100*40*150.

24А80НМ26К6 ГОСТ 6507-78.

Измерительный инструмент – глубиномер ГМО-100 ГОСТ 7470-67.

Производится шлифование торцов заготовки.

Операция 055 – виброобразивная.

Выбирается виброобразивная установка «Спиратрон» мод.СТ-20.

Режущий инструмент – галтовочные тела ПТ 10-10 ТУ2-036-205-73.

Контролируемая снятие заусенцев.

Операция 060 – фрезерная.

Выбирается – горизонтально-фрезерный станок мод FРV2V1.

Режущий инструмент – наладка спец. фрез.

Измерительный инструмент – штангенциркуль ШЦ-2-160-0.05 ГОСТ 166-73.

Фрезеруется поверхность под углом 10° и занижение. Охлаждение – 6% водный раствор Укринол1.

Операция 065 – фрезерная.

Выбирается продольно-фрезерный станок FPV2. Режущий инструмент – наладка специальных фрез.

Измерительный инструмент – штангенциркуль ШЦ-2-160-0.05 ГОСТ 166-73.

Производится фрезерование поверхности с занижением.

Охлаждение – 6% водный раствор Укринол 1.

Операция 070 – горизонтально-фрезерная.

Выбирается горизонтально-фрезерный станок фирмы Фриц Вернер мод. FP2V1.

Режущий инструмент – специальные фрезы.

Измерительный инструмент – штангенциркуль ШЦ-2-160-0.05 ГОСТ 166-73.

Производится фрезерование плоскости.

Охлаждение – 6% Укринол 1 94% H₂O.

Операция 075 – горизонтально-фрезерная.

Выбирается горизонтально-фрезерный станок FP2V1.

Режущий инструмент – специальные фрезы.

Измерительный инструмент – ШЦ-2-160-0.05 ГОСТ 166-73, микрометр МКО-25 ГОСТ 6507-78.

Производится фрезерование плоскости.

Охлаждение – 6% Укринол 1 94% H₂O.

Операция 080 – виброобразивная.

Выбирается виброобразивная установка ST-20.

Режущий инструмент – галтовочные тела ПТ 10-10 ТУ2-036-205-73.

Производится снятие заусенец.

Охлаждение – 0.2% NaNO₃, 0.2% NaPO₄, 99% H₂O.

Операция 085 – сверлильная.

Выбирается многошпиндельный сверлильный станок фирмы «Штайнел».

Режущий инструмент – сверло ступенчатое 875-2310-0052, сверло 875-2310-0139, развёртка 875-2363-0233.

Измерительный инструмент – калибр-пробка 875-8321-0771.

Производится сверление отверстия, разворачивание.

Операция 090 – фрезерная специальная.

Выбирается специально-фрезерный станок мод. GL 606.

Режущий инструмент – специальные фрезы. Производится фрезерование профиля.

Охлаждение – мобилмет 37.

Операция 095 – моечная.

Выбирается моечная машина «Большевичка».

Операция 100 – фрезерная.

Выбирается - вертикально-фрезерный станок 6М13ПА.

Режущий инструмент – специальные фрезы.

Измерительный инструмент – ШЦ II-160-0.05 ГОСТ 166-73.

Производится фрезерование переднего угла.

Охлаждение – 6% водный раствор Укринол 1.

Операция 105 – фрезерная.

Выбирается – вертикально-фрезерный станок 6П13.

Режущий инструмент – специальные фрезы.

Измерительный инструмент – штангенциркуль ШЦ II-160-0.05 ГОСТ 166-73.

Производится фрезерование угла сноса.

Охлаждение – 6% Укринол 1 94% H₂O.

Операция 110 – виброобразивная.

Выбирается – виброобразивная установка ST-20.

Производится снятие заусенцев.

Операция 115 – моечная.

Выбирается моечная машина «Большевичка».

Операция 120 – контрольная.

Контролируется выполнение пооперационно.

Операция 125 – ленточно-шлифовальная.

Выбирается ленточно-шлифовальный станок ДШ-102.

Производится зачистка базовой плоскости.

Операция 130 – шлифовальная.

Выбирается плоскошлифовальный станок «Бланшард» 20к-36.

Режущий инструмент – сегменты W80DZ 6 $^{13}/_{16}$ // * 1 $^{1}/_{2}$ // * 6 //.

Измерительный инструмент – микрометр МК 0-25 ГОСТ 6507-78.

Производится шлифование передней плоскости.

Охлаждение – 1% Тосол ОИЗ 99% H₂O.

Операция 135 – моечная.

Выбирается моечная машина фирмы «Технофиниш».

Мыть заготовку согласно инструкции.

Операция 140 – плоскошлифовальная.

Выбирается – плоскошлифовальный станок «Бланшард» мод. 20к 36.

Режущий инструмент – сегменты W80DZ 6 $^{13}/_{16}$ // * 1 $^{1}/_{2}$ // * 6 //.

Измерительный инструмент – микрометр МКО-25 ГОСТ 6507-78.

Производится шлифование базовой плоскости.

Охлаждение 2% Тосол ОИЗ 99% H₂O.

Операция 145 – моечная.

Выбирается моечная машина «Технофиниш».

Операция 150 – демагнитная.

Выбирается демагнитизатор конвейерный.

Производится размагничивание.

Операция 155 – контрольная.

Производится контролирование неплоскости базовой плоскости, толщины резца.

Измерительный инструмент – микрометр МКО-25 ГОСТ 6507-78.

Операция 160 – плоскошлифовальная.

Выбирается плоскошлифовальный станок «Бланшард».

Режущий инструмент – сегменты W80DZ 6 $^{13}/_{16}$ // * 1 $^{1}/_{2}$ // * 6 //.

Измерительный инструмент – микрометр МКО-25 ГОСТ 6507-78.

Производится шлифование поверхности, снимая половину припуска.

Охлаждение – 2% Тосол ОИЗ 98% H₂O.

Операция 165 – моечная.

Выбирается моечная машина «Технофиниш».

Операция 170 – плоскошлифовальная.

Выбирается плоскошлифовальный станок фирмы «Магерли» мод. 10-FPA-12-52.

Режущий инструмент – круг. ПП400*50*127 24A25НСМ17К5 анализ Н7.

Измерительный инструмент – микатор ГОСТ 14712-69.

Производится шлифование поверхности.

Охлаждение – 2% Тосол ОИЗ 98% Н₂О.

Операция 175 – моечная.

Выбирается моечная машина «Технофиниш».

Операция 180 – демагнитная.

Выбирается – демагнитизатор конвейерный.

Производится размагничивание.

Операция 185 – круглошлифовальная.

Выбирается круглошлифовальный станок RUA ⁶/₁₀₀₀ фирмы «Zоссо».

Режущий инструмент – шлифовальный круг 24A80НМ26К5 ГОСТ 6507-78.

Измерительный инструмент – контрольное приспособление с эталоном, блок высоты, индикатор ГОСТ 577-72.

Производится шлифование основания по радиусу R304.8 несимметричность оси не более 2мм.

Операция 190 – плоскошлифовальная.

Выбирается плоскошлифовальный станок «Магерли» 10-FPA-12-52.

Режущий инструмент – шлифовальный круг ПП400*50*127 24A25НСМ17К5.

Производится шлифование поверхности, снимая ~ 0.1мм.

Охлаждение – 1% Тосол ОИЗ 98% Н₂О.

Операция 195 – слесарная.

Выбирается обдирочно-шлифовальный станок 3Б634.

Режущий инструмент – шлифовальный круг ПВ 400*50*203 24A25НС17К5 ГОСТ 2424-75.

Производится снятие заусенец, притупление острых кромок фаской 0.5*45°.

Операция 200 – моечная.

Выбирается моечная машина «Технофиниш».

Операция 205 – демагнитная.

Выбирается демагнитизатор конвейерный.

Производится размагничивание.

Операция 210 – электромаркировочная.

Выбирается ЭМУ типа «Электройч» мод.5200.

Производится клеймение шифра, марки материала.

Операция 215 – контрольная.

Производится контроль хвостовика резца (размеры, перпендикулярности, непараллельность) контролируется резец по высоте в блоке, размер от отверстия до торца.

Приспособление – прибор 144В-495 фирмы «Федерал».

Измерительный инструмент – индикатор НЧ-02 ГОСТ 577-68.

Операция 220 – заготовительная.

Операция 225 – моечная.

Выбирается моечная машина «Технофиниш».

Операция 230 – комплектовочная.

Производится комплектация заготовок согласно карты шлифования по одному комплекту в ячейку тары (см. «приложение 1»).

Операция 235 – маркировочная.

Выбирается маркировочная установка «Лектройч» 2500.

Режущий инструмент – набор клейм.

Производится клеймение на плёнке ROLL STENSIL шифра, углов профиля, номер комплекта, дату.

Операция 240 – шлифовальная.

Выбирается специальный шлифовальный станок «Глисон-457».

Режущий инструмент – шлифовальный круг ПП 400*50*127 24A25HCM17K5.

Производится окончательное шлифование поверхности, контролируя переносным калибром.

Операция 245 – шлифовальная.

Выбирается специальный шлифовальный станок «Глисон-457».

Режущий инструмент – шлифовальный круг ПП 400*50*127 24A25HSCM17K5.

Вспомогательный инструмент – карандаш алмазный НП12.

Измерительный инструмент – блок высоты, индикатор НЧ 10 кл.0, линейка синусная 24⁰⁰, комплект дисков.

Производится окончательное шлифование поверхности, контролируя высоту в блоки и радиуса.

Охлаждение – 2% раствор «Олинол».

Операция 250 – контрольная.

Выбирается контрольный стенд «Глисон-528».

Измерительный инструмент – штангельциркуль ШЦ I-125, микрометр 500 EG-4.

Производится контроль длины вершины, радиальное биение режущих кромок и торцевое биение по вершинам резцов.

Операция 255 – заточная.

Выбирается специальный заточный станок «Глисон-456».

Режущий инструмент – шлифовальный круг ПП 400*50*127 24A25HSCM17K5.

Измерительный инструмент –калибр-линейка, калибр высоты, набор концевых мер.

Производится заточка резцов окончательно по передней поверхности.

Операция 260 – контрольная.

Выбирается контрольный стенд Глисон-528».

Операция 265 – демагнитная.

Выбирается демагнитизатор «Бланшард».

Производится размагничивание резца.

Операция 270 – моечная.

Выбирается моечная машина «Технофиниш».

Операция 275 – упаковочная.

Производится упаковка готовых резцов согласно инструкции.

3. РАСЧЁТ ГЕОМЕТРИИ И КОНСТРУКЦИИ ИНСТРУМЕНТА.

Расчёт резцов и головки будем производить для ходовой конической пары автомобиля со следующими исходными данными:

Число зубьев.....	$Z_{ш}=5$	$Z_{к}=37$
Угол зацепления в нормальном сечении.....	$\angle=22^{\circ}30'$	
Длина венца зуба.....	$F=60$	
Торцовый модуль.....	$m=11.825$	
Наружная длина образующей начального конуса.....	$A_0=222.27$	
Окружной шаг.....	$t=37.15$	
Высота головки зуба.....	$h_{гш}=15.44$	$h_{гк}=1.53$
Высота ножки зуба.....	$h_{нш}=4.01$	$h_{нк}=17.67$
Угол начального конуса.....	$\gamma=79^{\circ}48'$	
Угол ножки зуба.....	$\delta_{ш}=0^{\circ}23'$	$\delta_{к}=3^{\circ}56'$
Толщина зуба.....	$S_{ш}=28.8$	$S_{к}=8.8$

(линейные размеры в мм)

3.1. Номинальный диаметр резцовой головки.

$$D=304.8 \text{ мм} \quad \text{табл.12[5].}$$

3.2. Приблизительный угол спирали.

$$\Phi_1=32^{\circ}27'(\text{задаётся})$$

3.3. Сумма углов ножек.

$$\sum \delta_n = \delta_{ш} + \delta_{к} = 0^{\circ}23' + 3^{\circ}56' = 259' \quad (2.1)$$

где: $\delta_{ш}$ — угол ножки шестерни, $\delta_{ш}=0^{\circ}23'$

$\delta_{к}$ — угол ножки колеса, $\delta_{к}=3^{\circ}56'$

3.4 Номер резца.

$$N=[\sin\varphi_1(\delta_{ш} + \delta_{к})]/20= (\sin \varphi_1 32^0 27' * 259')/20=6^{1/2} \quad (2.2)$$

где: φ_1 – приблизительный угол спирали, принимаем $\varphi_1=32^0 27'$.

$(\delta_{ш}+\delta_{к})$ – сумма углов ножек, $\sum\delta_{н}=259'$.

3.5 Расчётный угол спирали.

$$\sin\varphi = 20N/\sum\delta_{н}=20*6.5/259' = 0.50193 \quad (2.3)$$

$30^0 13'$

где: N – номер резца, N=6.5

3.6 Длина образующей до середины венца зуба.

$$A= A_0 - \frac{1}{2}F= 222.27 - \frac{1}{2}60 = 192.27\text{мм} \quad (3.4)$$

где: A_0 – наружная длина образующей начального конуса, $A_0=222.27\text{мм}$.

F – длина венца зуба, F=60.

3.7 Внутренняя длина образующей начального конуса.

$$A_i= A_0 - F = 222.27 - 60 = 162.27\text{мм} \quad (3.5)$$

3.8 Вертикальная установка станка.

(см. рис. 3.1)

$$V=(D/2)*\cos\varphi=(304.8/2)*\cos 30^0 13'=131.81 \quad (3.6)$$

где: D – номинальный диаметр резцовой головки, D=304.8мм

φ – расчётный угол спирали, $\varphi=30^0 13'$

3.9 Горизонтальная установка станка

(см. рис. 3.1)

$$H=A-(D/2)*\sin\varphi=192.27-(304.8/2)*\sin 30^0 13'=115.69\text{мм} \quad (3.7)$$

где: A – длина образующей до середины венца зуба, A=192.27мм.

3.10 Угол спирали у наружного конца зуба.

$$\sin\varphi_0=1/D[A_0+((A(D\sin\varphi-A))/A_0)]=(1/304.8)*[222.27+(192.27*(304.8*\sin 30^0 13'-192.27))/222.27]=0.61805, \quad \varphi_0=38^0 17'$$

3.11 Угол спирали у внутреннего конца зуба.

$$\sin \varphi_i = \frac{1}{D} [A_i + (A * (D * \sin \varphi - A)) / A_i] = (1/304.8) * [162.27 + (192.27 * (304.8 * \sin 30^\circ 13' - 192.27)) / 162.27] = 0.380093, \varphi_i = 22^\circ 34'$$

где: A_i – внутренняя длина образующей начального конуса, $A_i = 162.27$ мм по расчёту.

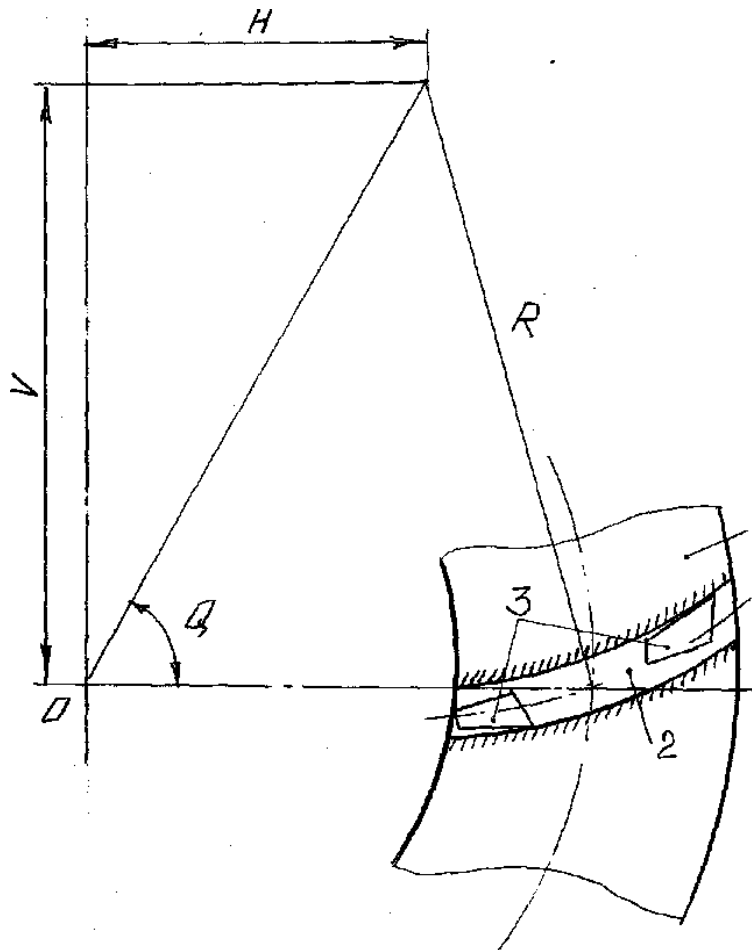


Рис. 3.1 Схема расположения резцов при работе двухсторонней головкой.

- 1 – колесо,
- 2 – впадина зуба колеса,
- 3- резцы головки.

Колесо.

3.12 Расчётный чистовой развод резцов для колеса.

(3.10)

$$W'_k = A/A_0(S \cdot \cos \varphi - 2h_{\text{нк}} \operatorname{tg} \xi) = (192.27/222.27) \cdot (S_{\text{ш}} \cdot \cos 30^\circ 13' - 2 \cdot 17.67 \operatorname{tg} 22^\circ 30') = 6.32 \text{ мм}$$

где: A – длина образующей до середины венца зуба, $A=192.27 \text{ мм}$, по расчёту;

A_0 – наружная длина образующей начального конуса, $A_0=222.27 \text{ мм}$, дано

$S_{\text{ш}}$ – толщина зуба шестерни, $S_{\text{ш}}=28.8 \text{ мм}$, дано;

φ – расчётный угол спирали, $\varphi=30^\circ 13'$, по расчёту;

$h_{\text{нк}}$ – высота ножки зуба колеса, $h_{\text{нк}}=17.67 \text{ мм}$, дано;

ξ – угол зацепления в нормальном сечении, $\xi=22^\circ 30'$, дано.

3.13 Принятый чистовой развод для колеса округляется согласно «табл.21»[5]

$$W_k = 6.35 \text{ мм}$$

3.14 Черновой развод для колеса.

$$W_{\text{кч}} = W_k - \text{припуск} = 6.35 - 0.508 = 5.842 \text{ мм}$$

где: припуск – согласно «табл.20»[5]

3.15 Направление вращения головки – правое.

3.16 Корпус черновой головки (табл.3[5])

3.17 Образующий диаметр наружных черновых резцов.

$$D'_{\text{нк}} = D + W_{\text{кч}} = 304.8 + 5.842 \text{ мм} = 310.642 \text{ мм} \quad (2.11)$$

где: D – номинальный диаметр резцовой головки, $D=304.8 \text{ мм}$

$W_{\text{кч}}$ – черновой развод для колеса,

$W_{\text{кч}} = 5.842 \text{ мм}$, по расчёту.

3.18 Образующий диаметр внутренних черновых резцов.

$$D'_{\text{вк}} = D - W_{\text{кч}} = 304.8 - 5.842 = 298.958 \text{ мм} \quad (2.12)$$

3.19 Толщина наружной подкладки под резцы.

$$П_{\text{нк}} = (D'_{\text{нк}} - 2 \cdot k_{\text{н}} - 2 \cdot B_{\text{н}}) / 2 = (310.642 - 2 \cdot 143.38 - 2 \cdot 6.60) / 2 = 5.08 \text{ мм}$$

где: $k_{\text{н}}$ – базовый размер корпуса пол резцы, $k_{\text{н}} = 143.38 \text{ мм}$ (табл.3[5]);

B_H – базовый размер наружных черновых резцов, $B_H = 6.60\text{мм}$ (табл.24[5]);

D'_{HK} – образующий диаметр наружных черновых резцов, $D'_{HK} = 310.642$, по расчёту.

3.20 Толщина внутренней подкладки под резцы. (3.14)

$$P_{HB} = (D'_{BK} - 2 \cdot k_B - 2 \cdot B_B) / 2 = (298.958 - 2 \cdot 140.48 - 2 \cdot 8.51) / 2 = 2.54\text{мм}$$

где: D'_{BK} – образующий диаметр внутренних черновых резцов, $D'_{BK} = 298.958\text{мм}$, по расчёту.

K_B – базовый размер корпуса под внутренние резцы, $k_B = 140.48\text{мм}$ (табл.3[5]);

B_B – базовый размер внутренних черновых резцов, $B_B = 8.51\text{мм}$ (табл.24[5]).

3.21 Ширина вершины наружных и внутренних резцов. (табл.22[5])

$$H_B = 2.9_{-0.076}\text{мм}; H_H = 2.9_{-0.076}\text{мм}.$$

3.22 Радиус закругления вершин наружных и внутренних черновых резцов. (табл.22[5])

$$R_B = 1.905^{(+)}_{-} 0.127\text{мм}; R_H = 1.905^{(+)}_{-} 0.127\text{мм}$$

3.23 Угол профиля наружных черновых резцов.

$$\angle_H = \angle - N = 22^0 30' - 65' = 21^0 25' \quad (3.15)$$

где: \angle – угол зацепления в нормальном сечении, $\angle = 22^0 30'$, дано.

N – номер резца, $N = 65'$, по расчёту.

3.24 Угол профиля внутренних черновых резцов.

$$\angle_B = \angle + N = 22^0 30' + 65' = 23^0 35' \quad (3.16)$$

Шестерня.

3.25 Корпус черновой двухсторонней головки. Номинальный диаметр 304.8мм (табл.3[5]).

3.26 Направление вращения головки – правое.

3.27 Расчётный черновой развод резцов для шестерни.

$$W'_{ш} = (A_i/A_0) * [t * \cos \varphi_i - 2 * (h_{нш} + h_{нк}) \operatorname{tg} \angle] - (W_k + \text{припуск}) = (162.27/222.27) * [37.15 * \cos 22^\circ 34' - (2 * (4.01 + 17.67) \operatorname{tg} 22^\circ 30') - (6.35 + 0.508)] = 3.72 \text{ мм} \quad (3.17)$$

где: A_i – внутренняя длина образующей начального конуса, $A_i = 162.27 \text{ мм}$, по расчёту;

A_0 – наружная длина образующей начального конуса, $A_0 = 222.27 \text{ мм}$, дано.

Φ_i – угол спирали у внутреннего конца зуба, $\varphi_i = 22^\circ 34'$, по расчёту;

t – окружной шаг, $t = 37.15 \text{ мм}$, дано;

$h_{нк}$, $h_{нш}$ – высота ножки зуба колеса и шестерни, $h_{нк} = 17.67 \text{ мм}$, $h_{нш} = 4.01 \text{ мм}$;

\angle – угол зацепления в нормальном сечении, $\angle = 22^\circ 30'$, дано;

W_k – чистовой развод для колеса, $W_k = 6.35 \text{ мм}$, по расчёту.

3.28 Принятый черновой развод для шестерни округляется согласно табл. 21[5].

$$W'_{ш} = 3.80 \text{ мм}$$

3.29 Образующий диаметр наружных черновых резцов.

$$D'_н = D + W'_{ш} = 304.8 + 3.80 = 308.6 \text{ мм} \quad (3.18)$$

где: D – номинальный диаметр резцовой головки, $D = 304.8 \text{ мм}$

3.30 Образующий диаметр внутренних черновых резцов.

$$D'_в = D - W'_{ш} = 304.8 - 3.80 = 301 \text{ мм} \quad (3.19)$$

3.31 Толщина подкладки под наружные резцы.

$$П_{нш} = (D'_н - 2 * k_n - 2 * B_n) / 2 = (308.6 - 2 * 143.38 - 2 * 6.60) / 2 = 4.332 \text{ мм} \quad (3.20)$$

3.32 Толщина подкладки под внутренние резцы.

$$П_{вш} = (D'_в - 2 * k_v - 2 * B_v) / 2 = (301 - 2 * 140.48 - 2 * 8.51) / 2 = 1.51 \text{ мм} \quad (3.21)$$

3.33 Ширина вершины черновых наружных и внутренних резцов выбирается согласно табл. 21[5]

$$H = 2.00_{-0.076} \text{ мм}.$$

3.34 Радиус закругления вершины черновых резцов выбирается согласно табл. 21[5].

$$R=1.95(^{+}-)0.127\text{мм.}$$

3.35 Угол профиля наружных черновых резцов для шестерни.

$$\alpha_{\text{нш}}=\alpha-N=22^{\circ}30'-65' = 21^{\circ}25' \quad (3.22)$$

где: α - угол зацепления в нормальном сечении, $\alpha=22^{\circ}30'$,дано;

N – номер резца, N= 65', по расчёту.

3.36 Угол профиля внутренних черновых резцов для шестерни.

$$\alpha_{\text{вш}}=\alpha+N=22^{\circ}30'+65'=23^{\circ}35' \quad (3.23).$$

4. РАСЧЁТ ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ.

4.1. Определение припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку толщины резца «Рафак 12».

4.1.1. Пользуясь рабочим чертежом детали и картой технологического процесса механической обработки, записываем технологические переходы в порядке последовательности их выполнения от черновой заготовки до окончательной обработки.

4.1.2. Записываем значения R_z , T , ϵ_y и δ .

Где: R_z – высота микронеровностей,

T – глубина дефектного поверхностного слоя,

ϵ_y – погрешность установки заготовки,

δ – допуск по размеру.

Все эти значения выбираются по таблицам согласно справочника [2].

4.1.3. Минимальный межоперационный припуск на предварительное шлифование.

$$Z_{\min} = R_z + T + \rho + \epsilon_y = 60 + 60 + 380 + 10 = 510 \text{ мкм} \quad (4.1)$$

4.1.4. Минимальный межоперационный припуск на окончательное шлифование.

$$Z_{\min} = R_z + T + \rho + \epsilon_y = 50 + 50 + 3 + 0 = 103 \text{ мкм} \quad (4.2)$$

4.1.5. Величина расчётного размера на предварительном шлифовании.

$$H_p^{\text{шл. пр.}} = H_p^{\text{шл. ок.}} + 2Z_{\min}^{\text{шл. ок.}} = 17.68 + 0.206 = 17.886 \text{ мм} \quad (4.3)$$

Где: $H_p^{\text{шл. ок.}}$ – расчётный размер на окончательном шлифовании, принимаем $H_p^{\text{шл. ок.}} = 17.68 \text{ мм}$, по чертежу.

$2Z_{\min}^{\text{шл. ок.}}$ – расчётный минимальный припуск на обе обрабатываемые стороны (см. рис.4.1), стороны 1 и 2, $2Z_{\min}^{\text{шл. ок.}} = 0.206 \text{ мм}$, по расчёту.

4.1.6. Величина расчётного размера на заготовку.

$$H_p^{\text{заг.}} = H_p^{\text{шл. пр.}} + 2Z_{\min}^{\text{шл. пр.}} = 17.886 + 1.02 = 18.906 \text{ мм} \quad (4.4),$$

Где: $H_p^{\text{шл.пр.}}$ – расчётный размер на предварительном шлифовании, $H_p^{\text{шл.пр.}}=17.886$, по расчёту.

$2Z_{\min}^{\text{шл.пр.}}$ – расчётный минимальный припуск на две обрабатываемые стороны при предварительном шлифовании, $2Z_{\min}^{\text{шл.пр.}}=1.02\text{мм}$, по расчёту.

4.1.7. Предельные наибольшие размеры получаем путём округления расчётных размеров.

4.1.8. Наименьший предельный размер при окончательном шлифовании.

$$H_{\min}^{\text{шл.ок.}} = H_{\max}^{\text{шл.ок.}} - \delta_{\text{шл.ок.}} = 17.68 - 0.1 = 17.58\text{мм} \quad (4.5),$$

Где: $H_{\max}^{\text{шл.ок.}}$ – максимальный предельный размер при окончательном шлифовании, $H_{\max}^{\text{шл.ок.}}=17.68\text{мм}$, по расчёту,

$\delta_{\text{шл.ок.}}$ – допуск на окончательное шлифование, $\delta_{\text{шл.ок.}}=100\text{мкм}$, по таблицам [2].

4.1.9. Наименьший предельный размер при предварительном шлифовании.

$$H_{\min}^{\text{шл.пр.}} = H_{\max}^{\text{шл.пр.}} - \delta_{\text{шл.пр.}} = 17.89 - 0.15 = 17.74 \quad (4.6),$$

Где: $H_{\max}^{\text{шл.пр.}}$ – максимальный предельный размер при предварительном шлифовании, $H_{\max}^{\text{шл.пр.}}=17.89$, по расчёту.

$\Delta_{\text{шл.пр.}}$ – допуск на предварительное шлифование, $\delta_{\text{шл.пр.}}=150\text{мкм}$, по таблицам [2].

4.1.10. Наименьший предельный размер на заготовку.

$$H_{\min}^3 = H_{\max}^3 - \delta_3 = 18.91 - 0.21 = 18.7\text{мм} \quad (4.7),$$

Где: H_{\max}^3 – максимальный предельный размер на заготовку, $H_{\max}^3=18.91\text{мм}$, по расчёту.

Δ_3 – допуск на заготовку, $\delta_3=210\text{мкм}$.

4.1.11. Минимальное предельное значение припусков при окончательном шлифовании плоскости 1 и 2.

$$2Z_{\min}^{\text{шл.ок.}} = H_{\min}^{\text{шл.пр.}} - H_{\min}^{\text{шл.ок.}} = 17.74 - 17.58 = 0.16 \quad (4.8),$$

где: $H_{\min}^{\text{шл.пр.}}$, $H_{\min}^{\text{шл.ок.}}$ – предельные минимальные размеры соответственно на предварительном и окончательном шлифовании. (см.табл.4.1).

4.1.12. Минимальное предельное значение припусков на предварительном шлифовании плоскостей 1 и 2 (рис.4.1).

$$2Z_{\min}^{\text{пред.}} = H_{\min}^3 - H_{\min}^{\text{шл.пр.}} = 18.7 - 17.74 = 0.96 \quad (4.9),$$

где: H_{\min}^3 , $H_{\min}^{\text{шл.пр.}}$ - предельные минимальные размеры соответственно заготовки и на предварительном шлифовании (см.табл.4.1).

4.1.13. Максимальное предельное значение припуска при окончательном шлифовании плоскостей 1 и 2 (рис.4.1).

$$2Z_{\max}^{\text{шл.ок.}} = H_{\max}^{\text{шл.пр.}} - H_{\max}^{\text{шл.ок.}} = 17.89 - 17.68 = 0.21 \quad (4.10) \text{ по } 105 \text{ мкм на сторону,}$$

где: $H_{\max}^{\text{шл.пр.}}$, $H_{\max}^{\text{шл.ок.}}$ - предельные максимальные размеры соответственно на предварительном шлифовании и на окончательном шлифовании (см.табл.4.1).

4.1.14. Максимальное предельное значение припусков на предварительном шлифовании обеих сторон.

$$2Z_{\max}^{\text{шл.пр.}} = H_{\max}^3 - H_{\max}^{\text{шл.пр.}} = 18.91 - 17.89 = 1.02 \text{ мм} \quad (4.11) \text{ по } 510 \text{ мкм на сторону,}$$

где: H_{\max}^3 , $H_{\max}^{\text{шл.пр.}}$ - предельные максимальные размеры на заготовку и на предварительное шлифование (см.табл.4.1).

4.1.15. Проверка правильности расчетов.

$$2Z_{\max}^{\text{шл.ок.}} - 2Z_{\min}^{\text{шл.ок.}} = \delta_{\text{шл.пр.}} - \delta_{\text{шл.ок.}} \quad (4.12)$$

$$0.21 - 0.16 = 0.15 - 0.1$$

$$0.5 = 0.5$$

$$2Z_{\max}^{\text{шл.пр.}} - 2Z_{\min}^{\text{шл.пр.}} = \delta_3 - \delta_{\text{шл.пр.}} \quad (4.13)$$

$$1.02 - 0.96 = 0.21 - 0.15$$

$$0.06 = 0.06$$

Расчёты произведены правильно. Все результаты расчётов занесены в табл.4.1.

Графическое расположение припусков и допусков на обработку толщины резца изображено на схеме (рис.4.2)

4.2. Определение длинновых размеров заготовки резца на основе табличных припусков.

4.2.1. Пользуясь рабочим чертежом детали и картой технологического процесса механической обработки в табл.4.1 дописываем технологические переходы в порядке последовательности их выполнения.

Таблица 4.1 Технологические переходы.

Технологические операции	Элементы припуска мкм				Расчётный припуск Z_{\min}	Расчётный размер мм H_p	Допуск δ	Предельный размер мм		Предельные знач. Припуска	
	R_z	T	ρ	ϵ_y				max	min	max	min
Заготовка	60	60	380	-	-	18.908	210	18.91	18.7	-	-
Шлифование предварительное	50	50	3	10	2*510	17.886	150	17.89	17.74	1.02	0.96
Шлифование окончательное	-	-	-	-	2*103	17.68	100	17.68	17.58	0.21	0.16

Расчётный припуск умножается на два, т.к. на пре $R_z+T+\rho+\epsilon_y$ дварительным и окончательном шлифовании припуск снимается с обеих поверхностей 1 и 2 (рис.4.1.). в данном случае по 5-10 мкм с каждой стороны.

Систематизация поверхностей

Присвоим номера всем поверхностям исходной детали (рисунок 4.1) и оформим данные в таблицу (таблица 4.2). Так же необходимо присвоить буквенный код размерам детали (рисунок 4.1.1).

Основные конструкторские базы. (ОКБ)

Поверхности 1 и 17 являются основными конструкторскими базами в силу того, что относительно них резец будет жестко ориентироваться в корпусе фрезы.

Вспомогательные конструкторские базы. (ВКБ)

Относительно буртика 12 и плоскости 19 будет ориентированы крепежные элементы конструкции фрезы. В силу этого поверхности 12 и 19 являются вспомогательными конструкторскими базами.

Исполнительные поверхности. (И)

Исполнительными поверхностями является: отверстие 10, передняя поверхность резца и его задние поверхности.

Свободные поверхности. (С)

Все остальные поверхности (галтели, плоскости и т.д.) являются свободными и их наличие обусловлено конструктивными критериями и критериями технологичности.

Систематизация поверхностей

Таблица 4.2

ОКБ	1, 17, 10
ВКБ	12
И	4, 10, 13, 14, 22, 23
С	Все остальные поверхности

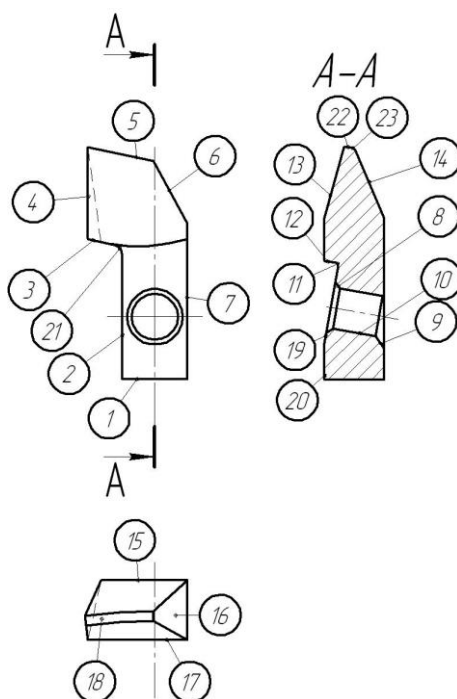


Рисунок 4.1 Нумерация поверхностей резца

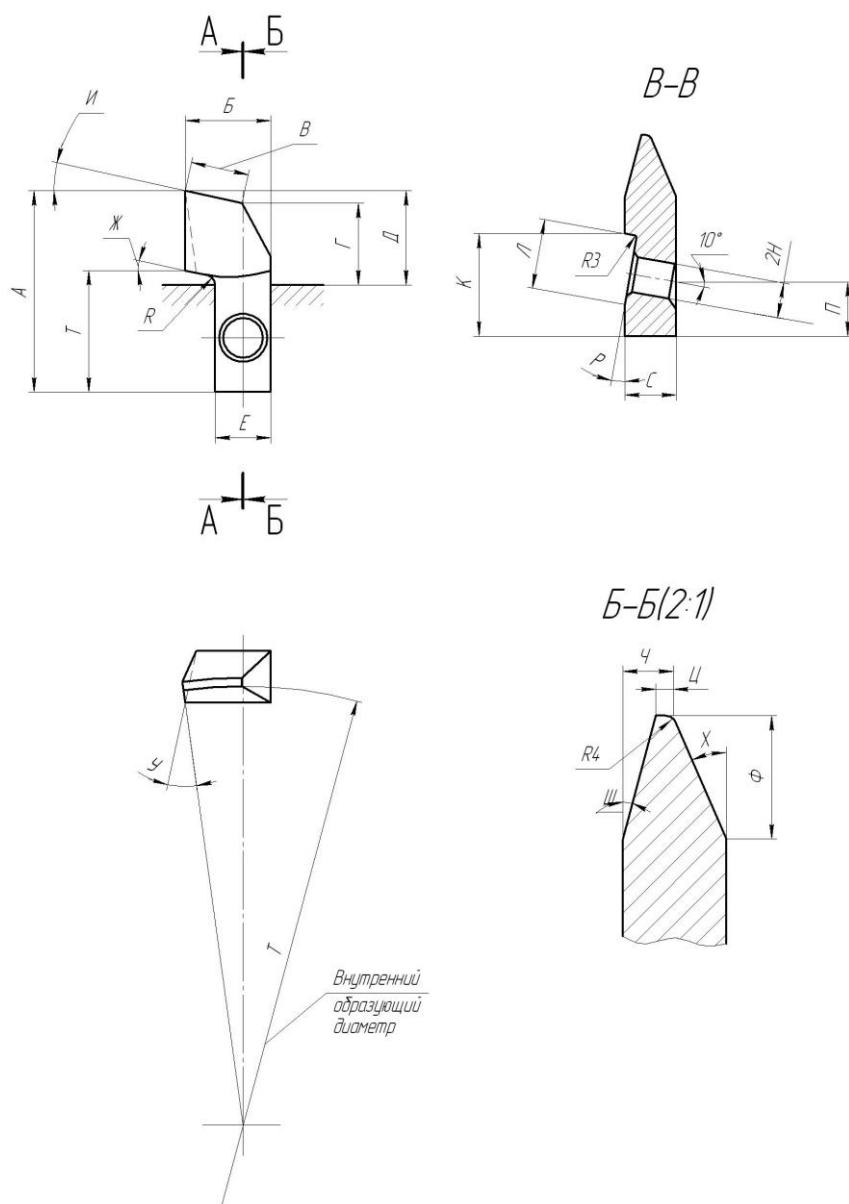


Рисунок 4.1.1. Буквенный код размеров детали

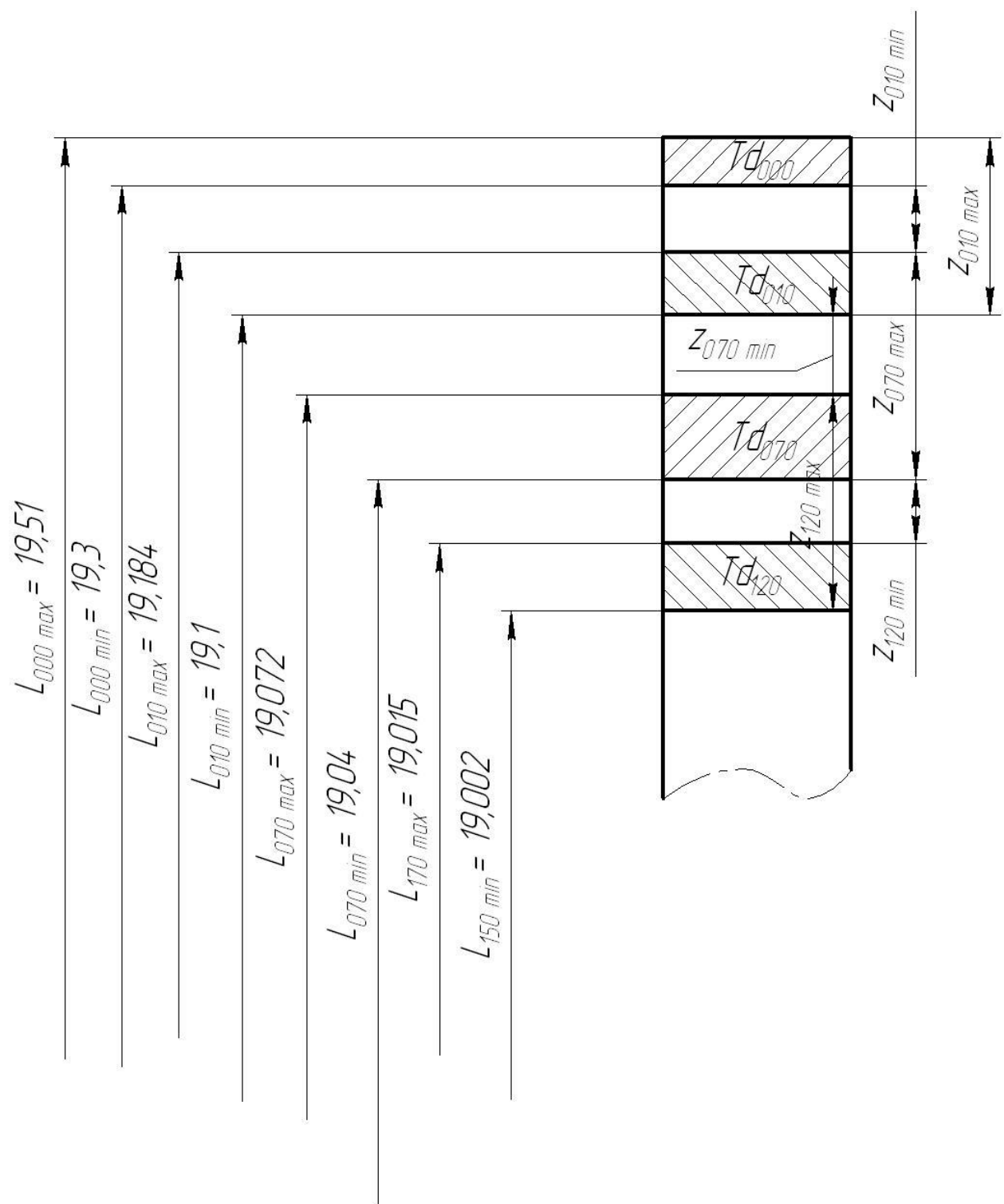


Рисунок. 4.2 Схема расположения припусков

5. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ.

Процесс обработки резанием должен быть спланирован таким образом, чтобы своевременно, с заданным количеством и качеством были изготовлены детали. При этом необходимо. Чтобы была достигнута максимальная производительность и минимальная себестоимость обработки, рациональное использование технологического оборудования и всех остальных основных фондов.

Решение указанной задачи возможно только при применении оптимальных режимов резания (ОРР). Естественно, что оптимизация режимов резания сама по себе не охватывает всё многообразие проблем, требующих решения для достижения сформулированной задачи. Но ОРР составляет существенную часть (по значимости и по объёму), обоснованное решение которой во многом определяет эффективность процесса резания.

Оптимальным режимом резания является такое единственное возможное сочетание глубины, подачи и скорости резания, при котором механическая обработка выполняется наиболее производительно и экономично и с соблюдением требований к точности, шероховатости и качеству обработанных поверхностей.

ОРР представляет сложную многофакторную вариационную технико-экономическую задачу, решение которой возможно лишь на базе применения современной информационной техники и технологии.

В теории и практике известен ряд методов выбора и расчёта режимов резания:

- а) Нормативный метод. Он заключается в применении справочно-нормативной литературы.
- Б) Аналитический метод.
- В) С помощью специальных приборов.
- Г) С помощью информационной технологи.

В данной выпускной квалификационной работе будем применять аналитический метод.

5.1 Целевая функция.

$$C \rightarrow \min \quad S_z n \rightarrow \max \quad (5.1.)$$

Где: C – себестоимость операции,

S_z – подача на зуб,

n – число оборотов.

$$C = C_p * t_0 + C_n * t_n + S \quad (5.2)$$

Где: C_p – стоимость минуты рабочего времени, $C_p = 14.6$ руб./мин.,

t_0 – время операции,

C_n – стоимость минуты наладчика, $C_n = 15.5$ руб./мин.,

t_n – время наладки отнесённое к одной детали,

S – стоимость инструмента со всеми затратами.

Далее находим все параметры, входящие в формулу(5.2.).

5.1.1. Время операции.

$$T_0 = t_{\text{маш}} + t_b + t_d = K, t_{\text{маш}} = K, L_{\text{пр}}/S_{\text{мин}} = K_1 * (L+y)/S_z * Z * n = 0.08 * (235+20)/S_z * 20 * n = 1.02 / S_z * n. \quad (5.3)$$

где: L – длина прохода, мм; принимаем $L = 235$ мм,

y – величина врезания, мм; принимаем $y = 20$ мм,

Z – число зубьев фрезы, принимаем $Z = 20$

5.1.2. Время наладки, отнесённое к одной детали.

$$T_n = t_n^{\text{пол}} / N = [t_n^{\text{пол}} * K_1 (L+y)] / T * S_z n = [30 * 0.08 (235+20)] / 90 * S_z * 20 * n = 1 / 2.94 * S_z * n \quad (5.4.)$$

где:

$t_n^{\text{пол}}$ – полное время на переналадку, мин; задаёмся $t_n^{\text{пол}} = 30$ мин..

$N = T * S_z * Z * n / K_1 * (L+y).$

T – стойкость фрезы, мин; принимаем $T = 90$ мин..

5.1.3. Стоимость инструмента со всеми затратами.

$$S = ([Q + q \cdot (m+1)] / [T \cdot (m+1)]) \cdot t_{\text{маш}}$$

$$= [(6000 + 1314 \cdot (8+1)) / (90 \cdot (8+1))] \cdot [((235 \cdot 20) \cdot 0.08) / (S_z \cdot 20 \cdot n)] = 22.4 / S_z \cdot n$$

(5.5)

где:

Q – стоимость инструмента, руб., принимаем $Q=6000$ руб.;

q – стоимость одной переточки, руб.; принимаем $q=1314$ руб.;

m – количество переточек, принимаем $m=8$;

$t_{\text{маш}}$ – машинное время, $t_{\text{маш}} = K_1 \cdot (L+y) / S_z \cdot Z \cdot n$;

T – стойкость инструмента, мин; принимаем $T=90$ мин..

Подставляя все найденные выше значения в формулу (5.2.) получим первое ограничение.

Имеем: $C = 14.6 \cdot 1.02 / S_z \cdot n + 15.5 \cdot 1/2.94 \cdot S_z \cdot n + 22.4 / S_z \cdot n = 42.6 / S_z \cdot n$.

5.2. Технические ограничения, связанные с эксплуатацией станка.

5.2.1. Ограничение, определяемое мощностью станка.

$$N_d \eta \leq N_{\text{эф}} \quad (5.6)$$

Где:

N_d – паспортные данные мощности двигателя станка.

η – КПД (0.75)

$N_{\text{эф}}$ – эффективная мощность станка.

$$N_{\text{эф}} = C_N \cdot 10^{-5} \cdot D^{-0.1} \cdot t \cdot S_z \cdot B^{1.1} \cdot Z \cdot n \cdot K_N = 35.4 \cdot 10^{-5} \cdot 115^{-0.1} \cdot 5 \cdot S_z \cdot 24.38^{1.1} \cdot 20 \cdot n \cdot 0.8 = 16.18 \cdot S_z \cdot n.$$

Где:

D – диаметр фрезы, мм; принимаем $D=115$ мм.

t – глубина фрезерования, мм; принимаем $t=5$ мм.

Z – число зубьев фрезы, принимаем $Z=20$.

C_N, K_N – коэффициенты.

Таким образом имеем: $N_{эф} = 16.18 * S_z * n$.

Отсюда: $n = 16.18 / S_z$;

5.2.2. Ограничение, определяемое прочностью механизма подачи.

$$Q_{под} \geq 2(P_H + P_V * f) \quad (5.8),$$

Где: f – коэффициент трения, принимаем $f=0.1$

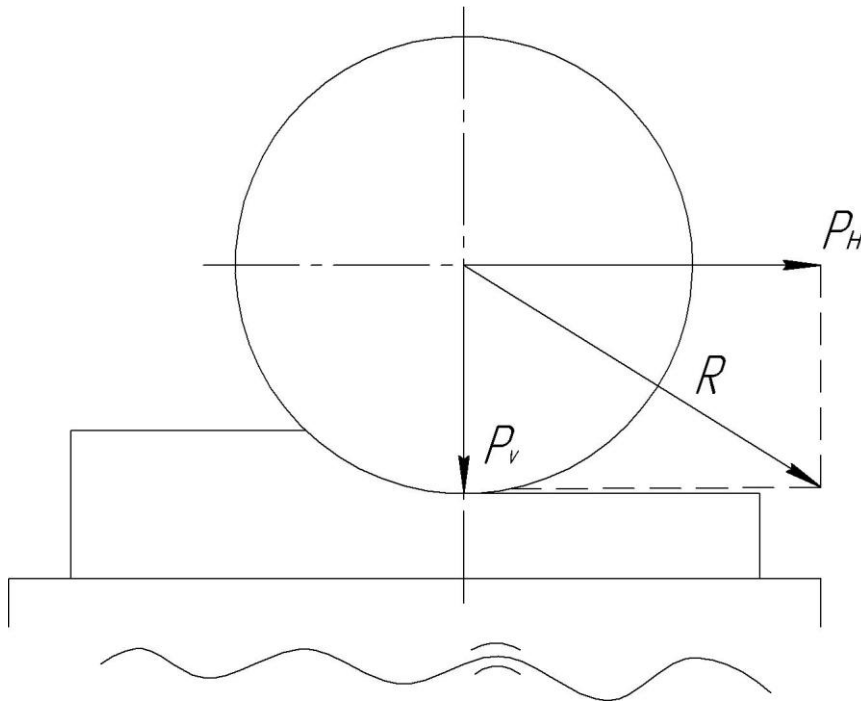


Рис.5.1. Окружная сила при фрезеровании

5.2.2.1. Окружная сила при фрезеровании.

$$P_z = C_{pz} * b^{X_{pz}} * Q^{Y_{pz}} * V^{Z_{pz}} \quad (5.9)$$

Где:

b – ширина фрезерования, мм; принимаем $b=24.38$ мм,

V – скорость фрезерования, ПД* $n/1000$,

Q_z – мгновенная толщина среза зуба,

$$Q_{zi} = S_{zi} * \sin \mu_i$$

μ_i – мгновенный угол контакта (см.рис.5.2.)

$C_{pz}, X_{pz}, Y_{pz}, Z_{pz}$ – коэффициенты, принятые согласно таблицам справочника [1]. Подставляя все значения в формулу (5.9.) получим выражение, которые будем использовать в дальнейших расчётах.

$$P_{zi} = C_{pz} * v^{X_{pz}} * S_z^{Y_{pz}} * \sin \mu_i^{Z_{pz}} (\text{ПД}/1000)^{Z_{pz}} n^{Z_{pz}} \quad (5.10)$$

5.2.2.2 Полный угол контакта t .

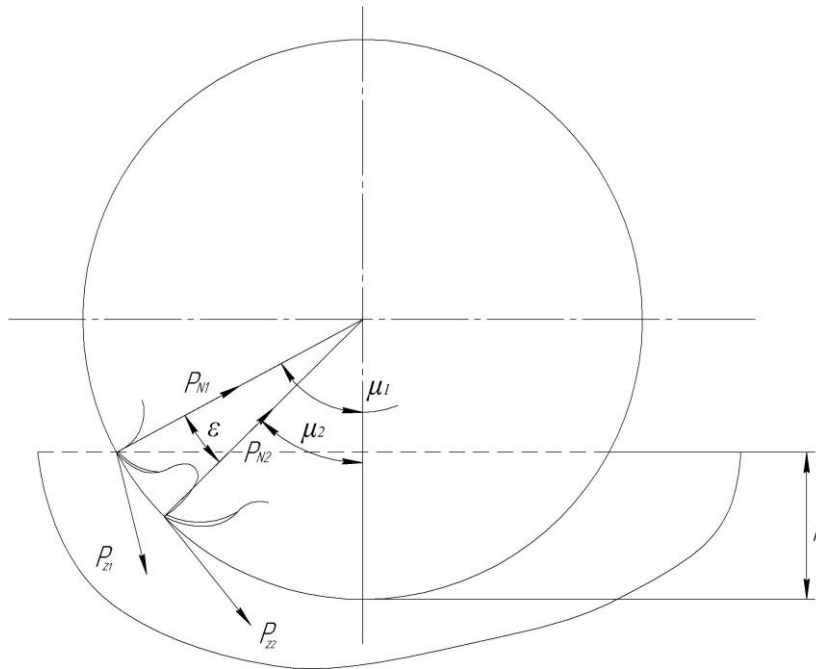


Рис.5.2. Полный угол контакта

$$t = 115(t/D_\phi)^{1/2} = 115(5/115)^{1/2} = 24^\circ \quad (5.11)$$

где:

t – глубина резания, мм;; принимаем $t=5$ мм,

D_ϕ – диаметр фрезы, мм; принимаем $D_\phi=115$ мм.

5.2.2.3. Число одновременно работающих зубьев.

$$Z_p = t/(360/Z) = (t*Z)/360 = (24*20)/360 = 2 \quad (5.12)$$

Где:

t – полный угол контакта, принимаем $t=24^\circ$, по расчёту,

Z – число зубьев фрезы, принимаем $Z=20$.

5.2.2.4. Угол между зубьями.

$$E=360/Z=360/20=18^\circ \quad (5.13)$$

5.2.2.5. Угол входа μ_1 и угол выхода μ_2 .

$$\mu_2=t-\varepsilon=24^\circ-18^\circ=6^\circ \quad (5.14)$$

$$\mu_1=\varepsilon+\mu_2=18^\circ+6^\circ=24^\circ \quad (5.15)$$

5.2.2.6. Окружная сила при фрезеровании i -го зуба, подставляя все значения в формулу (5.10).

$$P_{Zi}=68.2*24.38^{0.86}*S_z^{0.72}*\sin^{0.72}\mu_i(3.14*115/1000)^1n^1=384*S_z^{0.72}*\sin^{0.72}\mu_i^{0.72}*n^1 \quad (5.16).$$

5.2.2.7. Окружная сила при фрезеровании 1-ым зубом. Пользуясь формулой (5.16) получим.

$$P_{Z1}=384*S_z^{0.72}*\sin^{0.72}\mu_1^{0.72}*n^1=201*S_z^{0.72}*n \quad (5.17)$$

5.2.2.8 Окружная сила при фрезеровании 2-ым зубом.

$$P_{Z2}=384*S_z^{0.72}*\sin^{0.72}\mu_2^{0.72}*n=384*S_z^{0.72}*\sin^{0.72}6^\circ^{0.72}*n=75.5*S_z^{0.72}*\sin^{0.72}n \quad (5.18)$$

5.2.2.9. Нормальная сила при фрезеровании 1-ым и 2-ым зубом:

$$PN_1=0.3*P_{Z1}=0.3*201*S_z^{0.72}*n=60.3*S_z^{0.72}*n \quad (5.19)$$

$$PN_2=0.3*P_{Z2}=0.3*75.5*S_z^{0.72}*n=22.6*S_z^{0.72}*n \quad (5.20)$$

Далее графическим путём определяем силы P_H и P_V , «см.рис.5.1»

$$P_H=285*S_z^{0.72}*n$$

$$P_V=13*S_z^{0.72}*n.$$

5.2.2.10. Равнодействующая сила R .

$$R=(P_H^2+P_V^2)^{1/2}=S_z^{0.72}*n(285^2+13^2)^{1/2}=285.3*S_z^{0.72}*n \quad (5.21)$$

5.2.2.11. Определение силы подачи $Q_{\text{под}}$ подставляя силы P_H и P_V в формулу (5.8).

$$Q_{\text{под}}=2(P_H+P_V*f)=2(285*S_z^{0.72}*n+13*S_z^{0.72}*n*0.1)=572.6*S_z^{0.72}*n \quad (5.22)$$

Таким образом, имеем ограничения:

$$n=572.6/S_z^{0.72}$$

5.3. Техническое ограничение, связанное со стойкостью инструмента.

5.3.1. Окружная скорость фрезы.

$$V=((C_v*D^{q_v})/T^m*t^{X_v}*S^{Y_v}*B^{U_v}*Z^{P_v})*K_v=((64.7*115^{0.25})/90^{0.2}*5^{0.1}*S_z^{0.2}*24.38^{0.15}*20^{0.1})*0.54=18.3/S_z^{0.2} \quad (5.23)$$

Где: C_v , q_v , m , X_v , Y_v , U_v , P_v – постоянные величины, принимаем по таблице согласно справочнику [1],

T – стойкость фрезы, принимаем $T=90$ мин;

t – глубина резания, мм; принимаем $t=5$ мм;

B – ширина резания, мм; принимаем $B=24.38$ мм;

Z – число зубьев фрезы, принимаем $Z=20$;

K_v – поправочный коэффициент на скорость резания, принимаем $K_v=0.54$.

Так как $V=\pi*D*n/1000$, то приравняем это выражение с формулой (5.23).

Имеем:

$$\pi*D*n/1000=18.3/S_z^{0.2},$$

$$\pi*D*n/1000=3.14*115*n/1000=0.361*n.$$

$$0.361*n=18.3/S_z^{0.2}, \quad n=50.7/S_z^{0.2} \quad (5.24)$$

Таким образом, получим ограничение.

5.4. Техническое ограничение, связанное с прогибом оправки.

5.4.1. Максимальный прогиб f , при работе двумя фрезами.

$$F=(2R*I^3)/(48E*J)=(285.3*S_z^{0.72}*n*24^3*10^3*64)/(48*2.2*10^4*\pi*40^4)=0.0297*S_z^{0.72}*n*$$

где: $E=2*10^5$ МПа

$$J=\pi*d^4/64=3.14*24^4/64 \quad (5.25)$$

Таким образом, имеем техническое ограничение.

$$N=3.37/ S_z^{0.72} \quad (5.26)$$

Ограничения, определяемые минимальными и максимальными значениями частот вращения шпинделя.

$$N \leq n_{ст. max} \quad (5.27)$$

где: $n_{ст. max}$ – максимальные значения частоты вращения шпинделя станка, об./мин.; принимаем $n_{ст. max} = 2240$ об./мин.

$$N \leq n_{ст. min} \quad (5.28)$$

где: $n_{ст. min}$ – минимальное значение частоты вращения шпинделя станка, об./мин.; принимаем $n_{ст. min} = 50$ об./мин..

5.5. Ограничения, определяемые минимальными и максимальными значениями подачи S_z .

$$S_z^{min} = S_{min}/n*Z \quad (5.29)$$

$$S_z^{max} = S_{max}/n*Z \quad (5.30)$$

Подставляя численные значения во все полученные ограничения строим график. Затем из полученного многоугольника находим оптимальную точку, которая соответствует оптимальным режимам резания. Таким образом, имеем:

$$S_z^{opt} = 0.25 \text{ мм/зуб}; n^{opt} = 71 \text{ об./мин.}$$

На остальные операции режимы выбраны с помощью нормативных таблиц .

6. ИНСТРУМЕНТ ВТОРОГО ПОРЯДКА.

Для развёртывания сквозных отверстий диаметром 1.4-20мм в незакалённых заготовках применяют стандартные машинные цельные и с удлинённой рабочей частью развертки из быстрорежущей стали. Они имеют от четырёх до восьми зубьев, прямые стружечные канавки и угол заборного конуса $\phi=5$ или 15° соответственно для обработки хрупких и вязких материалов. При работе такие развертки часто разбивают начало отверстия и не всегда обеспечивают требуемую шероховатость поверхности.

В данной выпускной работе предложена винтовая развертка, разработанная Тульским политехническим институтом. Она обеспечивает повышение производительности, точность обработки отверстий, а также получение шероховатости их поверхности, соответствующей 7-9-му классу. Её стойкость в 2-3 раза больше, чем стойкость стандартной развертки. Она может обрабатывать отверстия с прерывистыми поверхностями. Развертка технологична в изготовлении.

Повышение стойкости винтовой развертки достигается благодаря увеличению суммарной длины режущих кромок на единицы длины её рабочей части путём уменьшения в 1.5-3.5 раза нормального шага стружечных канавок. Снижение шероховатости поверхности отверстий и повышение производительности являются результатом уменьшения угла заборного конуса ϕ до $40'$. Для улучшения выхода стружки и уменьшения угла ϕ стружечные канавки выполняют винтовыми с углом подъёма $\lambda=10\div 20^\circ$. У праворежущих разверток канавки должны быть левого вращения.

Винтовые зубья развертки с малым углом подъёма осуществляют косоугольное резание, при котором образуется специфическая стружка, легко перемещаемая по стружечным канавкам и выводимая перед разверткой перед разверткой в обрабатываемое отверстие.

Стружечные канавки развертки вышлифовывают эльборовым кругом в сложном материале на резьбошлифовальном станке по копирной линейке. На

заборной части вершины зубьев заострены и расположены на конической поверхности, а на калибрующей части они имеют калибрующую ленточку переменной ширины, находящуюся на цилиндрической поверхности. Выполнение ленточек по винтовой линии способствует уменьшению разбивки и шероховатости поверхности обрабатываемых отверстий.

При конструировании развёртки число Z_{10} её зубьев и осевой шаг P_x последних выбирают с учётом достаточности объёма стружечных канавок.

$$P_x = P_z / Z_{10} = 10/2 = 5 \text{ мм} \quad (6.1.)$$

Где: P_z – значение табличного ряда ходов резбошлифовального станка.

Z_{10} – ряд, определяемый длительным диском резбошлифовального станка.

Далее произведён расчёт различных углов.

6.1. Передний угол в осевом сечении.

$$= \arctg(\tg \gamma_n / \cos \lambda) = \arctg(\tg 8^\circ / \cos 10^\circ) = 8^\circ$$

где: γ_n – передний угол в нормальной плоскости, $\gamma_n = 5^\circ \div 8^\circ$

λ – угол подъёма стружечной канавки.

6.2. Передний угол в торцовом сечении.

$$\Gamma_T = \arctg(\tg \gamma_n / \sin \lambda) = \arctg(\tg 8^\circ / \sin 10^\circ) = 39^\circ \quad (6.3)$$

6.3. Угол спинки зуба в осевом сечении.

$$E = \arctg(\tg \epsilon_n / \cos \lambda) = \arctg(\tg 35^\circ / \cos 10^\circ) = 35^\circ 41' \quad (6.4)$$

где: ϵ_n – угол спинки зуба в нормальной плоскости.

6.4. Задний угол в торцовом сечении.

$$\xi_T = \arctg(\sin \lambda / \tg \epsilon_n) = \arctg(\sin 10^\circ / \tg 35^\circ) = 14^\circ \quad (6.5)$$

6.5. Высота остроугольного профиля зуба.

$$H = P_x \cos(\epsilon - \varphi) (\cos \gamma - \sin \gamma \tg \varphi) / \sin(\epsilon + \gamma) = \quad (6.6)$$

$$= 5 \cos(35^\circ 41' - 40^\circ) (\cos 8^\circ - \sin 8^\circ \tg 40^\circ) / \sin(35^\circ 41' + 8^\circ) = 4 \text{ мм.}$$

Где: φ – угол заборного конуса.

6.6. Величина уменьшения высоты зуба.

$$\Delta_H = r \cdot \cos[\varphi - (\varepsilon - \gamma)/2] / \sin[(\varepsilon + \gamma)/2] = \quad (6.7)$$

$$= 0.5 \cos[40^\circ - (35^\circ 41' - 8^\circ)/2] / \sin[(35^\circ 41' + 8^\circ)/2] = 1.3 \text{ мм.}$$

где: r – радиус дна стружечных канавок.

6.7. Высота зуба на режущей части.

$$H = H - \Delta_H = 4 - 1.3 = 2.7 \text{ мм.} \quad (6.8)$$

6.8. Максимальная ширина ленточки зуба в конце калибрующей части.

$$F_{\max} = l_2 \operatorname{tg} \sin(\varepsilon + \gamma) / (\cos \gamma \cos \varepsilon) = \quad (6.9)$$

$$= 20 \operatorname{tg} 40^\circ \sin(35^\circ 41' + 8^\circ) / (\cos 8^\circ \cos 35^\circ 41') = 1.5 \text{ мм}$$

где: l_2 – длина рабочей части.

6.9. Толщина срезаемого слоя.

$$A = S_z \cdot \sin \varphi' = 0.5 \cdot 0.35 = 0.17 \text{ мм} \quad (6.10)$$

где: S_z – осевая подача на зуб.

φ' – угол между касательной к поверхности резания и осью развёртки.

$$\varphi' = \arctg[\operatorname{tg} \varphi / (1 + S_z / P_x)] = \arctg[\operatorname{tg} 40^\circ / (1 + 0.5/5)] = 35^\circ \quad (6.11)$$

Поскольку число зубьев винтовой развёртки невелико ($Z_{10} = 2 \div 4$), то при неизменной осевой подаче S_0 стружка такой же ширины, как у стандартной развёртки $Z_{10} = 4 \div 8$, образуется только при уменьшении угла φ . У винтовой развёртки он уменьшен до такого значения, чтобы при заданной толщине срезаемой стружки подача S_0 увеличилась, а следовательно, возросла производительность обработки.

При эксплуатации винтовых развёрток возможна экономия быстрорежущей стали, т.к. изношенные развёртки можно использовать в качестве заготовок для изготовления развёрток меньшего диаметра. Этому способствует значительно меньшая, чем у стандартных развёрток глубина стружечных канавок.

7. КОНТРОЛЬ ЗУБОРЕЗНЫХ ГОЛОВОК.

После того, как зуборезная головка прошла все этапы её изготовления, она подвергается тщательному контролю. В промышленности существует множество методов и приборов для контроля всех параметров зуборезных головок. Рассмотрим некоторые из них.

При заточке резцов необходимо учитывать, что режущая кромка должна находиться (с точностью до 0.1мм) в плоскости, проходящей через ось головки. Для контроля точности заточки резцов конкретной головки разработано несложное приспособление «рис.7.1». Оно состоит из корпуса 1, хвостовик которого имеет посадочный D, флажка 3. На корпусе снята лыска, плоскость которой проходит строго по осевой линии. На этой плоскости закреплён флажок 3 винтами 2.

При контроле положения режущей кромки резца 4 хвостовик корпуса устанавливают в посадочное гнездо зуборезной головки 5. Флажок подводят к режущей кромке до соприкосновения. Затем по наличию или отсутствию зазора между флажком и режущей кромкой судят о точности заточки определяют величину изменения того или иного угла настройки приспособления для заточки резцов.

Как показала практика описанное приспособление обеспечивает качественный контроль.

После заточки перед установкой на зуборезный станок у резцовых головок проверяют высоту вершин резцов, прямолинейность и параллельность режущих кромок противоположащих резцов, радиальное расположение режущих кромок и угла профиля резцов.

Высоту вершин резцов проверяют у двухсторонних головок. Эта проверка заключается в определении разницы высот вершин наружных и внутренних резцов, которая может получиться вследствие заточки их при разных наладочных установках. Разница высот между соседними наружными

и внутренними резцами не должна превышать 0.03мм, суммарное колебание высоты резцов внутри одной головки – 0.1мм.

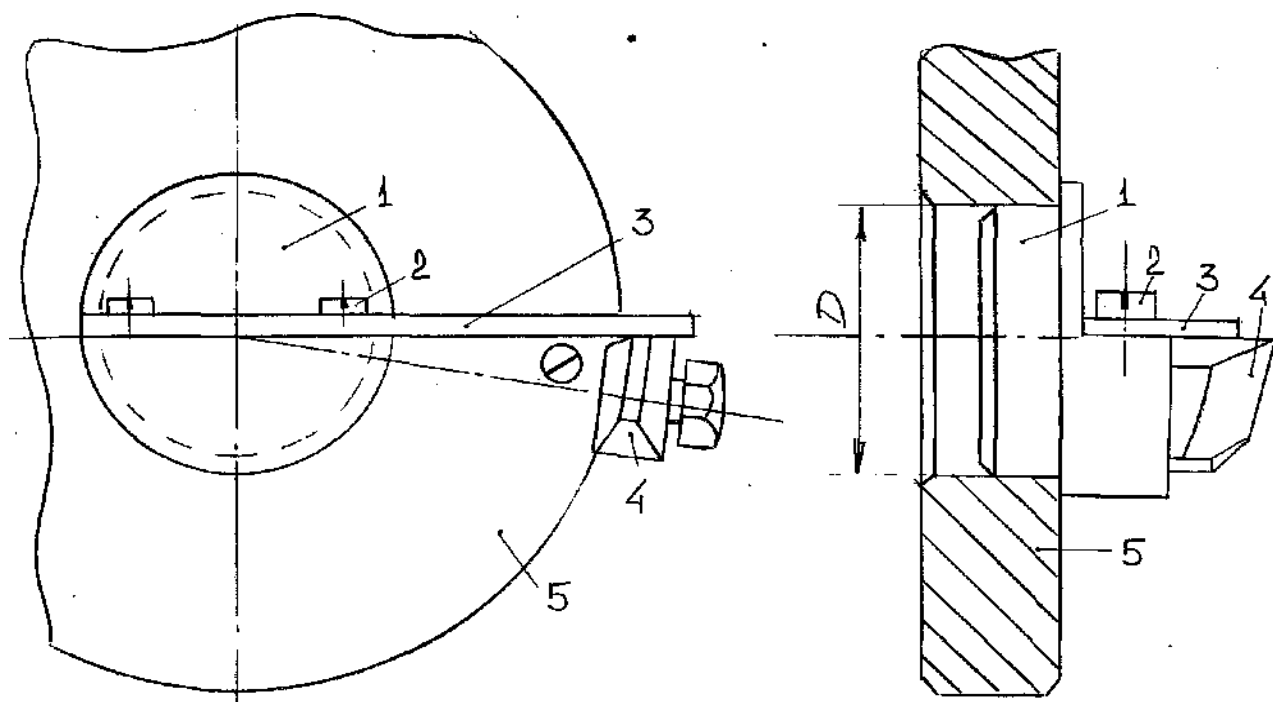


Рис.7.1 Приспособление для контроля заточки резца и вставки

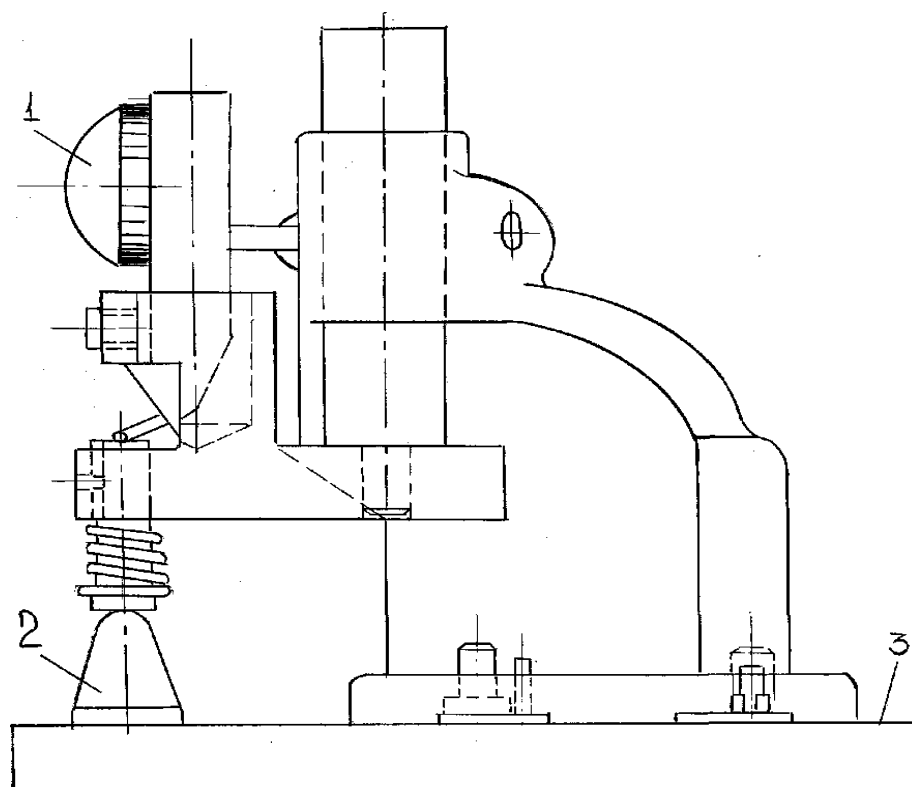


Рис.7.2. специальное индикаторное приспособление

Высоту резцов 2 сравнивают при перемещении специального индикаторного приспособления 1 «рис.7.2» по торцу корпуса головки 3, а стержень индикатора при этом контролирует вершинами резцов; высоту резцов проверяют на заточном станке в процессе заточки.

Режущие кромки противоположных резцов для обеспечения равномерного припуска под окончательную нарезку и постоянства пятна контакта на зубьях должны быть прямолинейны, параллельны и лежать в плоскости, проходящей через центр резцовой головки.

При проверке линейку «рис.7.3» плотно прижимают к режущей кромке одного из резцов, и если режущая кромка противоположного резца также плотно (без зазора) прилегает к линейке, то положение режущих кромок правильное. У резцов 12-дюймовых головок допускается неприлегание линейки 0.075мм.

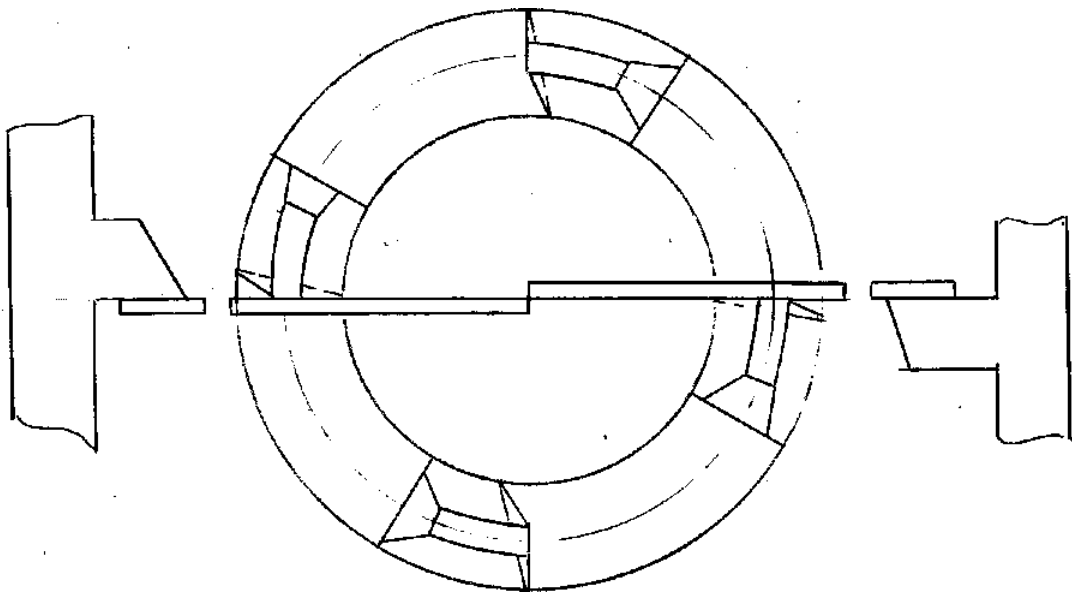


Рис.7.3. линейка для измерения положения режущих кромок резцов.

У резцовых головок для чернового нарезания зубьев, не имеющих регулировочных клиньев, разница в радиальном расположении боковых режущих кромок резцов не должна превышать 0.05мм для одной головки. Радиальное биение режущих кромок черновых резцов у головок типа черновых (Рафак) с регулировочными клиньями допускается не более 0.01мм. черновые резцовые головки проверяются один раз на контрольном приспособлении после заточки нового комплекта резцов; при последующих заточках этого комплекта резцы при нормальной эксплуатации головки не контролируют.

Отклонение угла профиля резцов в головке от угла базового резца на длине режущей кромки, соответствующей высоте зуба обрабатываемого колеса, получило название «веера». «Веер» измеряют в мкм.

Волнистость (гранность) на профиле зуба шестерни является основным признаком «веера» в резцах головки. Угол профиля резцов контролируют при установке нового комплекта резцов, а также после очередной разборки и сборки головки в процессе эксплуатации.

Для проверки отклонения угла профиля резцов резцовую головку устанавливают в приспособление «см.рис.38[5]» на шпиндель подвижного суппорта. Шпиндель вместе с резцовой головкой наклоняют до тех пор, пока рабочая сторона базового резца не будет параллельной основанию суппорта; при перемещении суппорта с головкой вперед и назад индикатор, закреплённый на вертикальной стойке, укажет разницу углов зацепления по сравнению с базовым резцом.

Правильность угла профиля всех резцов в головке определяют относительно базового резца. Индикатор контрольного прибора не должен отклоняться от нулевой установки на длине режущей кромки базового резца; показания индикатора на всех остальных одноимённых резцах должны соответствовать первоначальной установке. Во время контроля ножки

индикатора должны находиться на расстоянии 0.3 – 0.4мм от режущей кромки. Допустимое отклонение по «вееру» для одной головки, по данным фирмы Глисон, не более 0.6мм.

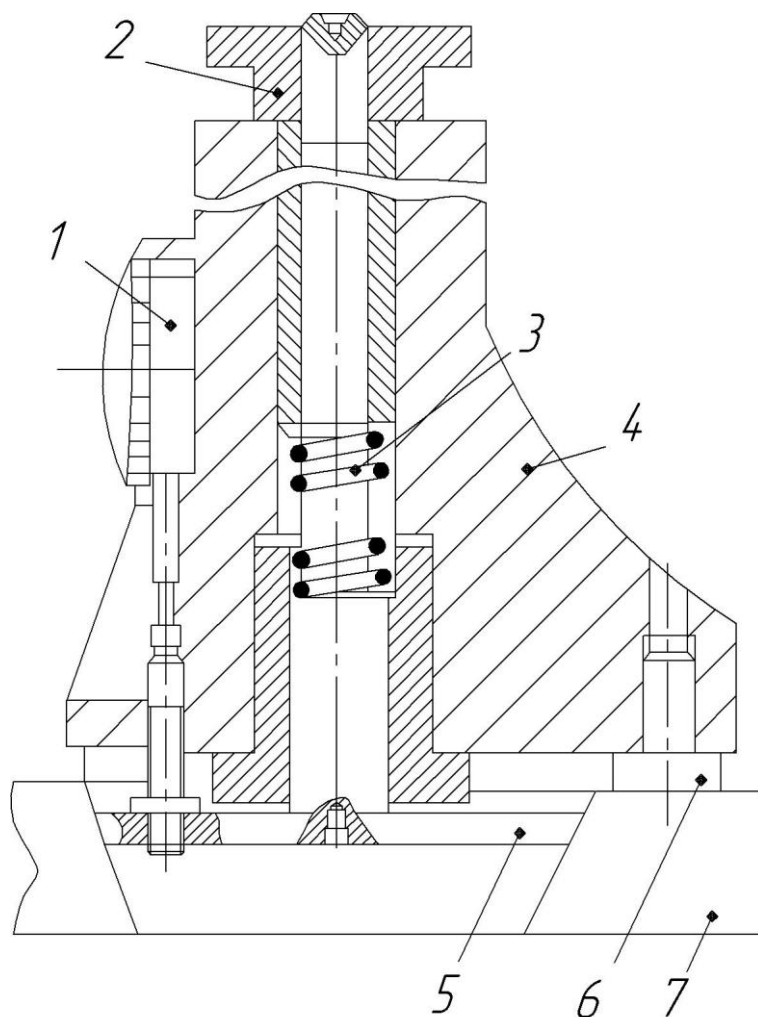


Рис. 7.4.калибр для контроля зазора к корпусу

Для систематического контроля в процессе эксплуатации размера посадочного конуса станка и величины зазора в резцовых головках фирма Глисон изготавливает специальные калибры. Калибр для контроля зазора в корпусе резцовой головки «рис.7.4» состоит из калибра-кольца 7. и переносного измерительного устройства 4. с конической пробкой 5.

Размер пробки соответствует номинальному диаметру конусного отверстия резцовой головки. Перед контролем величины зазора коническая пробка 5. в измерительном устройстве вращения гайки 2. перемещается в верхнее положение, затем эту пробку вставляют в отверстие калибр-кольца

7., а переносное измерительное устройство 4. устанавливают на торец калибр-кольца на три опоры 6.. Удерживая переносное измерительное устройство на торце калибр-кольца, отвёртывают гайку 2., при этом коническая пробка 5. опустится и под действием пружины 3. будет плотно входить в отверстие калибр-кольца; в этом положении индикатор 1. устанавливают на нуль; рекомендуется ещё раз поднять и опустить пробку 5. в отверстие калибр-кольца с проверкой нулевого положения индикатора.

Измерительные калибры находятся в ведении специальной службы, которая обязана периодически, через каждые шесть месяцев контролировать отверстия резцовых головок и посадочные конуса шпинделей станков

Отделение для заточки и контроля резцовых головок располагают рядом с участком по производству конических зубчатых колёс. Такая планировка устраняет транспортировку резцовых головок, удобнее контролировать головки, более оперативно устраняются неполадки, возникающие в процессе работы, и т.д..

8. РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ШЛИФОВКИ ПРОФИЛЯ ЗУБЬЕВ.

В выпускной квалификационной работе разработан и представлен корпус для шлифования правых внутренних резцов «Рафак 12» методом смещения. По окружности в корпусе расположено 16 отверстий, предназначенных для вставок, в которые устанавливаются резцы. Вставка представляет собой цилиндр с квадратным отверстием вдоль оси к цилиндру приварен рычаг в котором протянута канавка для базирования ролика. Диаметр ролика рассчитывается в зависимости от величины смещения (см.п.8.1.1). По торцу корпуса расположено 16 отверстий для винтов крепления резцов, а также 16 отверстий для винтов, которые фиксируют вставку. Корпус снабжен коническим отверстием для посадки на шпиндель станка. С последним он соединяется посредством четырёх болтов, которые устанавливаются в четыре отверстия диаметром 17мм для двух съёмных винтов, снабжённых шестигранными отверстиями под торцовый ключ. Снизу корпуса расположены 16 отверстий диаметром 8мм, для крепления опорного кольца, на котором базируются резцы по основанию.

Сущность предложенного корпуса состоит в следующем: для изготовления конической пары с определёнными параметрами рассчитывается смещение, на величину которого требуется шлифовать профиль резцов, чтобы изготовить эту пару. По рассчитанному смещению изготавливается корпус для шлифовки резцов.

Таким образом, для каждой конической пары со своими параметрами требуется свой корпус, изготовление которого очень трудоёмко, требует много затрат.

Предлагаемая конструкция корпуса снимает ряд проблем.

Во-первых, с помощью вставок обеспечивается нужная величина смещения, за счет комплекта роликов, диаметры которых заранее

рассчитаны. Во-вторых, значительно сокращается изготовление корпусов, что приводит к большой экономии материальных средств.

8.1. Расчёт диаметров ролика.

Расчёт будем проводить условно приняв, что угол смещения \mathfrak{L} равен нулю при диаметре ролика 6мм (см.рис.8.1).

$$\operatorname{tg}\beta = (d+4)/l = 10/12 = 0.83333\dots (8.1)$$

где: d – длина ролика, принимаем $d=6\text{мм}$;

l – длина рычага, принимаем $l=12\text{мм}$;

получим: $\beta = 40^{\circ}20'$.

Таким образом, угол смещения $\mathfrak{L} = 0^{\circ}$ при $d=6\text{мм}$ и $\beta = 40^{\circ}20'$.

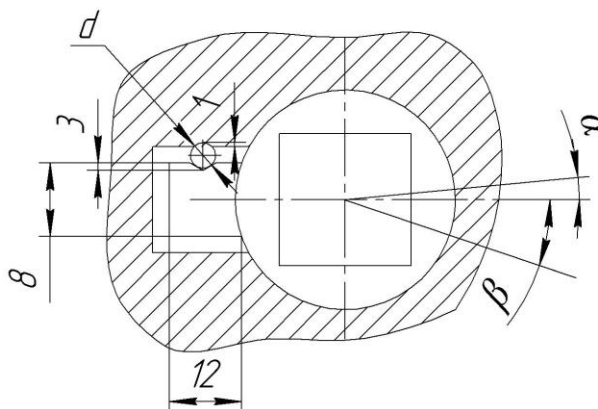


Рис.8.1 Ролик

Обозначим: $d+4=A$.

Из выражения (1) выразим величину A :

$$A = l * \operatorname{tg}(\beta + \mathfrak{L}) \quad (8.2)$$

При расчёте величины A , смещение будем брать с интервалом в $30'$.

Таким образом, имеем:

при $\mathfrak{L}_1 = 30'$: $A_1 = 12 * \operatorname{tg}(40^{\circ}20' + 30') = 10.25\text{мм}$,

при $\mathfrak{L}_2 = 60'$: $A_2 = 12 * \operatorname{tg}(40^{\circ}20' + 60') = 10.50\text{мм}$,

при $\mathfrak{L}_3 = 1^{\circ}30'$: $A_3 = 12 * \operatorname{tg}(40^{\circ}20' + 1^{\circ}30') = 10.62\text{мм}$,

при $\beta_4=1^\circ 60'$: $A_4=12*\text{tg}(40^\circ 20'+1^\circ 60')=10.88\text{мм}$,

при $\beta_5=2^\circ 30'$: $A_5=12*\text{tg}(40^\circ 20'+2^\circ 30')=10.99\text{мм}$.

учитывая, что $d=A - 4$, имеем

$$d_1=A_1 - 4=6.25\text{мм}$$

$$d_3=A_3 - 4=6.62\text{мм}$$

$$d_2=A_2 - 4=6.50\text{мм}$$

$$d_4=A_4 - 4=6.88\text{мм}$$

$$d_5=A_5 - 4=6.99\text{мм}$$

из проведенных расчётов видно, что для любого угла смещения можно рассчитать диаметр ролика.

9. РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАТОЧКИ ЗУБЬЕВ.

В условиях единичного производства при отсутствии специального заточного станка резцы зуборезных головок диаметром 6''; 9''; 12'' и 18'', предназначенных для нарезания конических колёс с круговым зубом, можно затачивать на плоскошлифовальных станках, например, мод.3Б722. Для этой цели на предприятии разработано универсальное приспособление, в которое устанавливают резцы, поочерёдно извлекаемые из корпуса зуборезной головки. При заточке резцов каждой конкретной головки выдерживают только размер Н, определяющий положение режущей кромки относительно зеркала магнитного стола.

Приспособление состоит из основания 1. и корпусов 3. и 5., имеющих возможность поворачиваться на необходимый угол вокруг осей 2. и 4. соответственно. Для фиксации корпусов 3. и 5. в требуемом служат гайки 9. и 8.. Прихват 6. и винты 7. предназначены для крепления резца 10., устанавливаемого в гнездо корпуса 5. до упора.

Резцы головок диаметром 6''; 9''; 12'' закрепляют с помощью переходника, представляющего собой пластину с Г-образным поперечным сечением.

Как показала практика, описанное приспособление обеспечивает требуемое качество заточки и высокую работоспособность головок.

10. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ОБЪЕКТА

Введение

Профессиональная деятельность человека связана с применением оборудования вызывающего различной степени появления возможных рисков. По природе возникновения риски могут быть классифицированы как профессиональные, техногенные, экологические. В качестве профессиональных рассматриваются риски травмирования человека, возникновения профессиональных заболеваний, вызывающих снижение работоспособности, нарушение его здоровья и снижение производительности труда. При рассмотрении техногенных рисков речь может идти об отказах оборудования, неправильной эксплуатации оборудования, промышленных зданий и сооружений, возникновениях пожаров, аварийных и чрезвычайных ситуаций. К экологическим рискам можно отнести образующиеся негативные факторы воздействия технического объекта на окружающую среду: токсические и/или радиоактивные выбросы в атмосферу, образование загрязненных сточных вод, опасных загрязняющих газообразных, жидких или твердых материалов отходов производства, вынужденную выемку грунтовых покрытий, нарушение и загрязнение растительного и почвенного покрова и т.д.

Своевременная идентификация профессиональных рисков, определение степени возникновения производственно-технологического инцидента на производстве и/или транспортировка продукции эффективных, технически обоснованных методов и технических средств снижения профессиональных рисков позволяет предупредить негативные последствия рисков, исключить производственные травмы и профессиональные заболевания.

При выполнении выпускной квалификационной работы актуальны решения вопросов обеспечения безопасности проектируемого объекта в процессе его дальнейшей эксплуатации в отношении функционирования инженерно-технического и технологического оборудования осуществления

технологического процесса (технологических операций), функционирования устройства как, с точки зрения, негативного воздействия техногенных факторов на человека, так и на среду (рабочую и окружающую), а также включает вопросы учета минимизации содержания в составе материалов деталей технического устройства вредных и опасных веществ, возможность проведения его безопасной утилизации по завершению жизненного цикла проектируемого технического устройства.

В качестве технического объекта можно рассматривать объекты техники (технические устройства), технологическое и инженерно-техническое оборудование, производственно-технологические процессы, строительные здания, инженерные сооружения и т.д.

1. Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В данном технологическом процессе по изготовлению резцов зуборезной головки для нарезания конических колёс с криволинейным зубом применяется большое количество основного и вспомогательного оборудования: фрезерные, шлифовальные, сверлильные станки, транспортёры; а также большое количество инструмента: шлифовальные круги, фрезы, инструмент для обработки отверстий, шлифовальные ленты. Транспортные средства включают в себя ручные тележки, электрокары, кран-балки. Применяются вещества: смазочно-охлаждающая жидкость (эмульсия, состав 5%-го укринола и 95% H_2O , различные масла). Проведём анализ опасных и вредных факторов появляющихся при шлифовании и предложим по их устранению или ослаблению их влияния в пределах установленных нормативов.

Таблица 1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс ¹	Технологическая операция, вид выполняемых работ ²	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию ³	Оборудование, устройство, приспособление ⁴	Материалы, вещества ⁵
1	010	Горизонтально-фрезерная. Производится фрезерование плоскости	Фрезеровщик	Фрезерный станок мод. FPV2V1	Металл – сталь Р6М5
2	035	Вертикально-сверлильная. Производится фрезерование переднего угла	Оператор сверлильного станка	Вертикально сверлильный станок мод. 2Н118	Металл – сталь Р6М5
3	140	Плоско-шлифовальная. Производится шлифование поверхности, снимается припуск	Шлифовщик	Плоско-шлифовальный станок мод. 3Е710А	Металл – сталь Р6М5

2. Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Улучшение условий труда, повышение его безопасности влияет на результаты производства, на производительность труда, качество и себестоимость продукции. Производительность труда повышается за счёт сохранения здоровья и повышения работоспособности человека, уменьшения числа аварий, повышения уровня использования рабочего времени и многое другое.

Улучшение условий труда и его безопасность приводит к снижению производственного травматизма, профессиональных заболеваний, а так же к улучшению здоровья трудящихся, повышению степени удовлетворённости трудом.

В законодательстве о труде особое внимание уделяется соблюдению требований охраны труда при проектировании и разработке новых (и

реконструируемых) предприятий, машин, оборудования и технологических процессов.

Перед тем, как ввести или принять в эксплуатацию новые и реконструированные объекты производственного назначения необходимо получить разрешение органов, осуществляющих санитарный и технический надзор, а так же профсоюзного комитета предприятий, вводящих объект в эксплуатацию. То есть запрещается принимать и вводить в эксплуатацию предприятия, не отвечающие требованиям охраны труда.

Известно, что полностью безвредных производств не существует, поэтому задача охраны труда свести к минимуму вероятность поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением максимальной производительности труда.

Безопасность труда зависит от уровня организации труда и производства, от гигиенических параметров окружающей человека производственной среды, от складывающихся в трудовом коллективе социально психологических отношений и, наконец, от профессиональной подготовленности, психофизиологических особенностей человека и других его качеств.

Подробно проанализируем и выявим опасные и вредные факторы, которые имеют место при обработке профиля резцов.

При обработке профиля резцов и при прохождении их через все технологические операции, такие как: фрезерные, токарные, сверлильные, фрезерные, шлифовальные; возникает ряд опасных ситуаций.

Вредными физическими производственными факторами, характерными для процесса резания, являются: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны, высокий уровень шума и вибраций, недостаточная освещённость рабочей зоны, повышенная пульсация светового потока.

На токарной операции к вредным производственным факторам можно отнести: физические перегрузки при установке, закреплении и съёме детали,

а так же перенапряжение зрения и монотонность труда. Это происходит вследствие немеханизированного рабочего труда.

Характерным вредным фактором на токарной операции является выделение в воздух рабочей зоны аэрозолей, масел, паров СОЖ. Концентрация СОЖ и отдельных компонентов, а так же их качественный состав зависит от их расхода, способа подачи, характера и режима обработки деталей. При работе с СОЖ появляются биологически вредные факторы, к которым относятся болезнетворные микроорганизмы и бактерии.

Ещё одним вредным фактором на токарной операции является шум. Шум наносит большой ущерб, вредно действуя на организм человека и снижая производительность труда. Утомление рабочих и операторов из-за шума увеличивает число ошибок при работе, способствует возникновению травм. Шум, даже когда он невелик, создаёт значительную нагрузку на нервную систему человека, оказывая на него психологическое воздействие.

Слабый шум по-разному влияет на людей. Причиной этого могут быть: возраст и состояние здоровья, вид труда и многое другое. Степень вредности зависит так же от того, насколько он отличается от привычного шума.

Известно, что ряд таких серьёзных заболеваний как гипертоническая и язвенная болезни связаны с перенапряжением нервной системы в процессе труда и отдыха.

Человек, работая в условиях шума, привыкает к нему, но продолжительное действие шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха, а иногда и к глухоте, нарушается процесс пищеварения, происходят изменения объёма внутренних органов. Патологические изменения, возникающие под влиянием шума, рассматривают как шумовую болезнь.

Ещё одним вредным фактором на токарной операции является опасность поражения оператора раскалённой стружкой. На черновых токарных операциях снимаемый припуск сравнительно велик, поэтому существует серьёзная опасность попадания в рабочую зону оператора

крупной стружки. Поражения могут быть различной степени тяжести. Это может быть ожёг, возникающий от удара раскалённой стружкой о незащищённые участки кожи оператора. К самым тяжёлым последствиям может привести попадание стружки в глаза. Результатом такого факта может быть ухудшение зрения до полной его потери, то есть может произойти полная потеря трудоспособности человека.

На шлифовальных операциях имеют место все вышеперечисленные вредные факторы. Кроме этого добавляется ещё один из наиболее вредных факторов – повышенная вибрация. Вибрация возникает в результате периодически изменяющихся сил резания.

Систематическое воздействие вибрацией при высоком уровне виброскорости может быть причиной вибрационной болезни (неврита) стойких нарушений физиологических функций организма, обусловленных преимущественно воздействием вибрации на центральную нервную систему. Эти нарушения проявляются в виде головных болей, головокружений, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия, нарушений сердечной деятельности. Вибрация может не вызывать болезненных ощущений, но затруднить проведение производственных процессов. Виброблезнь относится к группе профессиональных заболеваний, эффективное лечение которой возможно лишь на ранней стадии, в противном случае необратимые изменения, приводящие к инвалидности.

На шлифовальных операциях одним из неблагоприятных факторов, влияющих на здоровье человека, является повышенная запылённость рабочего места.

Пыль проникает в организм в основном через верхние дыхательные пути, вызывая аллергию, раздражение слизистых оболочек. Пыль, оседая в лёгких, вызывает воспаление тканевых клеток, что создаёт благоприятные условия для проникновения в организм различных инфекционных болезней.

Действие вредных веществ и пыли в условиях высоких температур, шума и вибрации, значительно усугубляется. Так, например, при высокой температуре воздуха расширяются сосуды кожи, усиливается потоотделение, учащается дыхание, и это всё ускоряет проникновение вредных веществ в организм. В результате воздействия вредных веществ, могут возникать профессиональные заболевания; так, при длительном вдыхании пыли пневмокониозы.

Основываясь на данном анализе, разработаем мероприятия по устранению опасных и вредных факторов в процессе обработки профиля резцов.

Таблица 10.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ ⁽¹⁾	Опасный и /или вредный производственный фактор ²	Источник опасного и / или вредного производственного фактора ³
1	Горизонтально-фрезерная	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Фрезерный станок мод. FPV2V1
2	Вертикально-сверлильная	острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Вертикально-сверлильный станок мод. 2Н118
3	Плоско-шлифовальная	Вибрации, возникновение абразивной пыли	Плоско-шлифовальный станок мод. 3Е710А

3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

Для устранения шума введём критерий акустического проектирования, обеспечивающий минимальный уровень шума, введём звукоизолирующие ограждения в виде перегородок.

Для избегания попадания стружки в глаза рабочего, устанавливаем на станке прозрачные щитки, а так же рабочим и операторам в процессе работы необходимо одевать защитную маску.

На шлифовальных операциях для уменьшения вибрации проведём следующие мероприятия:

- при установке станка, под станину на междуэтажные перекрытия уложить прослойку из виброшумоизоляционных материалов;
- применить виброизолирующие опоры типа пружин, то есть ввести в систему дополнительную упругую связь.

Кроме перечисленных мероприятий на участке предусматривается обеспечение рабочих спецодеждой, спецобувью и индивидуальными средствами защиты.

Санитарно-гигиенические условия, необходимые для нормальной трудовой деятельности рабочих, обеспечиваются системами отопления, вентиляции и освещения.

Значительную роль в поддержании требуемых санитарно-гигиенических условий воздушной среды, в рабочих помещениях, отводится вентиляции и отоплению.

Комплексная система вентиляции включает в себя естественную и принудительную. Естественная осуществляется через окна (фрамуги) в крыше цеха.

Принудительная вентиляция осуществляется посредством вытяжных и приточных установок, кондиционированием воздуха. Для отопления применяется система центрального водяного отопления.

В производственных помещениях поддерживается влажность воздуха в пределах от 30 до 60%, температура воздуха в зимнее время 16-20°C, в летнее 20-24°C.

Производственное освещение необходимо для улучшения условий зрительной работы, снижения утомляемости, повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции.

Освещение на участке применяется естественное и искусственное. В дневное время естественное освещение осуществляется через окна (верхние и боковые), а в вечернее время искусственное, при помощи люминесцентных ламп. Искусственное освещение выполняется системой общего освещения.

Одним из опасных и вредных производственных факторов является недостаточная освещенность рабочего места, поэтому мы проводим расчет освещенности участка.

Таблица 10.3 Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках выпускной работы).

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор ¹	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора ²	Средства индивидуальной защиты работника ³
1	Повышенный уровень шума на рабочем месте	При разработке машин и оборудования должны устанавливаться уровни физических факторов – в данном случае уровень шума	Наушники противошумные или вкладыши противошумные
2	острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	При разработке должен определяться и устанавливаться допустимый риск для машины и оборудования.	Очки защитные
3	Вибрации, возникновение абразивной пыли	Применение воздухоотводов и вентиляционных каналов	Респиратор

4. Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).

4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб.

Причинами пожара на участке могут быть:

- искра, образующаяся при коротких замыканиях; ремонт оборудования на ходу;

- самовозгорание промасленной обтирочной ветоши или спецодежды
- при соприкосновении с горячими частями оборудования и деталей.

Поэтому целесообразно провести расчет огнестойкости здания и сформулировать мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Под пожарной безопасностью подразумевается такое состояние объекта, при котором с большой вероятностью предотвращается возникновения пожара, а в случае его возникновения обеспечивается эффективная защита людей от опасных и вредных факторов.

По взрывной и пожарной безопасности все промышленные помещения и здания подразделяется на категории А, Б, В, Г, Д и характеризуются этажностью здания и площадью между противопожарными стенами, а также категорией производств.

Причиной пожара может быть загрязнение станков, силовых головок, неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки и большие переходные сопротивления), самовозгорание промасленной ветоши и других материалов склонных к самовозгоранию.

Для исключения возможности пожара на линии проводятся мероприятия по пожарной профилактике.

Среди них организационные мероприятия, которые предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих.

Мероприятия режимного характера это запрещение курения в неустановленных местах, производства сварочных и огневых работ в пожароопасных помещениях и т.д.

Эксплуатационными мероприятиями являются своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.

Для исключения самовозгорания обтирочные материалы складывают в специальные железные ящики.

Конструкция здания цеха относится к категории Д, то есть является не пожароопасным объектом, так как здесь используются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

В целях своевременного тушения возникшего пожара в цехе следует использовать первичные средства пожаротушения:

- а) пожарные стволы (водяные и воздушно-пенные);
- б) огнетушители: углекислотные ОУ-5, ОУ-8 и ОУ-25;
- в) сухой песок;
- г) асбестовые одеяла и др.

Места размещения каждого вида пожарной техники обозначаются указательными знаками. Подходы к огнетушителям и другому оборудованию должны быть свободными. Для лучшей видимости элементы конструкций у мест расположения пожарной техники рекомендуется выделять красными полосами, а саму технику окрашивать в красный цвет.

Для защиты участка от пожара предусматривается наличие стационарных огнетушащих установок, устройства сигнализации возгорания.

В результате примененных мероприятий мы видим, что требования по пожарной безопасности здания полностью учтены.

Как дополнительное мероприятие в структуре мероприятий по пожарной безопасности можно предложить создание на предприятии добровольной пожарной дружины для оказания помощи профессиональной пожарной охране в проведении профилактических мероприятий на предприятии. На нее возложить надзор за исправным состоянием и содержанием в готовности первичных средств огнетушения, средств пожарной связи и сигнализации, вызов пожарной части при возникновении пожара на предприятии и принятие мер к его тушению. При возникновении пожара предусмотрена безопасная эвакуация людей из опасной зоны.

Таблица 10.4. Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Механический	Фрезерный станок мод. FPV2V1	D	Искры	Токопроводящие части технологических установок
2	Механический	Вертикально-сверлильный станок мод. 2Н118	D	Искры	Части разрушившихся технологических установок

4.2. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (выпускной квалификационной работы).

Таблица 10.5. Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
вода	Пожарные автомобили	Пенные системы пожаротушения	Извещатели пожарные	пожарный шкаф	Средства защиты органов дыхания, противогазы	Пожарный топор, ведро	Дымовые датчики

4.3. Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.

Таблица 10.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование	Наименование видов	Предъявляемые требования
--------------	--------------------	--------------------------

технологического процесса, оборудования технического объекта	реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
ТП изготовления резцов зуборезных головок	Изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности	Установка пожароопасного оборудования по возможности в изолированных помещениях или на открытых площадках
ТП изготовления резцов зуборезных головок	Нормирование численности людей на объекте по условиям безопасности при пожаре	Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь помещения, предназначенные для одновременного пребывания более 10 чел.

5. Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

Участок обработки и изготовления резцов зуборезных головок не оказывает существенного антропогенного воздействия на окружающую среду.

Выбросы в атмосферу предельно минимальны, так как вредные примеси образуются на этапах обработки, вследствие использования СОЖ. Таким образом, вредные примеси в воздухе это химические составляющие СОЖ.

Выбросы сточных вод, так же минимальны и определяются потребностями на технологическую воду и уборку станков, помещения.

Утилизации промышленных отходов от цеха является главенствующим показателем, характеризующим его антропогенное воздействие па окружающую среду, ввиду того, что при обработке используется различные протирочные материалы, представляющие собой тканевую материю или ветошь. Учитывая то, что количество деталей при обработке значительно, то и количество ветоши так же большое.

Для защиты атмосферы от вредных выбросов на участке предусмотрена система циклонов, а так же фильтровая система.

Все сточные воды проходят через систему очистки. Учитывая, что концентрация масляной фазы в сточных водах незначительна, мы предлагаем

использовать следующий метод регенерации сточных вод. Регенерацию отработанных сточных вод следует проводить следующим образом. Отработанную воду направляют в сборный резервуар и отстаивают в нем для отделения взвеси и всплывающего масла в течение 6 ч. Для удаления тонкой взвеси затем ее подают на фильтр-транспортёр с бумажной лентой, после чего она поступает в ёмкость для регенерации. В эту ёмкость подают эмульсол-пасту (смесь эмульсола с водой в соотношении 1:1), воду и раствор бактерицидного вещества. При необходимости в регенерируемую СОЖ вводят антикоррозионные добавки (в дозе 1 г/л) и соду из расчёта 0,2-0,3 % (по массе). Смесь перемешивают сжатым воздухом в течение 10 мин, отстаивают в течение 60 мин, удаляют всплывшее масло и возвращают в производство для дальнейшего использования.

Таким образом, возможно обеспечить повторность использования технологической воды и тем самым снизить загрязнение водного бассейна. При сбросе сточных вод в водный бассейн, концентрация примесей также должна не превышать нормы.

Утилизация как уже указывалась выше, является главенствующим фактором антропогенного воздействия. Поэтому в цехе предусмотрены специальные контейнеры для сбора протирочного материала, ветоши. После заполнения контейнеров его содержимое отправляют на переработку. Материал необходимо сжигать в спецпечах, при этом масляный смог должен проходить очистку посредством циклонов.

Таблица 10.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
ТП изготовления резцов зуборезных головок	Фрезерный станок мод. FРV2V1	нет	Забор воды из различных источников водоснабжения	нет
	Вертикально-сверлильный станок мод. 2Н118			Образование стружки
	Плоско-шлифовальный станок мод. 3Е710А			Образование грязной воды

Таблица 10.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	ТП изготовления резцов зуборезных головок
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	отсутствуют
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Утилизация смазывающей охлаждающей жидкости (СОЖ) при помощи термического метода
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Переработка стружки путем запрессовки в компактный брикет и отправка ее на утилизацию

11. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ.

Выпускная работа завершается экономическим обоснованием принятых решений. Оценка экономической эффективности работы ведется на основе сравнительного анализа проектного варианта сборочной операции и базового, применяемого в данное время.

11.1. Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Характеристики сборочной операции, необходимые для экономического расчета, приведены в табл. 11.1.

Таблица 11.1

Краткая характеристика сравниваемых вариантов

№ п.п.	Характеристика	Описание	
		Базовый вариант	Проектный вариант
1	Тип производства	Средне-серийное	Средне-серийное
2	Форма оплаты труда	Повременно-премиальная	Повременно-премиальная
3	Загрузка-выгрузка деталей	Ручная	Автоматическая
4	Условия труда	Вредные	Нормальные

11.2. Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов Исходные данные сведены в табл. 11.2.

Таблица 11.2

Исходные данные для экономического обоснования
сравниваемых вариантов

№ п. п	Показатель	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателя	
			Базовый вариант	Проектный вариант
1	2	3	4	5
1	Годовая программа выпуска	П _г , шт	3 200	3 200
2	Норма штучного времени на операцию, в т. ч. машинное время	Т _{шт} , мин Т _{маш} , МИН	76 62	34 27
3	Часовая тарифная ставка: - рабочего оператора; - наладчика	С _ч , руб С _ч нал, РУБ	24, 47 29, 98	24,47 29,98
4	Коэффициент доплат до часового, дневного и месячного фондов [12]	К _д	1,08	1,08
5	Коэффициент доплат за проф. мастерство [12]	К _{пф}	1,12	1,12
6	Коэффициент выполнения норм	К _{вн}	1	1
7	Коэффициент доплат за условия труда [12]	К _у	1,12	1

Продолжение таблицы 11.2

8	Коэффициент доплат за вечерние и ночные часы [12]	K_n	1,2	1,2
9	Коэффициент премирования [12]	$K_{пр}$	1,2	1,2
10	Коэффициент отчислений на социальные нужды [12]	K_c	0,26	0,26
11	Годовой эффективный фонд времени работы: - оборудования (при 2-х сменной работе); - для рабочих	$\Phi_{э}, \text{ час}$ $\Phi_{р}, \text{ час}$	4015 1731	4015 1731
12	Цена единицы оборудования	Цоб/ руб	1180 000	1180 000
13	Установленная мощность электродвигателей [11]	$M_y, \text{ кВт}$	22	22
14	Коэффициент одновременной работы электродвигателей	$K_{од}$	0,8	0,8
15	Коэффициент загрузки электродвигателей по мощности	K_M	0,8	0,8
16	Коэффициент загрузки электродвигателей по времени	K_B	0,85	0,85
17	Коэффициент потерь электроэнергии в сети	$K_{п}$	1,05	1,05
18	Тариф оплаты за электроэнергию	Цэ, руб / кВт	1,2	1,2

Продолжение таблицы 11.2

19	Коэффициент полезного действия оборудования [11]	кпд	0,85	0,85
20	Удельный расход воды для охлаждения	м ³ /час	0,6	0,6
21	Тариф платы за 1 м ³ воды	руб	3	3
22	Удельный расход воздуха за 1 час работы установки приспособления	м ³ /час	0,15	0,15
23	Тариф платы за 1 м ³ сжатого воздуха	руб	16	16
24	Расход на смазочно-охлаждающие жидкости в год	Н _{сож} , руб	600	600
25	Площадь, занимаемая одним станком	З _{уд} , М ²	12	12
26	Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь	К _{д пл}	3	3
27	Стоимость эксплуатации 1 м площади зданий в год [12]	Ц _{э пл} , руб / м ²	4500	4500
28	Цена единицы рабочего инструмента	Ц _и , руб	76	76
29	Коэффициент случайной убыли инструмента	К _{уб}	1,2	1,2
30	Стойкость инструмента между переточками	Т _и , час	120	120
31	Количество переточек до полного износа	Н _{пер}	150	150

Продолжение таблицы 11.2

32	Стоимость одной переточки	$C_{\text{пер}}$	1,4	1,4
33	Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	$K_{\text{ГЗ}}$	1,05	1,05
34	Вес отходов в стружку	$M_{\text{отх}}$	-	-
35	Цена 1 кг отходов	$C_{\text{отх}}$	-	-
36	Выручка от реализации изношенного инструмента	$B_{\text{ри, руб}}$	15,2	15,2
37	Цена единицы приспособления	$C_{\text{пр, руб}}$	4228	6402
38	Коэффициент, учитывающий затраты на ремонт приспособления	$K_{\text{рпр}}$	1,5	1,5
39	Выручка от реализации изношенного приспособления	$B_{\text{рпр, руб}}$	845,6	1280,4
40	Физический срок службы приспособления	лет	5	5
41	Количество приспособлений, необходимое для производства годовой продукции	$N_{\text{пр}}$	20	2
42	Норма обслуживания станков одним наладчиком	$N_{\text{обсл}}$	10	10
43	Цена материала детали (Д12М)	$C_{\text{мат, руб /кг}}$	90	90
44	Масса детали	$M_{\text{д, кг}}$	0,14	0, 14

11.3. Расчет необходимого количества оборудования
и коэффициентов загрузки

Результаты расчета приведены в табл. 11.3.

Таблица 11.3

Расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов
загрузки

№ п. п.	Показатель	Расчетные формулы и расчет	Значение показателя	
			Базовый вариант	Проектный вариант
1	2	3	4	5
1	Расчетное количество оборудования для сборочной операции	а) $H_{обрасч} = \frac{T_{шт} \cdot P_z}{\Phi_z \cdot 60 \cdot K_{вн}} =$ $\frac{76 \cdot 3200 / 4015 \cdot 60 \cdot 1}{1} = 1$ б) $H_{обрасч} = \frac{T_{шт} \cdot P_z}{\Phi_z \cdot 60 \cdot K_{вн}} =$ $\frac{34 \cdot 3200 / 4015 \cdot 60 \cdot 1}{1} = 1$	1	1
2	Принятое количество оборудования	Ноб (расчетное количество округляется до ближайшего большего)	1	1
3	Коэффициент Загрузки оборудования	$K_z = \frac{H_{обрасч}}{H_{об}}$ а) $K_z = 1/1$; б) $K_z = 1/1$.	1	1
4	Численность рабочих- операторов, необходимое для производства годовой программы	$P_{оп} = \frac{T_{шт} \cdot P_z}{\Phi_{эр} \cdot 60 \cdot K_{мн}} \cdot C \left(1 + \frac{K_o}{100} \right)$ $= \frac{76 \cdot 3200 / 1731 \cdot 60 \cdot 1}{2(1 + 8,3/100)} = 2$ $P_{оп} = \frac{34 \cdot 3200 / 1731 \cdot 60 \cdot 1}{2(1 + 8,3/100)} = 2$	2	2

11.4. Расчет капитальных вложений (инвестиций)

Капитальные вложения составляют затраты на модернизацию сборочной операции и проектирование. Определение затрат на модернизацию ведется на основе ведомости, представленной в табл. 11.4.

Таблица 11.4

№	Наименование показателей.	Расчётные формулы и расчёт.	показатели	
			Баз-й вар-т	Проектируемый
1	2	3	4	5
1.	Прямые капитальные вложения в оборудование, руб.	а) $K_{об} = N_{ст} * C_{об} * K_3 = 1 * 1180000 * 1 = 1180000$ б) $K_{об} = N_{ст} * C_{об} * K_3 = 1 * 1180000 * 1 = 1180000$	1180 000р.	11800000р
2.	Сопутствующие капитальные вложения:			
	А. Затраты на доставку и монтаж оборудования.	а) $K_m = K_{об} * K_{монт} = 1180000 * 0.1 = 118000$ б) $K_m = K_{об} * K_{монт} = 1180000 * 0.1 = 118000$	118 000р.	118 000р.
	Б. Затарты на дорогостоящие приспособления.	а) $K_{пр} = N_{пр} * C_{пр} * z = 20 * 4228 * 1 = 84560$ б) $K_{пр} = N_{пр} * C_{пр} * z = 2 * 6402 * 1 = 12804$	84560р.	12804р
	В. затраты на дорогостоящий инструмент.	а) $K_{и} = (C_{и} * T_{маш} * П_{г} * K_{уб}) / (T_{и} * (N_{пер} + 1) * 60) = (76 * 62 * 3200 * 1.2) / (120 * (150 + 1) * 60) = 16.64$ б) $K_{и} = (C_{и} * T_{маш} * П_{г} * K_{уб}) / (T_{и} * (N_{пер} + 1) * 60) = (76 * 27 * 3200 * 1.2) / (120 * (150 + 1) * 60) = 7.24$	16.64	7.24
	Г. Затраты на производственную площадь, занятую основным оборудованием.	а) $K_{пл} = N_{ст} * Р_{уд} * K_{д.пл.} * C_{д.пл.} * K_3 = 1 * 12 * 3 * 4500 * 1 = 162000$ б) $K_{пл} = N_{ст} * Р_{уд} * K_{д.пл.} * C_{д.пл.} * K_3 = 162000$	162000	162000
	Д. Затраты на демонтаж заменяемого оборудования.	б) $Z_{дем} = 0$	-	0

Продолжение таблицы 11.4

	<p>Е. Выручка от реализации высвобождаемого оборудования</p> <p>Сопутствующие капитальные вложения.</p>	<p>б) $V_{\text{реализ}} = N_{\text{высв. Цоб}} = 0$</p> <p>а) $K_{\text{соп}} = K_{\text{м}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{н}} + K_{\text{пл}} = 118000 + 84560 + 16.64 + 162000 = 364576,64$</p> <p>б) $K_{\text{соп}} = K_{\text{м}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{н}} + K_{\text{пл}} = 118000 + 12804 + 7.24 + 162000 = 292811,24$</p>	-	0
3.	Общие капитальные вложения.	<p>а) $K_{\text{общ}} = K_{\text{об}} + K_{\text{соп}} = 1180000 + 364576,64$</p> <p>б) $K_{\text{общ}} = K_{\text{об}} + K_{\text{соп}} = 1180000 + 292811,24$</p>	1544576.64	1472811,24
4.	Удельные капитальные вложения, руб.	<p>а) $K_{\text{уд}} = K_{\text{общ}} / P_{\text{г}} = 1544576,64 / 3200 = 482,68$</p> <p>б) $K_{\text{уд}} = K_{\text{общ}} / P_{\text{г}} = 1472811,24 / 3200 = 460,25$</p>	482,68	460,25

11.5. Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов

Таблица 11.5 Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов

№	Наименование показателей.	Расчётные формулы и расчёт.	показатели	
			Баз-й вар-т	Проектируемый вариант
1	2	3	4	5
1.	Основные материалы за вычетом отходов, руб.	<p>а) $M = (M_{\text{д}} * C_{\text{мат}} * K_{\text{т.з}}) - (M_{\text{отх}} * C_{\text{отх}}) = (0.14 * 90 * 1.05) - 0 = 13,2$</p> <p>б) $M = (M_{\text{д}} * C_{\text{мат}} * K_{\text{т.з}}) - (M_{\text{отх}} * C_{\text{отх}}) = (0.14 * 90 * 1.05) - 0 = 13,2$</p>	13,23	13,2

Продолжение таблицы 11.5

2	Основная заработная плата			
2.1.	Заработная плата рабочих операторов-повременщиков руб.	<p>а) $З_{пл} = \frac{Ч_p \cdot C_q \cdot \Phi_{эп} \cdot K_3}{П_r} \cdot K_y \cdot K_{пф} \cdot K_{пп} \cdot K_d \cdot K_H =$ $2 \cdot 24,47 \cdot 1731 \cdot 1,12 / 3200 \cdot 1 \cdot 1,12 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,2 = 51,6$ </p> <p>б) $З_{пл} = (2 \cdot 24,47 \cdot 1731 \cdot 1,08 \cdot 1,12 / 3200) \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,26 \cdot 1 = 51,6$</p>	51,6	51,6
2.2.	Заработная плата рабочих наладчиков-повременщиков руб.	<p>$З_{пл\text{ нал}} = \frac{С_{чнал} \cdot \Phi_{эп} \cdot Ноб}{N_{обсл} \cdot П_r} \cdot K_y \cdot K_{пф} \cdot K_{пп} \cdot K_d \cdot K_H \cdot n_{см}$ где $n_{см}$ = 2-количество смен в сутках;</p> <p>а) $З_{пл\text{ нал}} = \frac{29,98 \cdot 1731 \cdot 1}{10 \cdot 3200} \cdot 1,12 \cdot 1,12 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,2 \cdot 2;$</p> <p>б) $З_{пл\text{ нал}} = \frac{29,98 \cdot 1731 \cdot 1}{10 \cdot 3200} \cdot 1,12 \cdot 1,12 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,2 \cdot 2;$</p>	60,1	60,1
	Итого основная заработная плата	$З_{пл\text{ осн}} = З_{пл\text{ нал}} + З_{пл\text{ оп}}$ $З_{пл\text{ осн}} = 51,6 + 60,1 = 111,7$	111,7	111,7
3	Отчисления на социальное страхование	$O_c = З_{пл\text{ осн}} \cdot K_c$ $O_c = 111,7 \cdot 0,26 = 29,042$	29,04	29,04
4	Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования			
4.1.	Затраты на текущий ремонт оборудования,руб.	$P_p = \frac{Ноб \cdot Ц_{об} \cdot T_{шт} \cdot K_3}{\Phi_э \cdot K_{вн} \cdot 60} \cdot K_p$ <p>где $K_p = 0,3$ – коэффициент затрат на текущий ремонт;</p> <p>а) $1 \cdot 1180000 \cdot 76 \cdot 1 / 4015 \cdot 1 \cdot 60 \cdot 0,3 =$</p> <p>б) $1 \cdot 1180000 \cdot 34 \cdot 1 / 4015 \cdot 1 \cdot 60 \cdot 0,3 =$</p>	11,16	4,9

Продолжение таблицы 11.5

4.2.	Расходы на электроэнергию, руб.	а) $P_{э} = ((M_{у} \cdot T_{маш} \cdot K_{од} \cdot K_{м} \cdot K_{в} \cdot K_{п}) / (K_{п} \cdot D \cdot 60)) \cdot C_{э} = ((22 \cdot 62 \cdot 0.8 \cdot 0.85 \cdot 1.05 \cdot 0.8) / (0.85 \cdot 60 \cdot 1.2)) = 12.73$ б) $P_{э} = ((M_{у} \cdot T_{маш} \cdot K_{од} \cdot K_{м} \cdot K_{в} \cdot K_{п}) / (K_{п} \cdot D \cdot 60)) \cdot C_{э} = ((22 \cdot 27 \cdot 0.8 \cdot 0.85 \cdot 1.05 \cdot 0.8) / (0.85 \cdot 60 \cdot 1.2)) = 5.54$	12,73	5,54
4.3.	Расходы на рабочий инструмент, руб.	а) $P_{и} = (((C_{и} \cdot K_{тр-Ври}) \cdot T_{маш} + N_{пер} \cdot C_{пер}) / T_{и} \cdot (N_{пер} + 1) \cdot 60) \cdot K_{уб} = (((76 \cdot 1.05 - 15.2) \cdot 62 + 150 \cdot 1.4) / (120 \cdot (150 + 1) \cdot 60)) \cdot 1.2 = 0.019$ б) $P_{и} = (((76 \cdot 1.05 - 15.2) \cdot 27 + 150 \cdot 1.4) / (120 \cdot (150 + 1) \cdot 60)) \cdot 1.2 = 0.016$	0.019	0.016
4.4.	Расход на содержание и эксплуатацию приспособлений, руб.	а) $P_{пр} = (((C_{пр} \cdot K_{р.пр.-Вр.пр}) \cdot N_{пр}) / (T_{пр} \cdot П_{г})) \cdot K_{з} = (((4228 \cdot 1.5 - 845.6) \cdot 20) / (5 \cdot 3200)) \cdot 1 = 6.87$ б) $P_{пр} = (((C_{пр} \cdot K_{р.пр.-Вр.пр}) \cdot N_{пр}) / (T_{пр} \cdot П_{г})) \cdot K_{з} = (((6402 \cdot 1.5 - 1280.4) \cdot 2) / (5 \cdot 3200)) \cdot 1 = 8.08$	6,87	8,08
4.5.	Расходы на смазочные, обтирочные материалы и охлаждающую жидкость, руб..	$P_{соз} = \frac{H_{об} \cdot K_{з}}{П_{г}} \cdot H_{соз}$ а) $P_{см} = (1 \cdot 1) / (3200 \cdot 600) = 0.18$ б) $P_{см} = (1 \cdot 1 \cdot 1) / 3200 = 0.18$	0.18	0.18
4.6.	Расходы на воду технологическую, руб.	а) $P_{в} = (У_{в} \cdot N_{ст} \cdot Ф_{э} \cdot Ц_{в} \cdot K_{з}) / П_{г} = (0.6 \cdot 1 \cdot 4015 \cdot 3 \cdot 1) / 3200 = 0.9$ б) $P_{в} = (У_{в} \cdot N_{ст} \cdot Ф_{э} \cdot Ц_{в} \cdot K_{з}) / П_{г} = (0.6 \cdot 1 \cdot 4015 \cdot 3 \cdot 1) / 3200 = 0.9$	0.9	0.9
4.7.	Расходы на сжатый воздух, руб.	а) $P_{сж} = (У_{сж} \cdot N_{ст} \cdot Ф_{э} \cdot Ц_{сж} \cdot K_{з}) / П_{г} = (0.15 \cdot 1 \cdot 4015 \cdot 1 \cdot 16) / 3200 = 3.01$ б) $P_{сж} = (У_{сж} \cdot N_{ст} \cdot Ф_{э} \cdot Ц_{сж} \cdot K_{з}) / П_{г} = (0.15 \cdot 1 \cdot 4015 \cdot 1 \cdot 16) / 3200 = 3.01$	3,01	3,01

Продолжение таблицы 11.5

4.8.	Расходы на содержание и эксплуатацию производственной площади, руб.	$P_{пл} = \frac{H_{об} \cdot S_{уд} \cdot K_3 \cdot K_{дпл}}{П_2} \cdot Ц_{эпл}$ $=(1*12*1*3)/3200*4500=50,62$ б) Рпл= (1*12*1*3)/3200*4500=50,62	50,62	50,62
	Итого технологическая себестоимость операции, руб.	а) Стех=М+Зпл +Рэ+Ри+Рпр+ +Рсм+Рв+Рсж+Рпл=11,1+12,73+0,019 +6,87+0,18+0,9+3,01+50,62=85,39 б) Стех=М+Зпл+ Рэ+Ри+Рпр+ +Рсм+Рв+Рсж+Рпл=4,9+5,54+0,016+8 ,08+0,18+0,9+3,01+50,62=73,24	85,39	73,24

11.6. Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта

№	Показатели.	Расчётные формулы и расчёт.	Значение показателей	
			базовый вариант	Проектируемый вариант
1.	Приведённые затраты:	а) Зпр.ед=Стех+Ен*Куд= =85,39+0.24*482,68=201,23	201,23	
	А.на единицу детали, руб.	б) Зпр.ед=Стех+Ен*Куд= =73,24+0.24*460,25=183,7		
	Б.на годовую программу, руб.	а) Зпр.г=Зпр.ед*Пг= =201,23*3200=643936 б) Зпр.г=Зпр.ед*Пг= =183,7*3200=587840	643936	587840
2.	Условно-годовая экономия от снижения себестоимости обработки детали, руб.	Эу.г=(Стех ₁ -Стех ₂)*Пг=(85,39-73,24)*3200= 38880		
3.	Годовой экономический эффект, руб.	$Эг=(Стех_1+Ен*Куд_1)-(Стех_2+Ен*Куд_2)*Пг=$ $=(85,39+0.24*482,68)-(73,24+0.24*460,25)*3200=587638,77$ $Эг=587638,77 \text{ руб.}$		

$$T_{ок \text{ расч}} = K_{общ} / Эг = 1472811,24 / 587638,77 = 2,2 \text{ года.}$$

Расчетный срок окупаемости инвестиций принимается за горизонт расчета Т. Шаг расчета берется равным 0,5 года. Предварительно число шагов n = 3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной выпускной работы является совершенствование технологического процесса по изготовлению резцов зуборезных головок для обработки конических колёс с криволинейными зубьями. В результате проделанной работы цель была достигнута. Это произошло за счёт внедрения новой конструкции корпуса для шлифования резцов зуборезной головки методом смещения, что позволило значительно сократить затраты, связанные с эксплуатацией корпуса, повысить производительность обработки. Предложена также новая конструкция приспособления для заточки резцов.

Применена новая конструкция развёртки для изготовления посадочных отверстий резцов. Был рассмотрен ряд вопросов, относящихся к теме работы. Проведены расчёты, связанные с геометрией резцов, с припуском на обработку, проведена оптимизация режимов фрезерования, экономический расчёт. Рассмотрены вопросы охраны труда.

В результате внедрения новых технологических и конструкторских решений достигнут общий (расчётный) экономический эффект 598880 руб. в год.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т-1-5-е изд., перераб. и доп. – М; Машиностроение, 1979-728с.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т-3-6-е изд., перераб. и доп. – М; Машиностроение, 1982-576с.
3. Барановский Ю.В. и др.. Режимы резания металлов. Справочник. Изд.3-е, перераб. и доп. – М; Машиностроение, 1972-407с..
4. Вульф А.М. Резание металлов М.-Л.
5. Калашников С.Н. Зуборезные резцовые головки. Изд.2-е, перераб. и доп. М; Машиностроение, 1972-162с..
6. Касилова А.Г. и др. Справочник технолога машиностроителя: в 2-х т. 1-5-е изд., перераб. и доп. – М; Машиностроение, 1992 – 694с..
7. Касилова А.Г. и др. Справочник технолога машиностроителя: в 2-х т. - 6-е изд., перераб. и доп. – М; Машиностроение, 1992 – 568с..
8. Ординарцев Н.А. и др. Справочник инструментальщика – Л, Машиностроение, 1987-848 с.
9. Орлов П.Н. и др. Краткий справочник металлиста – 3-е изд., перераб. и доп. – М; Машиностроение. 1987-960с.
10. Протасьев В.Б. и др. Винтовая развёртка//Станки и инструмент – 1993.-№2.-с. 22-23
11. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты: Учебник для вузов. – 3-е издание, перераб. и доп. – К.; Вища шк. Головное изд-во, 1986-455с..
12. Широковский В.А. Приспособления для заточки зуборезных головок//Станки и инструмент. – 1992. - №5. - с.30-31.
- 13.Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении. Изд.2, перераб. и доп. – М.; Машиностроение, 1983-432с.
14. А.с. 1563865 СССР. Регулируемая развёртка/Владимирский политехнический институт; Денисенко В.Н. и др. – Опубл. 1990, №18.

15. Малышев В. И. Дипломное проектирование по специальности «Металлообрабатывающие станки и комплексы». Методические указания. Тольятти ТГУ 2006 г.
16. Методическое указание для выполнения дипломных работ под ред. Зубковой Н. В. Тольятти 2006 г.
17. Малышев, В.И. Технология изготовления режущего инструмента : [учеб. пособие по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. производств"]/ В.И. Малышев - Тольятти : Издательство Тольяттинского гос. университета, 2013. - 367 с.
18. Малышев В.И. Технология изготовления режущего инструмента : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / В. И. Малышев. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 439 с.
19. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33 с.
20. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов втузов [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон.дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=731
21. Панкратов Ю. М. САПР режущих инструментов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2013. — 336 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5249 — Загл. с экрана.
- Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — Кемерово :КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 103 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69516 — Загл. с экрана.
22. Тимирязев, В.А. Основы технологии машиностроительного производства [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Тимирязев, В.П. Вороненко, А.Г.

Схиртладзе. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2012. — 443 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3722 — Загл. с экрана.

23. Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. — Электрон.дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 520 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63256 — Загл. с экрана.

Приложения

Технологическая документация

Подп.											Лист	№ докум	Подпись	Дата	Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата.
Разраб.	Союза Э.																		
Пров.	Нахратова Г.В.												01140.0000001					10240	
Утв.	Бобровский А.В.																		
Н. Контр.	Виткалов В.Г.																		
M01																			
M02		ЕВ	МД	ЕН	Н. Расх	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ									
	12	166	0,16	1	1	0,6	0966XX	30x30x138	1	0,35									
A	Це/Уч./РМ	Опер					Код, наименование операции												
Б		Код, наименование оборудования					СМ	Проф	Р	ут	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тп.з	Тшт		
A 03		000 4280 Отрезная					ИОТ № XXX - X												
Б 04	38176X Пила DoALL C-180/DAR						3	17845	312	1P	1	1	1	1	1				0,37
05	Отрезать заготовку, выдерживая размер 69±0,45, 12°30'																		
T 06	396131 Пнемотиски; 392540 Пила 144x12x1; 393311 штангенциркуль ШЦ-I, ГОСТ 166-89; xxxxxx угломер УТ, ГОСТ 5378																		
07																			
A 08		005 4262 Горизонтально-фрезерная					ИОТ № XXX - X												
Б09	381631 Горизонтально-фрезерный FРV2V1						4	18632	412	1P	1	1	1	1	1				1,47
O10	Фрезеровать плоскости и торец выдерживая размеры: 17,5±0,15; 69,0±0,15																		
T11	396131 Пнемотиски; 391801 Фреза торцовая Т5К10, ГОСТ 24359; 391802 Фреза концевая Р18, ГОСТ 17025																		
T12	393311 штангенциркуль ШЦ-I, ГОСТ 166-89																		
13																			
A14		010 4262 Горизонтально-фрезерная					ИОТ № XXX - X												
Б15	381631 Горизонтально-фрезерный FРV2V1						4	18632	412	1P	1	1	1	1	1				1,47
O16	Фрезеровать плоскости и торец выдерживая размеры: 30±0,15; 20±0,15; 42±0,15																		
17	396131 Пнемотиски; 391801 Фреза торцовая Т5К10, ГОСТ 24359; 3918XX Фреза специальная, сборная																		
18	393311 штангенциркуль ШЦ-I, ГОСТ 166-89																		
19																			
МК																		Лист 1	

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					Документация			
				16.БР.ОТМП.655.66.000	Сборочный чертеж	1		
					Детали			
			1	16.БР.ОТМП.655.66.001	Корпус	1		
			2	16.БР.ОТМП.655.66.002	Кольцо опорное	1		
			3	16.БР.ОТМП.655.66.003	Клин регулировочный	32		
					Полукомплект правых внутренних резцов	1	16 рез.	
			5	16.БР.ОТМП.655.66.005	Подкладка	16		
					Полукомплект правых наружных резцов	1	16 рез.	
			7	16.БР.ОТМП.655.66.007	Подкладка	16		
			8	16.БР.ОТМП.655.66.008	Пробка маркировочная	1		
	Подп. и дата							
					Стандартные изделия			
			9		Винт М12х60.58 ГОСТ 10338-63	32		
			10		Винт М8х50.58 ГОСТ 1491-72	32		
			11		Винт М10х5.48 ГОСТ 1477-75	32		
			12		Винт М20х25.10940 ГОСТ 11075-75	2		
			13		Шайба 12.01.05. ГОСТ 6958-68	32		
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16.БР.ОТМП.655.66.000	
	Разраб.	Союза Э.				Зуборезная головка		
	Проб.	Нахратава Г.В.						
	Н.контр.	Виткалов В.Г.				Лит.	Лист	Листов
	Утв.	Бобровский А.В.				Б		1
						ТГУ, ИМ, гр. МСБ-1203		

Копировал _____ Формат А4

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					Документация			
				16.БР.ОТМП.655.61.000	Сборочный чертеж	1		
					Детали			
		1	16.БР.ОТМП.655.61.001	Корпус	1			
		2	16.БР.ОТМП.655.61.002	Винт специальный	2			
		3	16.БР.ОТМП.655.61.003	Флажок	1			
		4	16.БР.ОТМП.655.61.004	Резец	16			
		5	16.БР.ОТМП.655.61.005	Головка	1			
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Инв. № подл.	Подп. и дата	16.БР.ОТМП.655.61.000			
					Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инв. № подл.	Разраб.	Союза Э.			Контрольное приспособление	Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Нахратова Г.В.				Б		1
	Н.контр.	Виткалов В.Г.				ТГУ, ИМ,		
	Утв.	Бодровский А.В.				гр. МСБ-1203		
					Копировал	Формат А4		

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					<u>Документация</u>		
				16.БР.ОТМП.655.63.000	Сборочный чертеж	1	
					<u>Детали</u>		
		1	16.БР.ОТМП.655.63.001	Основание	1		
		2	16.БР.ОТМП.655.63.002	Ось люлька	1		
		3	16.БР.ОТМП.655.63.003	Корпус люльки	1		
		4	16.БР.ОТМП.655.63.004	Ось	1		
		5	16.БР.ОТМП.655.63.005	Корпус	1		
		6	16.БР.ОТМП.655.63.006	Прихват	1		
Подп. и дата							
					<u>Стандартные изделия</u>		
		7		Винт М8х50.58 ГОСТ 1491-72	2		
		8		Гайка М20х2.0 ГОСТ 5915	2		
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16.БР.ОТМП.655.63.000	
	Разраб.	Союза Э.				Приспособление для заточки	
	Проб.	Нахратова Г.В.					
	Н.контр.	Виткалов В.Г.					
	Утв.	Бодровский А.В.					
	Лит.	Лист	Листов	ТГУ, ИМ, гр. МСБ-1203			
	Б		1				

Копировал Формат А4