Введение

Главным средством интенсификации производства любого назначения является парк машин, которым располагает государство. Прогресс в развитии общества предопределяется техническим уровнем применяемых машин. Их создание, т.е. конструирование и изготовление, составляет основу машиностроения. Общепризнано, что именно машиностроение является главной отраслью народного хозяйства, которая определяет возможность развития других отраслей.

Применение машин резко увеличивает производительность труда, повышает качество продукции, делает труд безопасным и привлекательным. Это особенно важно для развивающихся государств, поскольку именно машиностроительное производство способствует резкому повышению благосостояния общества. В конкурентной борьбе отдельных государств и фирм неизменно побеждает тот, кто имеет более совершенные машины.

Производство машин является сложным процессом, в ходе которого из исходного сырья и заготовок изготавливают детали и собирают машины. Для обеспечения производства машин необходимо решить комплекс задач, связанных с технологической подготовкой их производства, и реализовать разработанные технологические процессы в действующих производственных системах-заводах, цехах, участках, обеспечивая при этом требуемое качество изделий на всех этапах технологического процесса в течение всего срока выпуска изделий.

В решении этих сложных и разнообразных вопросов основная роль принадлежит технологам-машиностроителям. Технология машиностроения является комплексной инженерной и научной дисциплиной, синтезирующей технические проблемы изготовления машин заданного качества с решением целого ряда организационных и экономических задач. Эти задачи вытекают из необходимости обеспечить выпуск изделий в определённом производственной программой количестве, в заданные сроки и при наименьшей себестоимости. Так, при освоении нового изделия отрабатывают конструкцию изделия на технологичность, а затем разрабатывают технологический процесс изготовления деталей и сборки изделия. При этом приходится решать и смежные технологические задачи, связанные с выбором и заказом исходных заготовок, термической обработкой заготовок на разных этапах технологического процесса, нанесением покрытий и т.д.

Технологический процесс всегда неоднозначен. Много вариантность разработки технологического процесса связано с преодолением существующих трудностей. Каждый разработчик процесса, анализируя многие факторы, приходит в итоге к определённому технологическому решению. Однако нельзя гарантировать, что именно принятое решение является наиболее приемлемым, поскольку задача разработки процесса с самого начала содержала много неизвестных факторов, в ряде случаев использовались гипотезы и предположения частного характера. Поэтому в настоящее время для решения многовариантных задач с успехом применяют ЭВМ. При этом удается не только учесть многие одновременно действующие факторы, но и выработать единое решение за короткое время.

Повышение эффективности современного машиностроительного производства на основе комплексной механизации и автоматизации технологических процессов означает широкое применение гибких производственных систем, робототехнических комплексов и другого основного и вспомогательного технологического оборудования, управляемого от ЭВМ, обеспечивающих автоматизацию механической обработки и сборки изделий.

1 Общий раздел

1.1 Назначение и конструкция детали

Деталь «Обойма» является составной частью в штампе для пробивки отверстий и вырубки углов. Деталь служит для крепления в ней пуансонов и ножей, которые являются режущим инструментом в штампе. Пуансоны запрессовываются в отверстия Ø22+0,021. Для наилучшего соприкасновения пуансонов с внутренней поверхностью отверстия, достигаются высокия требования шероховатости Rа0,8. Ножи запрессовываются в окно размером 43+0,025 × 80+0,030, внутренняя поверхность которого также требует высокую точность и шероховатость Rа0,8.

Верхняя и нижняя поверхности «Обоймы» должны соответствовать высоким требованиям шероховатости Rа0,8, так как они соприкасаются с рабочими частями штампа: верхней плитой и матрицей, что является очень важным фактором в конструкции изделия.

Высокими требованиями шероховатости Rа0,8 должны обладать 4 отверстия Ø10+0,015, так как в них запрессовываются штифты, которые служат для поддержания параллельности и являются направляющими при соединении обоймы, матрицы и верхней плиты. Четыре отверстия Ø14+0,018 также являются точными, так как они являются крепежными отверстиями для соединения обоймы и матрицы. Шесть отверстий Ø11 являются крепежными для соединения обоймы с верхней плитой и не требуют высокой точности и высоких требований по шероховатости.

Все четыре боковые поверхности детали «Обойма» не соприкасаются с рабочими частями штампа, но соприкасаются с поверхностями приспособлений при базировании на них, поэтому не стремятся достигнуть значительно высоких требований к шероховатости, а получают шероховатость― Rа6,3.

Дталь «Обойма» изготавливают из стали У8А ГОСТ 1435-90. Сталь У8А – мягкая, хорошо поддается механической обработке, в своем химическом составе не имеет остродифицитных материалов, после термической обработки становится более твердой, что является положительным фактором при выборе материала для данной детали.

Таблица 1 – Химические свойства Стали 40Х ГОСТ 4543–71.

|  |
| --- |
| Массовая доля элементов, %  |
| С | Si | Mn | Ni | S | P | Cr | Сu |
| 0,36 - 0,44 | 0,17 - 0,37 | 0,5 - 0,8 | до 0,3 | до 0,035 | до 0,035 | 0,8 - 1,1 | до 0,3 |

Таблица 2 – Механические свойства Стали 40Х ГОСТ 4543–71.

|  |
| --- |
| Механические свойства, не менее |
| σт МПа | σв МПа | δs % | Ψ % | КСИ Дж/см² |
| 784 | 981 | 10 | 45 | 58,8 |

1.2 Анализ детали на технологичность

Качественную и количественную оценку технологичности детали осуществляем по следующим показателям [51], с. 30…33.

Качественная оценка:

Детали «Обойма» изготавливается из Стали У8А ГОСТ 1435-90, что является рациональным подходом к изготовлению и дальнейшему использованию этой детали. Этот материал хорошо поддается механической обработке и не имеет в своем химическом составе остродефицитных материалов, а, следовательно, недорогой. Поэтому, по такому показателю как материал, деталь можно считать технологичной.

В геометрическом отношении деталь состоит из простейших конструктивных элементов. В процессе механической обработки доступ к обрабатываемым поверхностям не затруднен, что является положительным фактором в оценке детали на технологичность. Таким образом, по перечисленным показателям деталь можно считать частично технологичной, т.к. все ее поверхности подвергаются механической обработке.

Задание перпендикулярности вполне обосновано, если исходить из функционального назначения детали. Требуемая шероховатость поверхностей не всегда соответствует точности получаемых размеров, однако это обусловлено эксплуатационными свойствами, которыми должна обладать данная деталь. По этим показателям деталь можно считать частично технологичной. Получение заготовок в конкретных производственных условиях не доставляет трудностей, так как получение заготовок проката хорошо освоено и на эту часть производственного процесса разработаны типовые технологические процессы. Масса детали составляет 12,72 килограмма, масса заготовки 16 килограмма, что требует механизированного перемещения и транспортировки заготовки, поэтому деталь является частично технологичной.

Качественная оценка показала, что деталь частично технологична.

Количественная оценка:

Количественную оценку выполняем по методике [1, страница 33]

1. Коэффициент унификации конструктивных элементов.

Ку.э. = Q у.э. / Q э

где, Q у.э – число унифицированных конструктивных элементов. Q э – общее число конструктивных элементов.

Ку.э. = 10 / 22 = 0,4 2. Коэффициент применяемости стандартных обрабатываемых поверхностей.

Кп.ст. = D о.с. / D м.о. где, D о.с. – число поверхностей обрабатываемых стандартным инструментом. D м.о. – общее число поверхностей подвергаемых механической обработке.

Кп.ст. = 22 / 22 = 1

3. Коэффициент обработки поверхностей

Кп.о. = 1 - D м.о. / Q э

Кп.о. = 1 – 22 / 22 = 0

4. Коэффициент использования материала

Ки.м. = q / Q

где, q – масса детали. Q – масса заготовки.

Ки.м. = 12,72 / 16 = 0,8 5. Масса детали.

q = 4,3 кг. 6. Максимальное значение квалитета обработки.

H77. Максимальное значение параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей.

Ra 0,8 8. Коэффициент применения типовых тех процессов.

Кт.п. = Qт.п. / Qu где, Qт.п. – число типовых тех процессов. Qu – общее число типовых тех процессов.

Кт.п. = 2 / 3 = 0,6 9. Коэффициент точности обработки.

Кт.и. = 1 – 1/Аср. где, Aср. – средний квалитет точности обработки.

Аср. = 1∙a1 + 2∙a2 + … t∙at / a1 + a2 + … at a1 ,a2 ,at – количество размеров соответствующего квалитета точности.

Аср. = 12∙9+11∙1+10∙5+9·1+8·4+7·2 / 22

Аср. = 10,2

Кт.и. = 1- 1 / 10,2 = 0,9 10. Коэффициент шероховатости повехности.

Кш = 1/Бср

Бср – средний показатель шероховатости поверхностей

Бср = 1∙n1+2∙n2+t∙nt / n1+ n2+ nt n1, n2, nt – число поверхностей соответствующих параметрам.

Бср = 7∙0,8+1∙1,6+14∙6,3 / 22 = 4,3

Кш = 1 / 4,3 = 0,23

После проведения количественной оценки можно сделать вывод, что деталь частично технологична.

2 Технологический раздел

2.1 Определение типа производства

Определяю разновидность серийного производства на основании коэффициента закрепления операций. Для этого предварительно определяю штучно-калькуляционное время для каждой операции. Затем по методике [27], с. 52…56 на основании программы выпуска деталей и режима работы участка вычисляю коэффициент закрепления операций. Анализирую его принадлежность регламентированным диапазонам, и формулирую вывод о типе производства.

Определение типа производства произвожу по методике [27], с. 52…55 Тип производства по ГОСТ 3.119-83 характеризуется коэффициентом закрепления операций Кз.о. Для среднесерийного производства коэффициент закрепления операций находится в пределах, 10 < Кз.о.< 20.

Кзо = ∑ Пoi / (∑ Pi) · 2 (10)

где, ∑ Пoi – суммарное число различных операций за месяц по участку из расчёта на одного сменного мастера.

∑ Pi – явочное число рабочих участка, выполняющих различные операции, при работе в одну смену.

Пoi = ηн/ηз (11)

где, ηн – планируемый нормативный коэффициент загрузки станка всеми закреплёнными за ним однотипными операциями.

ηз – коэффициент загрузки станка планируемыми операциями.

ηн = 0,8

ηз = Т шк · Nм / (60·Fм·Rв) (12)

где, Nм – месячная программа выпуска заданной детали при работе в одну смену.

Т шк – штучно-калькуляционное время, необходимое для выполнения проектируемой операции, мин.

Fм - эффективный месячный фонд времени участка при работе в две смены, ч.

Rв – коэффициент выполнения норм 1,3.

Nм = Nг / 24 (13)

где, Nг – годовой объём выпуска заданной детали, шт.

Nм = 5000/24 = 208 Принимаем 208 штук.

Fм = 2·4055/24 = 338 часов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Пoi = 21091/11,4·208 =8,9 |  |
| 2 | Пoi = 21091/4,9·208 =20,6 |  |
| 3 | Пoi = 21091/11,4·208 =8,9 |  |
| 4 | Пoi = 21091/27·208 =3,7 |  |
| 5 | Пoi = 21091/1,8·208 =56 |  |
| 6 | Пoi = 21091/4,9·208 =20,6 |  |
| 7 | Пoi = 21091/0,8·208 =126 |  |
| 8 | Пoi = 21091/9,7·208 =10,4 |  |

Общее число операций выполняемых на участке в течение одного месяца.

∑ Пoi = 8,9+10,4+126+20,6+56+3,7+8,9+20,6=255,1

Число рабочих обслуживающих каждый станок в отдельности при работе в две смены.

Pi = 0,96 · ηн (14)

Pi = 2 · (0,96·0,8) = 1,54

Явочное число рабочих на участке.

∑ Pi = 1,54 ·12 = 18,48 ≈ 18 человек.

Кзо = 255,1 / 18 = 14,2

Производство среднесерийное по ГОСТ 3.1121-84 , так как

10 < 14,2 < 20 Условие выполняется.

Предельно допустимые параметры партии.

n1 = Fэм· nо·Rв / Кзо · ∑ Ti (15)

n2 = Fэм ·Rв / Кмо · ∑ Ti (16)

где, Fэм – эффективный месячный фонд времени участка в две смены, мин

nо – число операций механической обработки по технологическому процессу, шт

Rв – средний коэффициент выполнения норм по участку.

∑ Ti – суммарная трудоёмкость технологического процесса по участку.

Кмо – коэффициент учитывающий затраты межоперационного времени, ч.

Fэм = 10560·2 = 21120 мин.

nо = 8 шт.

Rв = 1,3

Кмо = 1,5

∑ Ti = 8,9+10,4+126+20,6+56+3,7+8,9+20,6=255,1

n1 = 21120·8·1,3/14,2·255,1 =60,6

n2 = 21120·1,3/1,5·255,1 =71,6

nmin= 61 шт. nmax = 72 шт.

Расчётная периодичность повторения партии деталей.

Ip = 22 · nmin/ Nм (17)

Ip = 22·61/208 = 6,5 дня.

Принимаем расчётную периодичность Iн = 7 дней.

n = Ip· Nм / 22 (18)

n = 7 ·208 / 22 = 66 шт.

nmin < n < nmax. Условие выполняется. 61 < 66 < 72 , следовательно размер партии определен, верно.

2.2 Анализ базового технологического процесса

Таблица 4 – Маршрут обработки поверхностей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № операц. | Наименование операции | Оборудование | Переход | № обр.повер. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 005 | Заготовительная | Агрегат для газовой резки |  | 1-6 |
| 010 | Вертикально- фрезерная | 6Р13 | Установ А.Переход 1. Фрезеровать поверхность, выдерживая размер 25-0,02 .Переход 2. Фрезеровать 2 поверхности, выдерживая размер 120±0,1 Переход 3. Фрезеровать 2 поверхности, выдерживая размер 255±0,1 .Установ Б.Переход 1. Фрезеровать поверхность, выдерживая размер 25-0,02 . | 52,31,46 |
| 015 | Плоскошлифовальная | 3Д722 | Установ А.Переход 1. Шлифовать поверхность, выдерживая размер 25-0,02 Установ Б. Переход 2. Шлифовать поверхность, выдерживая размер 25-0,02 Установ В.Переход 3. Шлифовать поверхность, выдерживая размер 120±0,1 Установ Г. Переход 4. Шлифовать поверхность, выдерживая размер 120±0,1 Установ Д.Переход 4. Шлифовать поверхность, выдерживая размер 255±0,1 Установ Е.Переход 5. Шлифовать поверхность, выдерживая размер 255±0,1  | 562314 |
| 020 | Координатно-расточная с ЧПУ | 2Е450АФ-2 | Установ А. Переход 1. Центровать 23 отверстия Ø8 × 5мм Переход 2. Сверлить 4 отв. Ø9,6Переход 3. Сверлить 4 отв. Ø13,6Переход 4. Сверлить 5 отв. Ø21,5Переход 5. Сверлить 4 отв. Ø6 | 7-18, 23-298,12, 24,289,11, 25,2714-18 |
| 025 | Вертикально-фрезерная | 6Р13 | Установ А. Переход 1. Фрезеровать окно размером 41×78 | 19,20,21,22 |
| 030 | Слесарная | 2Н135 | Установ А.Переход 1. Выпилить окно размером 42,5× 79,5 Установ Б.Переход 2. Сверлить 6 отв. Ø11 | 19,20,21,227,10, 13,23,26,29 |
| 035 | Термическая обработка | Закалочный агрегат | Калить деталь  | Все поверхности |
| 040 | Плоскошлифовальная | 3Д722 | Установ А.Переход 1. Шлифовать поверхность, выдерживая размер 1Установ Б. Переход 2. Шлифовать поверхность, выдерживая размер 1Установ В.Переход 3. Шлифовать поверхность, выдерживая размер 8Установ Г. Переход 4. Шлифовать поверхность, выдерживая размер 8Установ Д.Переход 4. Шлифовать поверхность, выдерживая размер 2Установ Е.Переход 5. Шлифовать поверхность, выдерживая размер 2 | 562314 |
| 045 | Координатно-расточная | 2Е450АФ-2 | Установ А.Переход 1. Расточить 4 отв., выдерживая размер 14.Переход 3. Расточить 4 отв., выдерживая размер 13.Переход 4. Расточить 5 отв., выдерживая размер 16.  | 8,12, 24,289,11, 25,2714-18 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 050 | Координатно-шлифовальная |  | Установ А.Переход 1. Шлифовать окно, выдерживая размеры 6,12. | 19,20,21,22 |
| 055 | Контрольная  |  | Контроль всех размеров | Все поверхности |
| 060 | Сборочная |  |  |  |

Таблица 5 – Техническая характеристика оборудования.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модельстанка | Ценастанка,руб. | Предельные размеры заготовок | Точность№квал-та | Шерох. | Категория ремонтнойсложности |
| D (B) | L | H |
| 2Е450АФ-2 | 75690000 | 1000 | 1500 |  600 | 12 | до Ra 6,3 | 32 |
| 6Р13 |  3520000 |  750 | 1100 |  300 | 9 | до Ra 3,2 | 20 |
| 2М135 |  2589554 |  600 | 1600 |  ― | 10 | до Ra 3,2 | 18 |
| 3Д722 | 15240000 |  800 | 2200 |  900 | 7 | до Ra0,63 | 26 |

Таблица 6 – Установочно-зажимные приспособления.

|  |  |
| --- | --- |
| № операции | Приспособление |
| Наименование | Сис-ма | Привод | Тех хар-ка |  ГОСТ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  010025 | Тиски | УНП | Мех | 200х550х280 | 14904-80 |
| 015040 | Магнитный стол | УБП | Электромагнитн. | 3200х1100 |  ― |
| 020045 |  |  |  |  |  |
| 030 | Тиски | УНП | Мех | 200х550х280 | 14904-80 |
| 050 |  |  |  |  |  |

Таблица 7 – Режущие инструменты

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №операции | Наименов-еинструм-та | Материал реж части | Техническаяхарактеристика | Обознач-еГОСТ | СОЖ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 010 | Фреза торцевая | Р6М5 | D=315, B=66, d=60 Z=30  | 947-80Техничес кие требования по ГОСТ 24360-80 |  |
| 015 | Шлифовальный круг 1 | 25АМ10СМ5К | D=100, H=50, d=42 | 2424-83 |
| 020 | Сверло спиральное с цилиндрическимхвостовикомСверло спиральное с цилиндрическимхвостовикомСверло спиральное с цилиндрическимхвостовиком | Р6М5Р6М5Р6М5 | d=9,6,L=60,l=35d=13,6,L=95,l=50d=21,5,L=133,l=52 | 4010-7710902-7710903-77 |  |
| 025 | Фреза концевая | Р6М5 |  |  |  |
| 030 | Сверло спиральное НапильникНатфиль | Р6М5 | d=11,L=90,l=45, |  |
| 040 | Шлифовальный круг 1 | 25АМ10СМ5К | D=100, H=50, d=42 | 2424-83 |
| 045 | Резец расточнойРезец расточнойРезец расточной | ЭльборЭльборЭльбор | d=6,L=30,А=55d=10,L=30,А=55d=15,L=30,А=55 | DIN 228/В |
| 050 | Шлиф головка AW | 14А40С27К | D=6, H=35, d=10 | 2447-82 |  |

Таблица 8 – Вспомогательные инструменты.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № операции | Наименованиеинструмента | Установка | ОбозначениеГОСТ |
| На станке | Режущий инструмент |
| Способ | Размеры ПЭ | Способ | Размеры ПЭ |
| 010 |  |  |  |  |  |  |
| 015040 |  |  |  |  |  |  |
| 020 |  |  |  |  |  | 26539-85 |
| 025 |  |  |  |  |  |  |
| 045 |  |  |  |  |  |  |
| 050 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 100 | Оправка коническая | По конич.поверхности шпинделя | КонусМорзе 3 | На оправку по конической поверхности | КонусМорзе 3 | 26539-85 |
| 110115120125 | Втулкаконическаяпереходная | По коническойповерхности шпинделя | 7:24 | По конической поверхностив переходнуювтулку | КонусМорзе 1;2 | 16211-70 |
| 140 | Патронцанговый | По конич.поверхности шпинделя | 7:24 | В патрон по цилинрическ.поверхности | Ø10 | 26539-85 |
| 145 | Фланцы переходные | По конич.поверхности шпинделя | 7:24 | На вланцы по цилинрическ.поверхности | Ø80 | 2270-78 |
| 150 | Револьвернаяголовка | Принадлежность станка | По плоскости | 20х20 |  |
| 165 | Втулкаконическаяпереходная | По конич.поверхности шпинделя | Конус 5 | По конической поверхностив переходнуювтулку | КонусМорзе 1;2 | 16211-70 |
| 180 | Фланцы переходные | По конич.поверхности шпинделя | 7:24 | На вланцы по цилинрическ.поверхности | Ø80 | 2270-78 |
| 190 | Патронцанговый | По конич.поверхности шпинделя | 7:24 | В патрон по цилинрическ.поверхности | Ø10 | 26539-85 |
| 200 | Фланцы переходные | По конич.поверхности шпинделя | 7:24 | На вланцы по цилинрическ.поверхности | Ø100 | 2270-78 |

Таблица 9 – Средства измерения и технического контроля.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №операции | Наименование инструмента | Диапазонизмеренияинструмента | Точностьизмеренияинструмента | Допуск измеряемогоразмера | ГОСТ |
| 010015020025040 | Штангенциркуль ШЦ-2-125-0,05Штангенциркуль ШЦ-2-125-0,05 | 0−3000−125 | ±0,1±0,05 | ±0,1±0,1 | 166-89166-80 |
| 030045 | Штангенциркуль ШЦ-2-125-0,05Контрольные плиткиШтангенциркуль ШЦ-2-125-0,05Калибр пробка | 0−1251−500−125Ø10Ø14Ø22 | ±0,05±0,01±0,01Н7 | ±0,05±0,05+0,015, +0,018, +0,021+0,015, +0,018, +0,021 | 166-80166-8014810-69 |
| 050 | Контрольные плитки | 1-50 | ±0,01 | +0,030+0,025 |  |

2.3 Выбор метода получения заготовки, технико-экономическое обоснование

Вид получения заготовки по базовому технологическому процессу – прокат с размерами 540х265х35. Материал заготовки Сталь У8А ГОСТ 1435-90. Масса заготовки 16 килограмм.

Выбор получения заготовки − всегда очень сложная, трудоёмкая задача, так как часто различные способы могут надёжно обеспечить технические и экономические требования, предъявляемые к детали. Выбранный способ получения заготовки должен быть экономически оправданным, обеспечивать высокое качество детали, производительным нетрудоёмким процессом.

На выбор способа получения заготовки влияют: характер производства, материалы и требования, предъявляемые к ним, размеры, масса и конструкция детали, качество поверхности и прочее.

Заготовку для детали «Обойма», для сравнения, можно получить двумя методами: прокат, и штамповка. Прокат проще в получении, но штамповка меньше по массе, и уменьшает количество обрабатываемых поверхностей.

Для определения лучшего варианта получения заготовки производим технико-экономическое обоснование, которое производим по методике [1, страница 63-75]

Расчёт стоимости заготовки из проката:

Sзаг. = (Sм + Со.з.)

где, Sм – затраты на материал заготовки. Со.з. – технологическая себестоимость заготовительных операций.

Sм = Q ∙ Si /1000 – (Q-q)∙( Sотх /1000)

где, Q – масса заготовки ,кг Q = 16 кг. q – масса готовой детали ,кг q = 12,72 кг. Si – стоимость 1тонны материала заготовки ,руб Si = 2305000 руб. Sотх – стоимость 1т отходов ,руб Sотх = 81450 руб.

Sм = 16·2305000/1000 - (16 – 12,72) ∙ (81450/1000) = 36612,8 руб.

Со.з. = Сп.з. ∙ Tшт / 60∙100

где, Сп.з. – затраты на заготовительные операции Сп.з. = 242602 руб. Tшт – время выполнения заготовительной операции, Tшт = 8,6 мин.

Со.з. = 242602 ∙ 8,6/ 60 ∙ 100 = 347,7 руб.

Sзаг. = 36612,8+347,7 = 36960,5 руб.

Коэффициент использования материала.

Ки.м. = Мg / Мз

Ки.м. = 12,72 /16 = 0,8

Расчёт стоимости заготовки полученной на ГКМ:

Sзаг = ( Si/1000 ∙ Q ∙ Кт∙Кс∙Кв∙Км∙Кп) – (Qш-q) ∙ Sотх/1000 Qш – масса заготовки полученной на ГКМ. Кт, Кс, Кв, Км, Кп – коэффициенты зависящие от класса точности и группы сложности, массы, марки материала и объёма производства.

Кт =1,05; Кс =0,84; Кв =0,87; Км =1,1; Кп =1,1;

Qш = q Kp

где, Кр – расчётный коэффициент устанавливаемый в соответствии с характеристикой детали по ГОСТ 7505-89, Кр = 1,5

Qш = 12,72∙1,5 = 19,08

Sзаг = ((2305000/1000 ∙19,08 ∙1,05∙0,84∙0,87∙1,1∙1,1) - (19,08 – 12,72) ∙(81450/1000) = 40315,7 руб.

Коэффициент использования материала.

Ки.м. = 12,72 / 19,08 = 0,66

По выполненному расчёту можно сделать вывод, что в качестве заготовки рациональней использовать прокат.

2.4 Разработка технологического процесса

Таблица 10 – Планы обработки поверхностей.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № поверхности | Размер с полемдопуска | Номерквалитета | Параметрышероховатости | Метод получения |
| 1 | 58 +0,2 | 58 +0,2 | 3,2 | Точение |
| 2 | Ø110-0,63  | Ø110-0,63  | 3,2 | Точение, шлифование |
| 3 | 5-0,3 | 5-0,3 | 1,5 | Точение, шлифование |
| 4 | Ø70 ±0,058 | Ø70 ±0,058 | 0,8 | Точение, шлифование |
| 5 | 72 -0,74 | 72 -0,74 | 3,2 | Точение |
| 6 | Ø30 +0,03 | Ø30 +0,03 | 12,5 | Точение, шлифование |
| 7 | 72 +0,027 | 72 +0,027 | 3,2 | Точение |
| 8 | 76 ±0,20 | 76 ±0,20 | 0,8 | Фрезерование, шлифование |
| 9 | 40 +0,2 | 40 +0,2 | 3,2 | Фрезерование |
| 10 | 76 ±0,20 | 76 ±0,20 | 0,8 | Фрезерование, шлифование |
| 11 | 40 +0,2 | 40 +0,2 | 3,2 | Фрезерование |
| 12-15 | Ø11 +0,43 | Ø11 +0,43 | 3,2 | Сверление |
| 16-23 | Ø5 +0,012 | Ø5 +0,012 | 6,3 | Сверление |
| 24 | 24х15º-0,62 | 24х15º-0,62 | 3,2 | Фрезерование |
| 25 | 46 ±0,2 | 46 ±0,2 | 3,2 | Фрезерование, точение |
| 26 | 24х15º-0,62 | 24х15º-0,62 | 3,2 | Фрезерование |
| 27 | 46 ±0,2 | 46 ±0,2 | 3,2 | Фрезерование, точение |
| 28-29 | Ø28  | +0,012 | H7 | 0,8 | Сверление, растачивание, шлифование  |
| -0,016 |
| 30-33 | Ø5 +0,012 | Ø5 +0,012 | 3,2 | Сверление |
| 34-35 | 8x45º-0,43 | 8x45º-0,43 | 3,2 | Фрезерование |
| 36-47 | M5 +0,015 | M5 +0,015 | 6,3 | Резьбонарезание |
| 48 | 2x1,6x45º-0,25 | 2x1,6x45º-0,25 | 3,2 | Точение |

Таблица 11 – Маршрут обработки поверхностей.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № операц. | Наименование операции | Оборудование | Переход | № обр.повер. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 015 | Токарно-револьверная | 1П365 | Установ А Переход 1. Обработать согласно эскизу черновой обработки.Установ Б.Переход 2. Обработать согласно эскизу черновой обработки.  | 1-5,7 |
| 025 | Токарная с ЧПУ | 16К20Ф3С32 | Установ А Переход 1. Подрезать торец Ø70js5/Ø30 в разм. 74. Переход 2. Точить пов. Ø70js5 доØ71e8 на длине 5 до 4,9 с под-койторца Ø110/Ø70js5. Переход 3.Точить пов. Ø110 доØ110,5-0,1 Переход 4. Расточить отв. Ø30 до29,6+0,1 Точить и расточить фаски 1х45º. Переход 5. Точить канавку в=2х1,6. | 2,3,4,5,6,48 |
| 035 | Токарная с ЧПУ | 16К20Ф3С32 | Установ А Переход 1. Подрезать торецв размер 72. Переход 2. Точить пов. Ø90 до Ø85на длине 58 с подрезкой торцаØ110/Ø85. Переход 3. Расточить отв. до Ø44 глуб. 57 в пазу 46 ±0,2 Точить расточить фаски 1х45º.  | 1,7,25,27 |
| 045 | Фрезерная с ЧПУ | 6Р13РФ3 | Установ А Переход 1. Фрезеровать 2 плоскости в размер 76,5-0,1 (76 ±0,03)Переход 2. Переустановить прихваты. Фрезеровать 2 плоскости, в размер40 ±0,2 глубиной 58.Переход 3. Фрезеровать паз в=46 ±0,2, выдержав ось симметрии проушин.Переход 4.Фрезеровать 4 фаски 8х45º.Переход 5.Фрезеровать скосы под<15º,выдерживая размер 9.  | 9,11,8,10,24,25,26,27,34,35 |
| 050 | Радиально-сверлильная | 2М55 | Установ А Переход 1. Сверлить Ø28 ±0,012 до Ø20.Переход 2. Рассверлить 2 отв. Ø28 ±0,012 до Ø26 и снять фаски 1х45˚.Переход 3. Зенкеровать отв. до Ø27. Переход 4.Развернуть до Ø27,7H7.Переход 5. Сверлить 2 отв. Ø4,2+0,12 под резьбу М5-7H, выдерживая размер 19±0.025. снять фаски 1х45º. Переход 6. Нарезать резьбу М5-7H в отверстиях. | 28,29,30-33,44-47 |
| 055 | Радиально-сверлильная | 2М55 | Установ А Переход 1. Сверлить 4 отв. Ø11. Переход 2. Зенковать фаски в отверстиях с двух сторон. | 12-15 |
| 060 | Радиально-сверлильная | 2М55 | Установ А Переход 1. Сверлить 8 отв. Ø4,2 +0,12 глубиной 16 под резьбу М5-7Н. Переход 2. Зенковать фаски 1х45º. Переход 3. Нарезать резьбу М5-7Н в8 отв. глубиной 12. | 16-23,36-43 |
| 070 | Внутри-шлифовальная | Sip500 | Установ А Переход 1. Шлифовать отв. Ø30 до Ø30Н7. | 6 |
| 075 | Кругло-шлифовальная | 3М132 | Установ А Переход 1.Шлифовать пов. Ø110 до Ø110h6. Переход 2. Шлифовать пов.Ø70js5±0,0065 до Ø70,5h6. Шлифовать торец Ø110/Ø70js5 в размер 5. | 2,3,4 |
| 095 | Кругло-шлифовальная | 3М132 | Установ А Переход 1. Выверить по торцу с точность до 0,03. Шлифовать пов Ø70js5 ±0,0065 С подшлифовкой торца Ø110/70js5 в размер 5. | 3,4 |
| 105 | Координатно-шлифовальная | 3289 | Установ А Переход 1. Шлифовать 2 отв. Ø28 ±0,012 с зазором 0,005 по фактическому размеру подшипника. | 28-29 |
| 115 | Плоскошлифовальная | С-29 | Установ А Переход 1. Шлифовать 2 плоскости проушин в размер 76 ±0,03,Установ Б. Переход 2. Шлифовать 2 плоскости проушин в размер 76 ±0,03, обеспечив требования чертежа. | 8,10 |

Таблица 12 – Техническая характеристика оборудования.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модельстанка | Ценастанка,руб. | Предельные размеры заготовок | Точность№квал-та | Шерох.(класс) | Категория ремонтнойсложности |
| D (B) | L | H |
| 1П365 | 2734982 | 500 | 200 |  - | 9 | до Ra 2,5 | 32 |
| 16К20Ф3С32 | 8966174 | 400 | 1000 | - | 9 | до Ra 3,2 | 28 |
| 6Р13РФ3 | 5039983 |  400 | 500 |  - | 9 | до Ra 2,5 | 24 |
| 2М55 | 2589554 | 50 | 1600 | 1320 | 10 | до Ra 3,2 | 18 |
| 3М132 | 5963585 | 0,8-25 | 170 |  - | 7 | до Ra 0,8 | 28 |
| Sip500 | 9226506 | 500 | 1250 |  - | 6-7 | до Ra 0,63 | 17 |
| 3289 | 6258349 | 150 | 830 |  - | 7 | до Ra 0,8 | 19 |
| С-29 | 7824209 |  700 | 1525 | 300 | 5-6 | до Ra 0,63 | 26 |

Таблица 13 – Установочно-зажимные приспособления.

|  |  |
| --- | --- |
| № операции | Приспособление |
| Наименование | Сис-ма | Привод | Тех хар-ка |  ГОСТ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 015025035 | Патрон токарный самоцентририрующийклиновый | УБП | Пневмо | 250 | 2675-80 |
| 045 | Специальноеприспособление | СБП | Мех | 200х330х45 | ТУ 7236-4019 |
| 050 | Поворотный круглый горизонтально-вертикальный стол | УНП | Мех | Ø250; 3 | ТУ 7205-4003 |
| Съемное кондукторное приспособление | СБП  | Мех | Ø28G5;Ø4,2G5 | ТУ 7101-9753 |
| 055 | Универсально-сборное приспособление | УСП | Мех | Ø110 | ТУ 4276-8895 |
| 060 | Поворотный круглый горизонтально-вертикальный стол | УНП | Мех | Ø250; 3 | ТУ 7205-4003 |
| 070 | Патрон  | УБП | Мех | 250 | 2675-80 |
| 075 | Оправка | СБП | Мех | Ø30Н7 | ТУ 7110-4222 |
| 095 | Оправка | СБП | Мех | Ø30Н7 | ТУ 7110-4222 |
| 105 | Специальноеприспособление | СБП | Мех | 200х330х45 | ТУ 7476-4093 |
| 115 | Специальноеприспособление | СБП | Мех | 200х330х45 | ТУ 7476-4093 |

Таблица 14 – Режущие инструменты

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №операции | Наименов-еинструм-та | Материал реж части | Техническаяхарактеристика | Обознач-еГОСТ | СОЖ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 015 | Резец подрезной отогнутыйПоходной упорныйРасточной резец | Т15К6Т15К6Т15К6 | α=10º,φ=100º,φ1=10º20х20α=10º,φ=90º,φ1=10º20х20α=10º,φ=75º,φ1=5º20х20 | 18880-732112-003518879-732101-050118883-732141-0002 | Аквол15% |
| 025 | Резец подрезной отогнутыйПоходной упорныйКонавочный резецРасточной резец | Т15К6Т15К6Р6М5Т15К6 | α=10º,φ=100º,φ1=10º20х20α=10º,φ=90º,φ1=10º20х20b=2,φ=95º,20х20α=10º,φ=75º,φ1=5º20х20 | 18880-732112-003518879-732112-003519085-802112-003518883-732141-0002 |  |
| 035 | Резец подрезной отогнутыйПоходной упорныйРасточной резец | Т15К6Т15К6Т15К6 | α=10º,φ=100º,φ1=10º20х20α=10º,φ=90º,φ1=10º20х20α=10º,φ=75º,φ1=5º20х20 | 18880-732112-003518879-732101-050118883-732141-0002 | Укринол15% |
| 045 | Фреза длиннокромочная | GC1020 | d=40,L=160,l=64,z=24;r=4 | ISO 6264R215.3-40ISO 6264R215.64-32M1630M08 | Укринол15% |
| Фреза фасонная | GC1020 | d=32,5l=30,z=3;E=90˚ |
| Бор-фреза | GC1020HC | d=16,l=30,z=8;E=30˚ |
| 050 | Сверло спиральное с коническимхвостовиком | Т15К6 | d=20,L=320,l=220,2φ=118ºКонус Морзе 3 | 22736-772301-1719 | Укринол15% |
| Сверло спиральное с коническимхвостовиком | Т15К6 | d=26,L=365,l=245,2φ=118ºКонус Морзе 3 | 22736-772301-1739 |
| Зенковка | Р6М5 | α=12º,2φ=90º,Конус Морзе 2  | 149532245-2585 |
| Зенкер | Т15К6 | Ø27 7:24 | 3882-74 |
| Развертка | Р6М5 | Ø27,7 7:24 | 10079 |
| Метчик | Р6М5 | М5-7Н, 1,25 | 3266 |
| 055 | Сверло спиральное | Т15К6 | d=11,L=255,l=175 Конус Морзе 2 | 22736-772301-1684 | Укринол15% |
| Зенковка | Р6М5 | α=12º,2φ=90º,Конус Морзе 2  | 149532245-2585 |
| 060 | Сверло спиральное | Р6М5 | d=4,2,L=225,l=1457:24 | 2092-772301-4018 | Укринол15% |
| Зенковка | Р6М5 | α=12º,2φ=90º,Конус Морзе 2  | 149532245-2585 |
| Метчик | Р6М5 | М5-7Н, 1,25 | 3266 |
| 070 | Шлиф головка AW | 14А40С27К | D=20, H=45 | 2447-82 | Аквол15% |
| 075 | Шлиф круг 1 | 22А40С1GK | 600х80х305 | 2424-83 |
| 095 | Шлиф круг 1 | 22А40С1GK | 600х80х305 | 2424-83 | Аквол15% |
| 105 | Шлиф головка AW | 15А16СТ1GК | D=20, H=45 | 2447-82 |
| 115 | Шлиф круг 1 | 15А16СТ1GК | 500х100х305 | 2424-83 |

Таблица 15 – Вспомогательные инструменты.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № операции | Наименованиеинструмента | Установка | ОбозначениеГОСТ |
| На станке | Режущий инструмент |
| Способ | Р-ры ПЭ | Способ | Р-ры ПЭ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 015 | Резцедержатель  | Принадлежность станка | По плоскости | 20х20 |  |
| 025035 | Револьвернаяголовка | Принадлежность станка | По плоскости | 20х20 |  |
| 045 | Патрон с креплением Varilock | По конич.поверхности шпинделя | КонусМорзе 5 | В патрон по базовой пов. Varilock | Ø32 | VarilockE62 |
| Цанговый патронс базовым держат.Capto | По конич.поверхности шпинделя | КонусМорзе 5 | В патрон по цилинрическ.поверхности | Ø32;Ø16 | CaptoE83 |
| 050 | Втулкаконическаяпереходная | По конич.поверхности шпинделя | 7:24 | Во втулку по конической поверхности | Конус Морзе 2;3 | 13598-85 |
| Патрон  | По конич.поверхности шпинделя | 7:24 | В патрон по цилинрическ.поверхности | Ø4,2 | 26539-85 |
| Патрон | По конич.поверхности шпинделя | 7:24 | В патрон по цилинрическ.поверхности | Ø4,2 | 22627-77 |
| 055 | Втулкаконическаяпереходная | По конич.поверхности шпинделя | 7:24 | Во втулку по конической поверхности | КонусМорзе 2 | 13598-85 |
| 060 | Патрон | По конич.поверхности шпинделя | 7:24 | В патрон по цилинрическ.поверхности | Ø4,2 | 22627-77 |
| 070 | Патронцанговый | По конич.поверхности шпинделя | 7:24 | В патрон по цилинрическ.поверхности | Ø10 | 26539-85 |
| 075095 | Фланцы переходные | По конич.поверхности шпинделя | 7:24 | На фланцы по цилинрическ.поверхности | Ø80 | 2270-78 |
| 105 | Патронцанговый | По конич.поверхности шпинделя | 7:24 | В патрон по цилинрическ.поверхности | Ø10 | 26539-85 |
| 115 | Фланцы переходные | По конич.поверхности шпинделя | 7:24 | На фланцы по цилинрическ.поверхности | Ø100 | 2270-78 |

Таблица 16 – Средства измерения и технического контроля.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №операции | Наименование инструмента | Диапазонизмеренияинструмента | Точностьизмеренияинструмента | Допуск измеряемогоразмера | ГОСТ |
| 015 | Штангенциркуль ШЦ-2-125-0,05 | 0−125 | ±0,05 | −0+0,3 | 166-80 |
| 025 | Штангенциркуль ШЦ-2-125-0,05 | 0−125 | ±0,05 | −0+0,3 | 166-80 |
| Калибр скоба | Ø71 | ±0,025 | е8 | 11098-75 |
| 035 | Штангенциркуль ШЦ-2-125-0,05 | 0−125 | ±0,05 | −0+0,3 | 166-80 |
| 045 | Штангенциркуль ШЦ-2-125-0,05Угломер тип-1 | 0−1250-180º | ±0,05±5’ | −0+0,3 | 166-803059-75 |
| 050 | Штангенциркуль ШЦ-2-125-0,05 | 0−125 | ±0,05 | −0+0,3 | 166-80 |
| Калибр пробка резьбовая | М5 | 6Н | +0,12 | 17758-72 |
| НутромериндикаторныйНИ-50М | 18-50 | Н7 | -0,05 | 868-82 |
| 055 | Штангенциркуль ШЦ-2-125-0,05 | 0−125 | ±0,05 | −0+0,3 | 166-80 |
| 060 | Калибр пробка | Ø4,2 - Ø4,32 | Н9 | +0,12 | 17758-72 |
| Калибр пробка резьбовая | М5 | 6Н | +0,12 | 17758-72 |
| 070 | НутромериндикаторныйНИ-50М | 18-50 | Н7 | -0,05 | 868-82 |
| 075 | Калибр скоба | Ø75,5 | h6 | -0,025 | 11098-75 |
| 095 | Калибр скоба | Ø69,9935-Ø70,0065 | js5 | ±0,0065 | 11098-75 |
| 105 | НутромериндикаторныйНИ-50М | 18-50 | Н7 | -0,05 | 868-82 |
| 115 | Скоба | 76 | h7 | ±0,03 | 11098-75 |

2.4.1 Расчёт припусков

Расчёт припусков выполняю по методике [51], с. 95…120 и [7], c. 38…52 для самой точной поверхности Ø70js5.

Таблица 17 – Расчёт припусков и предельных размеров по технологическим переходам обработки вала Ø 70js5 в детали.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Технологическийпереходобработки | Элемент припуска,мкм | 2zmin,мкм | Расч.раз-рdp, мм | Доп.р-рδ,мкм | Предел.размер, мм | Предел.припуск, мм |
| Rz | Т | p | Е | dmin | dmax | 2zmin | 2zmax |
| ШтамповкаТочение черновоеТочение получистТочение чистовоеШлифов. черновоеШлифов. получистШлифов. чистовое | 1501005030105  | 25010050302015 | 1166705847236 | 12010090808060 | 2 ∙15722 ∙3222 ∙2072 ∙1532 ∙1132 ∙80 | 74,887571,743571,099570,685570,379570,153569,9935 | 120074030074301913 | 74,887571,743571,099570,685570,379570,153569,9935 | 76,087572,483571,399570,759570,409570,172570,0065 | 3,1440,6440,4140,3060,2260,16 | 3,6041,0840,640,350,2370,166 |
| 4,894 | 6,081 |

Схема обработки: 16 − 14 − 12 − 9 − 8 − 6 − 5

Технологический маршрут обработки поверхности состоит из 6 операций чернового, получистового, чистового точения. И также чернового, получистового и чистового шлифования.

Значение Rz и Т характеризующие качество поверхности на первом технологическом переходе Rz1 = 150 мкм и Т1 = 200 мкм. Последующие значения будут равны:

Rz2 = 150 мкм; Т2 = 250 мкм

Rz3 = 100 мкм; Т3 = 100 мкм

Rz4 = 50 мкм; Т4 = 50 мкм

Rz5 = 30 мкм; Т5 = 30 мкм

Rz6 = 10 мкм; Т6 = 20 мкм

Rz7 = 5 мкм; Т7 = 15 мкм

Для штамповочных заготовок суммарное значение пространственных отклонений определяется по формуле:

P = √ Pсм² + Pэксц² (25)

где, Pсм − смещение по плоскости разъёма штампа.

Pэксц − отклонение от концентричности пробитого отверстия.

Pсм = 600 мкм [ГОСТ 7505-89 таблица 12]

Pэксц = 1000 мкм [ГОСТ 7505-89 таблица 9]

P = √ 600² + 1000² = 1166 мкм

Остаточные пространственные отклонения после чернового точения:

P2 = 0,06∙1166 = 70 мкм

P3 = 0,05∙1166 = 58 мкм

P4 = 0,04∙1166 = 47 мкм

P5 = 0,02∙1166 = 23 мкм

P6 = 0,005∙1166 = 6 мкм

Погрешность установки при черновом точении:

Е = √Ез² + Eб² (26)

где, Ез − погрешность закрепления.

Еб − погрешность базирования.

Еб = 0 [51], т. 4.33, с. 107

Ез = 120 мкм [51], т. 4.35, с. 111

Е = Ез = 120 мкм.

Остаточная погрешность установки заготовки:

Е2 = 100 мкм.

Е3 = 90 мкм.

Е4 = 80 мкм.

Е5 = 80 мкм.

Е6 = 60 мкм.

Минимальное значение межоперационных припусков:

2z min = 2(Rz i-1+ Tz i-1+ √P i-1² + Ei² ) (27)

2z2 min = 2(150+250+ √1166² + 120² ) = 2 ∙1572 мкм.

2z3 min = 2(100+100+ √70² + 100² ) = 2 ∙322 мкм.

2z4 min = 2(50+50+ √58² + 90² ) = 2 ∙207 мкм.

2z5 min = 2(30+30+ √47² + 80² ) = 2 ∙153 мкм.

2z6 min = 2(10+20+ √23² + 80² ) = 2 ∙113 мкм.

2z7 min = 2(5+15+ √6² + 60² ) = 2 ∙80 мкм.

Расчётный диаметр:

dp7 = 69,9935 мкм.

dp6 = 69,9935 + 2 ∙0,08 = 70,1535

dp5 = 70,1535 + 2 ∙0,113 = 70,3795

dp4 = 70,3795 + 2 ∙0,153 = 70,6855

dp3 = 70,6855 + 2 ∙0,207 = 71,0995

dp2 = 71,0995 + 2 ∙0,322 = 71,7435

dp1 = 71,7435 + 2 ·1,572 = 74,8875

Наибольший придельный диаметр:

D maxi = Dmini – δi (29)

D max1 = 74,8875 + 1,2 = 76,0875 мм

D max2 = 71,7435 + 0,74 = 72,4835 мм

D max3 = 71,0995 + 0,3 = 71,3995 мм

D max4 = 70,6855 + 0,074 = 75,75 мм

D max5 = 70,3795 + 0,03 = 70,4095 мм

D max6 = 70,1535 + 0,019 = 70,1725 мм

D max7 = 69,9935 + 0,013 = 70,0065 мм

Предельные значения припусков:

2z mini = Dmini - Dmini-1 (30)

2z min7 = 70,1535 - 69,9935 = 0,16 мм

2z min6 = 70,3795 - 70,1535 = 0,226 мм

2z min5 = 70,6855 - 70,3795 = 0,306 мм

2z min4 = 71,0995 - 70,6855 = 0,414 мм

2z min3 = 71,7435 - 71,0995 = 0,644 мм

2z min2 = 74,8875 - 71,7435 = 3,144 мм

2z maxi = Dmini − Dmах-1 (31)

2z max7 = 70,1725 − 70,0065 = 0,166 мм

2z max6 = 70,4095 − 70,1725 = 0,237 мм

2z max5 = 70,7595 − 70,4095 = 0,35 мм

2z max4 = 71,3995 − 70,7595 = 0,64 мм

2z max3 = 72,4835 − 71,3995 = 1,084 мм

2z max2 = 76,0875 − 72,4835 = 3,604 мм

Проверка:

2z max7 − 2z min7 = 3,604 - 3,144 = 0,006 мм.

δ5 − δ6 = 0,019 − 0,013 = 0,006 мм.

2z max6 − 2z min6 = 0,237 - 0,226 = 0,011 мм.

δ5 − δ6 = 0,030 − 0,019 = 0,011 мм.

2z max5 − 2z min5 = 0,35 − 0,306 = 0,044 мм.

δ4 − δ5 = 0,074 - 0,030 = 0,044 мм.

2z max4 − 2z min4 = 0,64 − 0,414 = 0,226 мм.

δ3 − δ4 = 0,30 - 0,074 = 0,226 мм.

2z max3 − 2z min3 = 1,084 − 0,644 = 0,44 мм.

δ2 − δ3 = 0,74 − 0,3 = 0,44 мм.

2z max2 − 2z min2 = 3,604 − 3,144 = 0,46 мм.

δ1 − δ2 = 1,2 − 0,74 = 0,46 мм.

На остальные обрабатываемые поверхности детали припуски и допуски назначаем по ГОСТ 7505-89.

Метод получения заготовки - штамповка.

Масса заготовки - 1,8 килограмма.

Масса детали - 1 килограмма.

Класс точности Т3, группа стали М2, степень сложности С2.

Конфигурация по поверхности разъёма штампа - симметрично изогнутая.

Исходный индекс - 11.

По ГОСТ 7505-89.

Таблица 18 − Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности детали.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № пов-ти | Размер, мм | Припуск, мм | Допуск, мм |
| Табличный | Расчётный |
| 1 | 58 | 1,3 |  | +0,9-0,5 |
| 2 | Ø110  | 2·1,3 |  | +1,1-0,5 |
| 3 | 5 | 1,1 |  | +0,8-0,4 |
| 4 | Ø70 | 2·1,3 | 2·2,7 | +0,9-0,5 |
| 5 | 72  | 1,3 |  | +0,9-0,5 |
| 6 | Ø30  | 2·1,1 |  | +0,8-0,4 |
| 7 | 72  | 1,3 |  | +0,9-0,5 |
| 8,9,10,11 | Ø44 | 2·1,3 |  | +0,8-0,4 |
| 25,27 | Ø90 | 2·1,3 |  | +0,9-0,5 |

Таблица 19 − Межоперационные припуски на обрабатываемые поверхности детали.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № операции | 015 | 025 | 035 | 045 | 050 | 055 | 060 | 070 | 075 | 095 | 105 | 115 |
| Названиеоперации | Токарная | Токарная с ЧПУ | Токарная с ЧПУ | Фрезерная с ЧПУ | Сверлильная | Сверлильная | Сверлильная | Внутри шлифовальная | Кругло шлифовальная | Кругло шлифовальная | Координатно- шлифовальная | Плоско шлифовальная |
| №поверхности |
| 1 | 58 | 0,8 |  | 0,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Ø110  | 2·1 | 2·0,3 |  |  |  |  |  |  | 0,2 |  |  |  |
| 3 | 5 | 0,7 | 0,4 |  |  |  |  |  |  | 0,2 | 0,06 |  |  |
| 4 | Ø70 | 2·1 | 2·0,3 |  |  |  |  |  |  | 0,2 | 2·0,1 |  |  |
| 5,7 | 72  | 1 | 1,4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | Ø30  |  | 2·0,7 |  |  |  |  |  |  2·0,4 |  |  |  |  |
| 8,10 | 76  |  |  |  | 1,1 |  |  |  |  |  |  |  | 0,2 |
| 9,11 | 40  |  |  |  | 1,1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12-15 | Ø11 |  |  |  |  |  | 2·5,5 |  |  |  |  |  |  |
| 16-23 | Ø5 |  |  |  |  |  |  | 2·2,5 |  |  |  |  |  |
| 24,26 | 24х15º |  |  |  | 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 25,27 | 46  |  |  | 1,1 | 0,4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 28-29 | Ø28 |  |  |  |  | 2·13 |  |  |  |  |  | 2·0,1 |  |
| 30-33 | Ø5 |  |  |  |  | 2·2,5 |  |  |  |  |  |  |  |
| 34-35 | 8x45º |  |  |  | 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 36-47 | M5 |  |  |  |  | 2·0,4 |  | 2·0,4 |  |  |  |  |  |
| 48 | 2x45º |  | 2·2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

2.4.2 Расчёт режимов резания

2.4.2.1 Расчёт режимов резания для операции

045 Фрезерная с ЧПУ

Расчёт ведём по методике [20].

Деталь-Фланец

Материал − Сталь 40Х.

Точность обработки −IT14/2

Шероховатость − Ra 3,2.

Заготовка:

Метод получения − штамповка.

Масса − 1,8 кг

Состояние поверхности -без корки.

Припуск на обработку −Пmin=1,1 мм; Пmax=16 мм.

Станок: Модель станка − 6Р13РФ3.

Приспособление − специальное приспособление ТУ 7236-4019

Расчёт производим по методике описанной в [61], с. 153…260.

Переход 1

Инструмент: Длиннокромочная фреза, оснащенная пластинами из твердого сплава.

Диаметр 40 мм; число зубьев: 24.

Выбор стадий обработки:

Выбираем составляющие показателя количества стадий обработки для поверхностей 8,10 в зависимости от :

твердости обрабатываемого материала Кbm = 0,8;

числа зубьев фрезы Кbz = 1,1;

отношения вылета фрезы к диаметру Кbl = 1,0;

отношения ширины фрезерования к диаметру фрезы Кbb =2,0;

Для поверхностей 9,11,25,27:

Кbm = 0,8;

Кbz = 1,1;

Кbl = 1,0;

Кbb = 0,7;

для поверхностей 8,10,25,27: Кco =1,1·0,8·1,1·1,0·2,0 = 1,9;

для поверхностей 9,11: Кco = 16·0,8·1,1·1·0,7=9,8;

Полученные значения показателя количества стадии обработки являются критерием выбора необходимого количества стадий обработки:

Для поверхностей 8,10

Пмах/D = 1,1/40 = 0,02 < 1,9

Для поверхностей 9,11,25,27

Пмах/D = 16/40 = 0,4 < 9,8

Следовательно, в обоих случаях требуется одна стадия обработки - черновая.

Выбор глубины резания

Учитывая специфику режущего инструмента, принимаем глубину резания равную максимальному припуску. t=16 мм, требуемое число рабочих ходов - 1.

Выбор подачи

Sz= 0,06 мм/зуб

Корректируем подачу на зуб с учётом поправочных коэффициентов, зависящих от твёрдости обрабатываемого материала, материала режущей части фрезы, отношения фактического числа зубьев к нормативному, отношение вылетов фрезы к диаметру.

Кsм =1; Кsи =1,4; Кsz =0,7; Кsi =1;

Sz = 0,06·1·1,4·0,7·1 = 0,058

Подача допустимая по шероховатости обрабатываемой поверхности Sz = 0,12 мм/зуб.

Окончательно принимаем Sz= 0,06.

Выбор скорости, мощности резания

Скорость и мощность выбираем с учётом поправочных коэффициентов зависящих от: группы обрабатываемого материала, твёрдости обрабатываемого материала, материала режущей части фрезы, периода стойкости режущей части фрезы, отношения фактической ширины фрезерования к нормативной, состояния поверхности заготовки, наличия охлаждения.

Кvo = Кno = 0,8;

Кvm = Кnm = 1;

Кvи = Кnu = 2,8;

Кvt = Кnt = 0,7;

Кvb = Кnb = 1;

Кvn = Кnn = 1;

Кvж = Кnж = 1;

Vт = 28 м/мин.

Nт = 1,38 кВт.

V = Vт·Kv (32)

V= 28·0,8·1·2,8·0,7·1·1·1 = 43,9 м/мин.

N = Nт·Kn (33)

N = 1,38·0,8·1·2,8·0,7·1·1·1 = 2,2 кВт.

Частота вращения шпинделя.

n = 1000·V/π·D (34)

n = 1000 ·43,9/3,14·40 = 349,3 мин-1

Принимаем n=315 мин-1

VФ = π·D·n/1000 (35)

VФ = 3,14·40·315/1000 = 39,5 м/мин.

Переход 2

Пmax = 8,2мм.

Инструмент: Фасонная фреза для снятия фасок; d = 32,5мм; я = 3.

Выбор стадий обработки:

Кbm = 0,8;

Кbz = 1,1;

Кbl = 1,0;

Кbb = 1;

Кco = 8,2·0,8·1,1·1,0·1,0 = 7,2

Пmax/D = 8,2/32,5 = 0,25 < 7,2

Следовательно, требуется одна стадия обработки.

Выбор глубины резания

Пmax·B = 8,2·8,2 = 67,2 мм2;

Пmax/Пmin = 8,2/8,2 =1 > 0,5-обработка за один проход, глубина резания t = 8,2 мм.

Выбор подачи

Sz = 0,07 мм/зуб;

Кsм =1; Кsи =1,4; Кsz =0,7; Кsi =1;

Sz = 0,07·1,4·0,7·1 = 0,06 мм/зуб;

Допустимая подача по шероховатости Sz = 0,12 мм/зуб.

Окончательно принимаем Sz = 0,06 мм/зуб.

Выбор скорости и мощности резания

Кvo = Кno = 0,8;

Кvm = Кnm = 1;

Кvи = Кnu = 2,8;

Кvt = Кnt = 0,7;

Кvb = Кnb = 1;

Кvn = Кnn = 1;

Кvж = Кnж = 1;

Vт = 34 м/мин; Nт = 1,2 кВт

V = Vт· Кv (36)

V= 34·0,8·1·2,8·0,7·1·1·1 =53,3 м/мин;

N = Nт·Кn (37)

N = 1,2·0,8·1·2,8·0,7·1·1·1 = 1,9 кВт;

Частота вращения шпинделя

n =1000·V/π·D (38)

n = 1000 ·53,3/3,14·32,5 = 522 мин-

Принимаем n=500 мин-1

VФ = π·D·n/1000 1 (39)

VФ = 3,14·32,5·500/1000 = 51 м/мин.

N = N·VФ/V (40)

N = 1,9·51/53,3 = 1,8 кВт

Переход 3

Пmax = 6 мм

Инструмент: бор-фреза с покрытием; d=16; z=8.

Выбор стадий обработки

Кbm = 0,8;

Кbz = 1,1;

Кbl = 1,0;

Кbb = 1;

Кco = 6·0,8·1,1·1,0·1,0 = 5,3

Пmax/D = 5,3/16 = 0,3 < 5,3

Следовательно, требуется одна стадия обработки

Выбор глубины резания

Пmax·B = 6·24 = 144 мм2

Пmin/Пmax = 6/6 = 1 > 0,5-обработка за один проход

Выбор подачи

Sz = 0,04 мм/зуб

Кsм =1; Кsи =1; Кsz =1,3; Кsi =1;

Sz = 0,07·1·1·1,3·1 = 0,05 мм/зуб;

Допустимая подача по шероховатости Sz = 0,12 мм/зуб.

Окончательно принимаем Sz = 0,05 мм/зуб

Выбор скорости и мощности резания

Кvo = Кno = 0,8;

Кvm = Кnm = 1;

Кvи = Кnu = 1;

Кvt = Кnt = 0,7;

Кvb = Кnb = 1;

Кvn = Кnn = 1;

Кvж = Кnж = 1;

Vт = 16 м/мин; Nт = 0,24 кВт

V = Vт· Кv (41)

V = 16·0,8·1·1·0,7·1·1·1 =8,9 м/мин;

N = Nт·Кn (42)

N = 0,24·0,8·1·1·0,7·1·1·1 = 0,13 кВт;

Частота вращения шпинделя.

n=1000·V/π·D (43)

n = 1000 ·8,9/3,14·16 = 177 мин-1

Принимаем n=160 мин-1

VФ = π·D·n/1000 (44)

VФ = 3,14·16·160/1000 = 8 м/мин.

N = N·VФ/V (45)

N = 0,13·8,7/8,9 = 0,12 кВт

Определение цикла автоматической работы станка по программе.

Таблица 20 − Время автоматической работы станка по программе.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №позицииинструм | Участок траект | ДлинаперемL,мм | Частвращn,мин-1 | Подачана зубSzмм/зуб | Числозубьевфрезыz | Минутнаяподача Smi,мм/мин | Основное время Tо,мин | Машино вспомогат времяТмв,мин |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Т1 | 0-1 | 159 | - | - | - | 2400 | - | 0,07 |
| 1-2 | 115 | - | - | - | 2400 | - | 0,05 |
| 2-3 | 104 | 315 | 0,06 | 4 | 75,6 | 1,38 | - |
| 3-4 | 115 | - | - | - | 2400 | - | 0,05 |
| 4-5 | 116 | - | - | - | 2400 | - | 0,05 |
| 5-6 | 115 | - | - | - | 2400 | - | 0,05 |
| 6-7 | 104 | 315 | 0,06 | 4 | 75,6 | 1,38 | - |
| 7-8 | 115 | - | - | - | 2400 | - | 0,05 |
| 8-9 | 159 | - | - | - | 2400 | - | 0,07 |
| 0-1 | 173 | - | - | - | 2400 | - | 0,07 |
| 1-2 | 115 | - | - | - | 2400 | - | 0,05 |
| 2-3 | 134 | 315 | 0,06 | 4 | 75,6 | 1,8 | - |
| 3-4 | 115 | - | - | - | 2400 | - | 0,05 |
| 4-5 | 80 | - | - | - | 2400 | - | 0,03 |
| 5-6 | 115 | - | - | - | 2400 | - | 0,05 |
| 6-7 | 134 | 315 | 0,06 | 4 | 75,6 | 1,8 | - |
| 7-8 | 5 | - | - | - | 2400 | - | 0,01 |
| 8-9 | 5 | - | - | - | 2400 | - | 0,01 |
| 9-10 | 70 | - | - | - | 2400 | - | 0,03 |
| 10-11 | 5 | - | - | - | 2400 | - | 0,01 |
| Т1 | 11-12 | 90 | 315 | 0,06 | 4 | 75,6 | 1,19 | - |
| 12-13 | 5 | - | - | - | 2400 | - | 0,01 |
| 13-14 | 6 | - | - | - | 2400 | - | 0,01 |
| 14-15 | 5 | - | - | - | 2400 | - | 0,01 |
| 15-16 | 90 | 315 | 0,06 | 4 | 75,6 | 1,19 | - |
| 16-17 | 115 | - | - | - | 2400 | - | 0,05 |
| 17-18 | 246 | - | - | - | 2400 | - | 0,1 |
| T2 | 0-1 | 173 | - | - | - | 2400 | - | 0,07 |
| 1-2 | 61,5 | - | - | - | 2400 | - | 0,03 |
| 2-3 | 108 | 500 | 0,06 | 3 | 90 | 1,2 | - |
| 3-4 | 72 | - | - | - | 2400 | - | 0,03 |
| 4-5 | 108 | 500 | 0,06 | 3 | 90 | 1,2 | - |
| 5-6 | 61,5 | - | - | - | 2400 | - | 0,03 |
| 6-7 | 242 | - | - | - | 2400 | - | 0,1 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| T3 | 0-1 | 164,5 | - | - | - | 2400 | - | 0,07 |
| 1-2 | 78 | - | - | - | 2400 | - | 0,03 |
| 2-3 | 72 | 160 | 0,05 | 8 | 64 | 1,13 | - |
| 3-4 | 24 | - | - | - | 2400 | - | 0,01 |
| 4-5 | 72 | 160 | 0,05 | 8 | 64 | 1,13 | - |
| 5-6 | 78 | - | - | - | 2400 | - | 0,03 |
| 6-7 | 164,5 | - | - | - | 2400 | - | 0,07 |
|  | 13,4 | 2,54 |

2.4.2.2 Расчёт режимов резания для операции

095 Круглошлифовальная.

Расчёт режимов резания для шлифовальной операции. Расчёт ведём по методике [49 с. 263-293]

Круглошлифовальная операция.

Шлифовать Ø70js6 до Ø70js5.

Марка круга: ПП 600х80х35 23А40НС16К1 ГОСТ2424-83;

Определяем рекомендуемые значения частоты вращения изделия:

nизд = 110 мин-1 ;

Определяем рекомендуемые значения поперечной подачи:

Sпоп = 0,5 мм/мин;

Sпоп.р = Sпоп ∙К1∙К2∙К3∙К4 (46)

где, К1=0,66; К2=1,04; К3=0,8; К4=1;

К1 - коэффициент зависящий от обрабатываемого материала, точности и шероховатости поверхности после шлифования

К2 - коэффициент зависящий от размера и скорости вращения шлифовального круга.

К3 - коэффициент зависящий от способа шлифования и контроля размеров.

К4 - коэффициент зависящий от формы поверхности и жёсткости изделия.

Sпоп.р = 0,5∙0,66∙1,04·0,8·1=0,27 мм/мин

Определение основного времени:

То= 2z/Sпоп.р. (47)

где, 2z − припуск на шлифование.

Tо = 0,166/0,27 = 0,61 мин

Таблица 21 – Сводная таблица по режимам резания

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Операцияпереход | №пов. | t,мм | L резL р.х,мм | λ | ТмТр,мин | SрSп,мм/об | V рV п, м/мин | nрnп,мин-1 | Sм,мм/мин | То,мин | NеNр,кВт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 015 Токарная |
| Переход 1 | 2;3 | 2 | 2934 | 0,85 | 6060 | 0,80,83 | 96,589,7 | 245250 | 200 | 0,17 | 5,25,1 |
|  | 4 | 2,5 | 4,97 | 0,7 | 6042 | 0,80,81 | 88,382,43 | 375350 | 280 | 0,025 | 5,25,9 |
| Переход 2 | 1;5 | 1,5 | 8088 | 0,9 | 6060 | 0,80,8 | 92,690,1 | 506500 | 400 | 0,22 | 3,43,9 |
|  | 7 | 1,5 | 5862 | 0,94 | 6060 | 0,80,8 | 104,4102,2 | 361350 | 280 | 0,22 | 4,14,3 |
| 025 Токарная с ЧПУ |
| Переход 1 | 2;3 | 0,4 | 2933 | 0,87 | 4545 | 0,830,62 | 136104,7 | 314 | 194,7 | 0,17 | 5,55,8 |
|  | 4;5 | 0,3 | 39,344 | 0,9 | 4545 | 0,830,62 | 136104,7 | 476 | 194,7 | 0,23 | 5,55,8 |
| Переход 2 | 6 | 0,3 | 1115 | 0,73 | 4040 | 0,560,42 | 11588,5 | 138 | 58 | 0,26 | 4,95,1 |
| Переход 3 | 48 | 2 | 26 | 0,3 | 4013 | 0,220,30 | 23526,3 | 123 | 36,9 | 0,16 |  |
| 035 Токарная с ЧПУ |
| Переход 1 | 1 | 0,4 | 6873 | 0,93 | 4545 | 0,830,62 | 136104,7 | 314 | 194,7 | 0,37 | 5,55,8 |
|  | 7 | 0,3 | 4547 | 0,95 | 4545 | 0,830,62 | 136104,7 | 476 | 194,7 | 0,24 | 5,55,8 |
| Переход 2 | 25;27 | 0,3 | 5861 | 0,95 | 4040 | 0,560,42 | 11588,5 | 138 | 58 | 1,05 | 4,95,1 |
| 045 Фрезерная с ЧПУ |
| Переход 1 | 8;10 | 5 | 208294 | 0,7 | 120120 | 0,230,24 | 43,939,5 | 349315 | 75,6 | 13,4 | 2,22,01 |
| Переход 2 | 9;11 | 20,5 | 268354 | 0,75 | 120120 | 0,230,24 | 43,939,5 | 349315 | 75,6 | 2,22,01 |
|  | 25;27 | 8 | 180266 | 0,67 | 12080,4 | 0,230,24 | 43,939,5 | 349315 | 75,6 | 2,22,01 |
| Переход 3 | 34;35 | 6 | 216284 | 0,76 | 120120 | 0,210,18 | 53,351 | 522500 | 90 | 1,91,8 |
| Переход 4 | 24;25 | 8 | 144189 | 0,76 | 6060 | 0,320,4 | 8,98 | 177160 | 64 | 0,240,13 |
| 050 Сверлильная |
| Переход 1 | 28;29 | 10 | 1523 | 0,65 | 4026 | 0,2 | 16,215,7 | 257,8250 | 50 | 0,92 | 4,181,05 |
| Переход 2 | 28;29 | 3 | 1530 | 0,5 | 5025 | 0,22 | 19,416,3 | 237200 | 44 | 1,36 | 5,91,18 |
| Переход 3 | 28;29 | 0,5 | 1520 | 0,75 | 5050 | 0,5 | 22,421,2 | 264250 | 125 | 0,32 | 1,50,37 |
| Переход 4 | 28;29 | 0,3 | 1535 | 0,4 | 5020 | 0,8 | 8,57 | 9780 | 64 | 1,1 | - |
| Переход 5 | 30-33 | 2,1 | 1518 | 0,83 | 3030 | 0,09 | 16,216,5 | 12281250 | 112,5 | 0,64 | 0,10,13 |
| Переход 6 | 44-47 | 0,4 | 1519,4 | 0,77 | 2,22,2 | 0,8 | 66,2 | 281250 | 200 | 0,24 | 0,81,2 |
| 055 Сверлильная |
| Переход 1 | 12-15 | 5,5 | 914 | 0,64 | 5032 | 0,2 | 16,215,4 | 524500 | 100 | 0,56 | 2,50,93 |
| 060 Сверлильная |
| Переход 1 | 16-23 | 2,1 | 1619 | 0,84 | 3030 | 0,09 | 16,216,5 | 12281250 | 112,5 | 0,64 | 0,10,13 |
| Переход 2 | 36-43 | 0,8 | 1620,4 | 0,77 | 2,2 | 0,8 | 66,2 | 281250 | 200 | 0,24 | 0,81,2 |
| Операцияпереход | №пов. | t,мм | L рез,мм | Sвер рSвер п  | Sпоп рSпоп п, | Sпрод рSпрод п,  | n,мин-1 | Sкр,м/с | То,мин | NеNр,кВт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 070 Внутришлифовальная |
| Переход 1 | 6 | 0,2 | 0,2 | - | 0,0030,0027 | 4000 | 300 | 35 | 0,26 | 0,97 |
| 075 Круглошлифовальная |
| Переход 1 | 2 | 0,2 | 0,2 | - | 0,791,02 | - | 75 | 50 | 0,19 | 1,311 |
| Переход 2 | 3;4 | 0,166 | 0,166 | - | 0,50,27 | - | 110 | 50 | 0,61 | 1311 |
| 095 Круглошлифовальная |
| Переход 1 | 3;4 | 0,166 | 0,166 | - | 0,50,27 | - | 110 | 50 | 0,61 | 1311 |
| 105 Координатно-шлифовальная |
| Переход 1 | 28;29 | 0,15 | 0,15 | 4000 | 0,0030,0027 | - | - | 35 | 1,03 | 1,64 |
| 115 Плоскошлифовальная |
| Переход 1 | 8;10 | 0,2 | 0,2 | 0,0360,032 | 40 | - | - | 50 | 2,42 | 5,37 |

2.4.3 Расчёт норм времени

Расчёт норм времени выполняем по литературе [56].

Нормы времени определяются по формуле:

Нвр = Тшт + Тпз/n (48)

где, Тшт − штучное время, мин

Тпз − подготовительно заключительное время, мин

n − месячная программа выпуска., шт

Тшт = (Тца+Тв+Кtв)∙(1+атех+аорг+аотл/100) (49)

где, Тца − время автоматической работы станка по программе, мин

Тв − вспомогательное время, мин

Кtв − поправочный коэффициент.

атех,аорг,аотл − время на технические и организационные обслуживания рабочего места, на отдых и личные потребности.

Тв = Твуст+ Твоп+ Твизм (50)

где, Твуст − время на установку и снятие детали, мин

Твоп − вспомогательное время, связанное с переходом, мин

Твизм − вспомогательное время на измерение, мин

Твуст = 0,12+0,24 = 0,36 мин

Твоп = 0,04+0,18 = 0,22 мин

Твизм = 3·0,13+2·0,16+0,12+4·0,28 = 1,95 мин

Тв = 0,36 + 0,22 +1,95 = 2,53 мин

Тца = ∑Tо + ∑Тмв (51)

атех+аорг+аотл = 4%

Кtв = 0,87.

Тца = 13,4+2,54 = 15,95 мин

Тшт = (15,94+2,53+0,87)(1+4/100) = 18,9 мин

Организационная подготовка состоит из:

Время на получение чертежа, тех документа, программоносителя − 4 мин.

Время на получение режущего и вспомогательного инструмента, контрольно-измерительного устройства − 9 мин.

Время на ознакомление с рабочим чертежом, работой и тд. − 3 мин.

Время на инструкцию мастера − 2 мин.

Тпз1 = 4+9+2+2 = 17 мин.

Время на наладку станка, инструмента, приспособления состоит из:

Время на установку и снятие трёх кулачкового патрона − 3 мин.

Время на установку исходных данных, режимов станка − 0,25 мин.

Время на установку режущего инструмента − 4 мин.

Ввод программы в память СЧПУ − 1,4 мин.

Время на установку исходных координат − 3 мин.

Время на настройку устройства для подачи СОЖ − 0,35 мин.

Тпз2 = 18+0,25+2,4+1,2+2,5+0,3 = 24,65 мин.

Время на пробную обработку:

Тпр обр = tц+ tпр обр (52)

где, tпр обр − время на пробную обработку детали, мин

tц − время цикла обработки детали, мин

Тпр обр = 14,6 мин

tц = 18,9 мин

Тпр обр = 18,9+14,6 = 33,5 мин

Тпз = 17+24,65+33,5 = 75,15 мин

Нвр = 18,9+75,15/188 = 19,3 мин.

Расчёт нормы времени на круглошлифовальную операцию 095:

Твуст = 0,27 мин

Твоп = 0,65 мин

Твизм = 0,08 мин

Тв = 0,27+0,65+0,08 = 1 мин

Кtв = 1

атех+аорг+аотл = 4%

Тпз1 = 6 мин

Тпз2 = 15 мин

Тпз3 = 7+3 = 10 мин

Тпз = 6+15+10 = 31 мин

Тшт = (0,61+1+1)·()1+4/100) = 1,67 мин

Тшт.к. = 1,67+31/188 = 1,83 мин.

Таблица 22 − Сводная таблица норм времени на операциях

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Опер | Тв,мин | Tо,мин | а ОБ ,% | Тшт,мин | Тпз, мин | n,шт | Тш.к.,мин |
| Твуст | Тв оп | Тв изм | Тпз1 | Тпз2 | Тпз3 |
| 015 | 0,35 | 0,15 | 0,17 | 0,635 | 8 | 1,29 | 3,5 | 14 | 7 | 188 | 1,42 |
| 025 | 0,17 | 0,18 | 0,68 | 0,82 | 7 | 1,84 | 17 | 11,5 | 7,24 | 188 | 2,03 |
| 035 | 0,17 | 0,18 | 0,68 | 1,66 | 7 | 2,74 | 17 | 11,5 | 8,19 | 188 | 2,93 |
| 045 | 0,36 | 0,22 | 1,95 | 15,94 | 8 | 18,9 | 17 | 24,65 | 33,5 | 188 | 19,3 |
| 050 | 0,13 | 0,72 | 3,92 | 4,58 | 7 | 9,42 | 24 | 18 | 25 | 188 | 9,78 |
| 055 | 0,18 | 0,2 | 0,18 | 0,56 | 7 | 1,13 | 13 | 9,7 | 9 | 188 | 1,3 |
| 060 | 0,13 | 0,72 | 7,03 | 1,76 | 7 | 9,3 | 24 | 18 | 25 | 188 | 9,65 |
| 070 | 0,35 | 1,2 | 0,22 | 0,26 | 8 | 1,87 | 6 | 12 | 10 | 188 | 2,01 |
| 075 | 0,27 | 0,65 | 0,08 | 0,8 | 8 | 1,87 | 6 | 15 | 10 | 188 | 2,15 |
| 095 | 0,27 | 0,65 | 0,08 | 0,61 | 8 | 1,67 | 6 | 15 | 10 | 188 | 1,83 |
| 105 | 0,5 | 0,17 | 0,32 | 1,03 | 8 | 1,96 | 9 | 8,5 | 10 | 188 | 2,22 |
| 115 | 0,36 | 1,2 | 0,32 | 2,42 | 8 | 4,2 | 6 | 8,5 | 10 | 188 | 4,4 |

2.4.4 Технико-экономическое сравнение двух вариантов технологического процесса

На основе информации, предоставленной в базовом и предлагаемом вариантах технологических процессов, осуществляем их технико-экономическое сравнение, руководствуясь методикой, изложенной в пособии [51, с.95-120]

Механическая обработка детали типа «Фланец» переводится с горизонтально-фрезерного станка 6Р82 на фрезерный станок с ЧПУ 6Р13РФ3.

Годовой объём выпуска = 4500 штук

Размер партии запуска h'' = 188 деталей

Число запусков jp = 24

Штучное время обработки по базовому техпроцессу tшт1 = 48,8 мин

Штучное время обработки на станке с ЧПУ tшт2 = 13,4 мин

Наладка станка 6Р82 осуществляется станочником, а станка с ЧПУ - наладчиком.

Таблица 23 - Исходные данные для расчёта экономического эффекта.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные для расчётаэкономического эффекта |  | Станок6Р82 | СтанокИР500ПМФ4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| По деталям представителям: |
| Годовой объём выпуска деталей | Nг, шт | 4500 | 4500 |
| Количество запусков | jp, шт | 24 | 24 |
| Продолжительность выпуска деталей | z1, лет | 5 | 5 |
| Штучное время обработки детали | tшт, мин | 48,8 | 13,4 |
| Время наладки станка | tн, мин | 80 | 45 |
| Разряд:контролёрастаночниканаладчиканастройщика инструмента |  | 533 | 5254 |
| Количество кадров программы | шт | - | 42 |
| Стоимость заготовки | Sзаг, руб | 9638,4 | 984 |
| Среднее время настройки по приборуодного инструмента вне станка | tин, мин | - | 4 |
| Средний период стойкости инструмента | Т, мин | - | 60 |
| Среднее количество граней пластины | nгр, шт | - | 3 |
| Коэффициент удельного времени в штучном | Kt | - | 0,8 |
| Стоимость одного кадра УП | руб | - | 580 |
| Стоимость разработки УП | Куп, руб | - | 24360 |
| Среднечасовая заработная плата:станочниканаладчиканастройщика инструментаКонтролёра | руб | - | 2496,63043,82701,82565 |
| По станкам: |  |  |  |
| Класс точности станка |  | Н | П |
| Масса станка | т | 4,2 | 4,7 |
| Габариты станка (lxbxh) | м | 2,58х2,26х2,6 | 2,8х2,7х2,6 |
| Габариты устройства с ЧПУ | м | - | 1,2х1,2 |
| Тип устройства с ЧПУ |  | - | Ф3 |
| Срок службы станка до капремонта | Трц, лет | 10 | 11,5 |
| Установленная мощность всех электродвигателей главного движения | P, кВт | 11 | 7,8 |
| Категория ремонтосложности станка:механической частиэлектрической части | e.p.c. | 1110 | 2021 |
| Количество станков обслуживаемыходним рабочим | d, шт | 1 | 1,5 |
| Оптовая цена станка | Ц, руб | 4916340 | 5039983 |
| Коэффициент загрузки станка | nз | 0,85 | 0,9 |
| Срок службы станка до капремонта | Трц, лет | 10 | 15 |
| Установленная мощность всех электродвигателей главного движения | P, кВт | 10 | 20 |
| Категория ремонтосложности станка:механической частиэлектрической части | e.p.c. | 1110 | 1528 |
| Количество станков обслуживаемыходним рабочим | d, шт | 1 | 1,5 |
| Оптовая цена станка | Ц, руб | 890556 | 4536884 |
| Коэффициент загрузки станка | nз | 0,85 | 0,9 |
| Площадь станка по габаритам | А, м² | 7,68 | 7,56 |
| Площадь устройства с ЧПУ | Ау, м² |  | 1,44 |
| Норма амортизационных отчислений на полное восстановление станка | А | 0,053 | 0,085 |
| Затраты на одну единицуремонтосложности станка:механической частиэлектрической части | руб | 4905542000 | 250000486872 |
| Норматив годовых затрат наобследование ремонт ЧПУ | Q, руб | - | 1470600 |
| Коэффициент учитывающий дополнительную площадь станка | γ | 4,5 | 4 |
| Коэффициент учитывающий классточности станка | Ц | 1 | 1,3 |
| Эффективный годовой фонд времениработы станка | об, ч | 4055 | 3935 |
| По производственным и другим площадям: |  |  |  |
| Стоимость 1м² площади механического цеха  | Цпл.зд, руб | 239400 | 239400 |
| Стоимость 1м² площади занятого служебно-бытовыми помещениями | Цпл.зд, руб | 342000 | 342000 |
| Площадь служебно-бытовых помещений приходящихся на одного рабочего  | Аб, м² | 7 | 7 |
| Затраты на содержание амортизационныхрасходов на 1м² цеха | Нпл, руб | 23940 | 23940 |
| Стоимость жилищных и культурно-бытовыхстроительств на одного рабочего | Цж, руб | 11286000 | 11286000 |
| Расчёт вспомогательных показателей: |
| Время обработки детали в течение года | Тштi, ч  | 219600 | 60300 |
| Время наладки станка в течение года | Тн.ин, ч | 46 | 24,2 |
| Время контроля детали в течение года | Тк, ч | - | 26,3 |
| Количество станочников | Рcт, чел | 3,4 | 0,8 |
| Количество наладчиков станков | Рн, чел | 0,025 | 0,013 |
| Наладчиков инструмента вне станка | Рн, чел | - | 0,014 |
| Количество контролёров | Pк, чел | 0,283 | 0,057 |
| Дополнительное число рабочих по обслуживанию станков с ЧПУ | Рдоп, чел | - | 0,23 |
| Общее количество рабочих на годовую программу выпуска деталейPст + Рн + Pнин + Рк + Рдоп | чел | 3,7 | 1,114 |
| Доля загрузки станка обработкой деталив объём годового выпуска | β | 0,96 | 0,46 |
| Расчёт капитальных вложений: |
| Балансовая стоимость оборудования | Кб, руб | 890556 | 6368723 |
| Стоимость помещения, занимаемого оборудованием  | Квд, руб | 8909600 | 268251 |
| Стоимость служебно-бытовых помещений | Ксл, руб | 5010566 | 3176826 |
| Стоимость жилищного и культурно-бытового строительства  | Кж, руб | 42002400 | 126466128 |
| Затраты на незавершённое производство | Кнез, руб | 2619699 | 499104 |
| Затраты на разработку УП | Кпу, руб | - | 29235 |
| Итого капитальных вложений: | К | 63458605 | 134976428 |
| Расчёт себестоимости обработки: |  |  |  |
| Зарплата станочника | Из, руб | 5632212 | 6542132 |
| Зарплата наладчика станка | Ин, руб | 4177829 | 19276385 |
| Зарплата настройщика инструмента вне станка | Иин, руб  | 73660 | 124203 |
| Зарплата контролёра | Ик, руб | 269325 | 656640 |
| Затраты на подготовку и возобновление УП | Иуп, руб | 249529 | 270399 |
| Амортизационные отчисления на полноевосстановление оборудования | Иа, руб | 249529 | 270399 |
| Затраты на содержание помещения занимаемого станком | Ипл, руб | 338211 | 545586 |
| Затраты на амортизацию и содержание служебно-бытовых помещений | Исл, руб | 200019 | 664335 |
| Затраты на ремонт и ТО оборудования | Ир, руб | - | 654644 |
| Затраты на ремонт и ТО УЧПУ | Ич, руб | - | 764565 |
| Итого себестоимость обработки | С, руб | 11190314 | 29769288 |
| Приведенные затраты  | З, руб | 10069548 | 4565852 |
| Годовой экономический эффект | Эг, руб |  | 5503696 |
| Количество высвобождаемых рабочих | Рв, чел | - | 2,284 |

2.4.5 Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ

Данный раздел выполняем с использование литературы [12].

Для записи управляющей программы используется карта кодирования информации по ГОСТ 3.1404 – 86 (форма)

Исходными документами при разработке управляющей программы являются рабочий чертёж детали и технологические карты. Важно отметить, что в процессе программирования реализующими этапами являются сбор и упорядочение всей геометрической и технологической информации о детали, заготовки, инструменте, станке с устройством числового программного управления, а так же информации о технологических приёмах используемых при обработке детали. Суммарная информация по отдельным переходам, выполняемым в процессе обработки детали, в соответствии с заданными технологическими параметрами, всё это и составляет управляющую программу.

Управляющую программу рекомендуется составлять таким образом, что бы в кадре записывалась только изменяющаяся по отношению к предыдущему кадру информация. Состав управляющей программы могут входить основная управляющая программа и подпрограммы. Кодируемая строка включает номер кадра, одной или несколько информационных символов. Информационные слова в кадре рекомендуется записывать в определённой последовательности, расположение информации в кадре программы называется форматом кадра управляющей программы. Программное слово кадра состоит из буквы, адреса и несколько цифр, означающих содержание слова.

Пример выполнения программы управления станком приведены далее на карте кодирования информации записью кадра и пояснением его содержания.

2.5 Разработка карты наладки станка с ЧПУ

Карта наладки станка с числовым программным управлением (расчетной технологической карты), предназначена для отражения на плоском чертеже статистическими изображёнными средствами динамики процесса обработки, что бы облегчить его цельное визуальное восприятие и осмысление. А так же уменьшить трудоёмкость наладки станка. Она должна отражать полный состав режущих и вспомогательных инструментов в последовательности их применения: размерные цепи технологической системы СПИЗ. На всех этапах разработки конфигурацию обрабатываемых поверхностей (контуров) с обозначением опорных точек, режимы обработки и словесное изложение планируемых действий. Выбираем схему установки заготовки. Начало системы координат расположенной на торце приспособления. Обработку разбивают по переходам, выбирая необходимые инструменты. Карта наладки должна содержать следующую информацию: расстояние от оси поворотного магазина до базовой плоскости (в продольном) и до оси шпинделя (в поперечном) направлении, то есть координата нулевого положения инструмента, расстановку инструментов в магазине и их обозначение. Вначале выбирают схему установки заготовки. Начало системы координат располагают на торце приспособления. Определяют расположение рабочих органов станка по максимальному вылету инструмента. Выбирают нулевую точку (начало системы координат), для инструмента устанавливаемого в шпиндель - эта точка пересечения торца шпинделя с его осью (0шп). Для каждого перехода определяют опорные точки, которые связывают с режущим лезвием инструмента, траекторию его движения, замыкая размерные цепи.

3. Конструирование

3.1 Режущий инструмент

3.1.1 Описание конструкции

Метчики - предназначены для образования резьбы в отверстиях. По принципу их подразделяют на метчики, образующие профиль резьбы путём снятия стружки, метчики бесстружечные, образующие профиль резьбы без снятия стружки, и метчики с режущими и выглаживающими зубьями, образующие резьбу комбинированным способом (резанием и выдавливанием).

По конструкции и применению, метчики делят на следующие типы:

1) Машинно-ручные, для нарезания резьбы как вручную, так и на станке (ГОСТ 3266-71), с шахматным расположением зубьев, для обработки заготовок из коррозионно-стойких и жаропрочных сталей (ГОСТ 17927-72) и для обработки заготовок из лёгких сплавов (ГОСТ 17928-72), бесстружечные (ГОСТ 18839-73).

2) Машинные, для нарезания на станке метрической резьбы Ø0,25-0,9 мм.

3) Гаечные, для нарезания резьбы в гайках на гайкорезных станках.

4) Конические, для нарезания конических резьб.

5) Метчики для круглой резьбы.

6) Метчики сборной конструкции, нерегулируемые и регулируемые.

7) Специальные комбинированные, (сверло-метчик), ступенчатые.

Конструктивные элементы метчиков - к основным конструктивным элементам метчиков относятся: режущая (заборная) часть, калибрующая часть, хвостовик с элементами крепления, форма зуба и стружечной канавки и их направление, геометрические параметры режущей и калибрующей частей, профили резьбы метчика и его размеры.

Режущая часть предназначена для срезания слоёв металла по всему контуру профиля резьбы. Режущая часть метчика срезает слои металла по генераторной или профильной схеме. В большинстве случаев применяют генераторную схему (машинные, гаечные).

Калибрующая часть служит для окончательного формирования профиля (первым калибрующим витком), направления и подачи метчика под действием сил самозатягивания и является запасом на переточку при заточке метчика по наружной поверхности режущей части.

Хвостовик метчика предназначен для передачи крутящего момента от шпинделя станка. Для передачи этого крутящего момента на хвостовике делают квадрат.

Стружечные канавки служат для размещения стружки и её транспортирования, что обуславливает их направление и форму. Для лучшего удаления стружки, метчики следует делать с винтовыми канавками левого направления. Число стружечных канавок влияет на толщину среза, силу и мощность, затрачиваемые на резание, на объём пространства для размещения стружки, на значение крутящего момента в зависимости от сил трения, на технологичность изготовления метчиков и выбор средств контроля параметров резьбы. Профиль поперечного сечения канавки зависит от числа зубьев (или числа канавок), наружного диаметра метчика, материала заготовки, условий работы, способа подвода СОЖ.

В общем случае форма поперечного сечения канавки должна обеспечить: достаточное пространство для размещения стружки, достаточную прочность зуба и метчика в целом. оптимальные геометрические параметры, отсутствие среза стружки при выворачивании.

3.1.2 Расчёт исполнительных размеров.

Расчёт проводим по методике [10]

Исходные данные:

Резьба М5-7Н; D=5мм; P=0,8мм; α=60°; l=13мм;

Характер резьбы - сквозная;

Обрабатываемый материал - Сталь 40Х;

Тип метчика - машинный;

1. Выбор инструментального материала: Рабочая часть - Сталь Р6М5, HRC 63 ... 66; Хвостовик - Сталь 40Х HRC 40 ... 42;

2. Выбор числа зубьев. Z=3

3. Выбор формы и размеров стружечной канавки: Dc = 2,25; r=3,25; r1=0,625;

4. Определение длинны заборной части: a=0,20мм; tgφ=0,2; φ=37°; dсв=5-0,8=4,2мм; l1=3мм;

5. Определение длинны рабочей и калибрующей частей и обратной конусности: l3=16мм; l2=13мм; Обратная конусность = 0,05 ... 0,08мм.

6. Определение размеров хвостовика: lk=6мм; D2=4,5мм; r=4,5мм; S=4мм; h=7мм;

7. Расчёт общей длинны метчика: L=15+3+14+1,5+20=53,5, < 58 Принимаем L=58мм по ГОСТ 3266 lхв=56мм;

8. Выбор геометрических параметров: γ=8°; α=4°;

K= π ∙tg α/z; (53)

K=3,14∙8∙0,2/3=1,67 ≈ 1

9. Выбор степени точности метчика: Н3

10. Определение размеров профиля резьбы: ГОСТ 17039-71 d=5,093; d2=5,131; d1=4,286;

P=0,8 +0,010 a/2=30°+25';

11. Назначение технических требований: Шероховатость профиля резьбы, передней и задней поверхности - Rz 3,2; Шероховатость хвостовика Ra 1,6; Допуск заднего угла ±2°; Биение профиля относительно оси 0,02 мм;

3.2 Приспособление для установки заготовки

Расчёты выполняем по методике [1].

3.2.1 Описание конструкции

Для обработки плоскостей и паза в детали «Фланец» ) №9А719.540.403 применяется фрезерное приспособление. Приспособление устанавливается на столе станка нижней плоскостью корпуса, фиксируется и закрепляется с помощью болтов в Т-образные пазы стола станка. Для более точной фиксации приспособления на столе станка на корпусе приспособления имеется фиксатор, ширина которого равна ширине паза. Базовой деталью приспособления является корпус, на котором монтируются установочно-зажимные элементы, а так же вспомогательные детали и механизмы.

Базирование детали в приспособлении осуществляется по диметру 70е8 и торцу. Для базирования детали по диаметру используется кольцо, выполняющее роль сменной наладки. Это кольцо необходимо, так как данное приспособление используется для установки аналогичных деталей, но имеющих несколько иной диаметр, по которому происходит базирование. Зажим детали в приспособлении с помощью прихватов. Всего прихватов имеющихся в приспособлении четыре, но одновременно из них работают только два, так как специфика обработки не позволяет использовать сразу четыре прихвата. При этом наличие четырех прихватов также необходимо, так как при выполнении операции происходит смена прихватов.

Установочной базой в детали является торец Ø110/Ø70, направляющей базой является Ø70. Таким образом деталь лишается 5-ти степеней свободы. Шестой степени свободы деталь лишается при работе инструмента.

3.2.2 Расчёт на точность

Se < T (54)

где, Se - суммарная погрешность обработки

Т - величина допуска выполняемого размера при обработке заготовки в операции

В общем случае суммарная погрешность, учитывающая наиболее значительные погрешность может быть представлена:

Se = Ey+Eo+En (55)

где, Ey - погрешность установки заготовки

Eo - погрешность обработки заготовки

En - погрешность положения заготовки

При проявлении погрешностей в различных плоскостях системы координат Eу равно:

Ey =√ Eб²+Eз²+Eпр² (56)

где, Eб - погрешность базирования

Eз - погрешность закрепления

Eпр - погрешность приспособления

Погрешность положения En определяется по формуле:

En = √ Eпр²+Eус²+Eи² (57)

где, = Eпр - погрешность изготовления приспособления в направлении допуска

Eус - погрешность установки приспособления на столе

Eи - погрешность положения заготовки из-за износа установленных элементов приспособления.

Eус = 0,03 мм

Eи = U (58)

U = Uo·K1·K2·K3·K4·(N/No) (59)

где, U - износ установочных элементов

Uo - средний износ установочных элементов

Uo,K1,K2,K3,K4 - коэффициенты, учитывающие влияние, условий обработки и числа заготовок

N - число установок заготовок на данной операции

Uo = 0,04 мм

K1 = 0,97

K2 = 1,25

K3 = 0,94

K4 = 2,8

No = 100000; N = 4500;

U= 0,04·1,25·0,94·0,97·2,8·(4500/100000) = 0,005 мм

Еu = 0,005

Погрешность от смещения инструмента Eпи = 0, так как положение фрезы не выверяется по установу.

Погрешность изготовления приспособления рассчитывается по формуле:

[Епр] < Т-Кт √(Кб·Еб)²+Ез²+Еу²+Епи²+(Кw·W)² (60)

где, [Епр] - диапазон, в котором должна находиться точность приспособления

Кт = 1…1,2 – коэффициент, учитывающий отклонения рассеяния значений соответствующих величин от закона нормального распределения.

Кб = 0,8…0,85 - коэффициент учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках.

Кw = 0,6…0,8 - коэффициент учитывающий долю погрешности вызываемой факторами независящими от приспособления

W - экономическая точность обработки.

W = 0,039

[Епр] < 0,4 - 1,2 √(0,85·0,046)²+0,08²+0,03²+0+(0,039+0,8)² = 0,28

3.2.3 Расчёт зажимного механизма

Расчёт усилия зажима согласно схемы зажима

W = k·P/f1+f2 (61)

где, f1 - коэффициент трения с установочными элементами

f2 - коэффициент трения с зажимными элементами

k - коэффициент запаса

P - усилия резания

P = 925 Н

f1 = 0,15

f2 = 0,15

K = Ko·K1·K2·K3·K4 (62)

где, Ko = 1,5 - гарантированный коэффициент запаса

K1 = 1 - коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки

К2 = 1,4 - коэффициент учитывающий увеличения сил резания от прогрессирующего затупления инструмента.

К3 = 1,3 - коэффициент учитывающий постоянство сил зажима

К4 = 1,2 - коэффициент учитывающий эргономику ручных зажимных элементов

К = 1,5·1·1,4·1,3·1,2 = 3,2

Тогда усилие зажима:

W = 3,2·925/0,15+0,15 = 9866 Н.

Так как в приспособлении применяется винтовой зажим, то определяем номинальный диаметр резьбы:

d = С √ W/[Gр] (63)

где, С - коэффициент, для основных метрических резьб.

[Gр] - допустимое напряжение материала.

С = 1,4.

Так как болт для зажима изготовлен из Стали 45 и проходит термообработку, то

[Gр] = 60 МПа

W = 9866/2 = 4933, так как в зажиме участвуют 2 болта одновременно.

Принимаем М14.

Для данной резьбы допустимым усилием будет являться W = 6,86 кН = 6860 Н.

3.3 Контрольный инструмент

Расчёты производим по методике [15]

3.3.1 Описание конструкции

Калибром называют бесшкальный измерительный инструмент, предназначенный для контроля размеров и форм, и взаимного расположения поверхностей детали. Поскольку размер детали ограничен двумя предельными размерами для их контроля необходимо иметь два калибра, один из которых контролирует деталь по её наибольшему, а другой по её наименьшему предельным размерам.

Для контроля валов изделий применяют калибры-скобы, проходной и непроходной.

Калибр, контролирующий предельный размер, соответствующий максимуму материала проверяемого изделия, называется проходимым. При контроле изделия калибр должен свободно проходить под действием собственной массы или определённой нагрузки.

Калибр, контролирующий предельный размер, соответствующий минимуму материала проверяемого изделия, называется непроходимым. При контроле изделия калибр не должен проходить.

Калибр-скобы для контроля валов могут иметь различные конструкции:

1. Листовая двухсторонняя;
2. Листовая односторонняя;
3. штампованная двухсторонняя;
4. Регулируемая.

Выбор конструкции калибра зависит от метода контроля. В данном случае, для контроля размера диаметра вала была выбрана листовая односторонняя нерегулируемая калибр скоба. Данная скоба имеет некоторые конструктивные особенности. Часть калибра, предназначенная для контроля максимального предельного размера изделия, называемая проходным размером (Пр), расположена рядом с частью калибра, предназначенного для контроля минимального предельного размера изделия, называемое непроходимым размером (Не). Эти две части измерителя расположены таким образом, чтобы при контроле изделия сказу можно было проверять правильность его размера по максимальному и минимальному придельным размерам. Другими словами, калибр при контроле изделия должен свободно проходить только на участке предназначенного для контроля максимального размера, и останавливаться достигая непроходного участка.

3.3.2 Расчёт исполнительных размеров

Определение исполнительных размеров для калибра скобы для вала Ø90 мм с полем допуска ±0,0065

Определяем наибольший и наименьший предельные размеры вала:

Dmax = 70,0065мм; Dmin = 69,9935мм;

Для квалитета js5 интервал размеров свыше 50 до 80 мм;

Находим данные для определения необходимых калибров и контркалибров.

z1 = 0,0004 мм;

y1 = 0,0003 мм ;

H1 = 0,0005 мм;

Hp = 0,0002 мм;

1. Наименьший размер проходного нового калибра-скобы ПР: ПР = Dmax - z1-H1/2 (64)

ПР = 70,0065 - 0,0004 - 0,0005/2 = 70,0006 мм

2. Наименьший размер непроходного калибра-скобы НЕ: НЕ = Dmin - H1/2 (65)

НЕ = 69,9935 - 0,0005/2 = 69,9932 мм

3. Предельный размер изношенного калибра-скобы ПР: ПР = Dmax + Y1 (66)

ПР = 70,0065 + 0,0003 = 70,0068 мм

4. Наибольший размер контр-калибра К-ПР: К-ПР = Dmax -z1 + Hp/2 (67)

К-ПР = 70,0065 - 0,0004 + 0,0002/2 = 70,0062 мм

5. Наибольший размер контр-калибра К-НЕ: К-НЕ = Dmin - z1 + Hp/2 (68)

К-НЕ = 69,9935 + 0,0002/2 = 69,9936 мм

6. Наибольший размер контр-калибра К-И: К-И = Dmax + Y1 + Hp/2 (69)

К-И = 70,0065 + 0,0003 + 0,0002/2 = 70,0069 мм

4. Организация производства на участке

Расчёты в разделе производим по методике [25]

4.1 Расчёт количества оборудования и его загрузки

Определение такта выпуска

t = 60·Фдо/N (70)

где, N - годовая программа выпуска

Фдо - действительный фонд времени работы оборудования

t = 60·2064/4500 = 27,5 Принимаем t=28

Расчёт количества оборудования Si, необходимого для выполнения конкретной операции

Si=Тшк/t (71)

где, Тшк - штучно-калькуляционное время

Si 015 = 1,42/28 = 0,05

Si 025 = 2,03/28 = 0,07

Si 035 = 2,93/28 = 0,1

Si 045 = 19,3/28 = 0,67

Si 050 = 9,78/28 = 0,35

Si 055 = 1,3/28 = 0,05

Si 060 = 9,65/28 = 0,34

Si 070 = 2,01/28 = 0,07

Si 075 = 2,15/28 = 0,08

Si 085 = 1,83/28 = 0,06

Si 105 = 2,22/28 = 0,08

Si 115 = 4,4/28 = 0,16

Тогда расчётный коэффициент загрузки каждого станка Кзi определяется по формуле:

Кзi = Тшк/t·Si (72)

Кзi 015 = 1,42/28·1 = 0,05

Кзi 025 = 2,03/28·1 = 0,07

Кзi 035 = 2,93/28·1 = 0,1

Кзi 045 = 19,3/28·1 = 0,67

Кзi 050 = 9,78/28·1 = 0,35

Кзi 055 = 1,3/28·1 = 0,05

Кзi 060 = 9,65/28·1 = 0,34

Кзi 070 = 2,01/28·1 = 0,07

Кзi 075 = 2,15/28·1 = 0,08

Кзi 085 = 1,83/28·1 = 0,06

Кзi 105 = 2,22/28·1 = 0,08

Кзi 115 = 4,4/28·1 = 0,16

4.2 Организация перемещения оборудования, заготовок и деталей, уборка стружки

В цеху установлены токарные, сверлильные, фрезерные станки, станки полуавтоматы, а так же станки с числовым программным управлением. Станки с числовым программным управлением способны продолжительно, без переналадки, автоматически выполнять запрограммированные операции. Заготовку небольшой массы устанавливают в ручную, без использования средств автоматизации, для установки тяжёлых деталей используют подъёмные средства, такие как поворотные краны, кран-балки. Для складирования заготовок и готовых деталей, а так же приспособлений используются промежуточные склады на территории цеха.

Заготовки в начальной стадии поступают на склады, далее по мере необходимости поступают на промежуточные склады технологических линий. В качестве тары используют металлические ящики. Погрузка и разгрузка тары осуществляется с помощью погрузчиков, мостовых кранов кран-балок, грузоподъёмное оборудование устанавливается на станках, где происходит обработка тяжёлых заготовок. Транспортировка осуществляется электрокарами, рельсовыми тележками с электроприводом.

Подача смазывающе-охлаждающей жидкости в зону резания производится от централизованных систем.

Значительные помехи нормальной работе создаёт стружка. Для удаления стружки предусмотрен ряд устройств и транспортных систем.

Для определения метода удаления стружки определяем количество стружки образующийся в час:

q=(Qз-Qд)·N·Кз/Фдо (73)

q=(1,8-1)·4500·0,85/2064 = 1,48 кг/ч

Руководствуясь таблицами был выбран линейный конвейер скребкового типа

Система уборки стружки М - механизированная с использованием ручного труда, средств малой механизации и колёсного транспорта доставляющего стружку в контейнерах в отделения переработки.

4.3 Разработка плана участка и организация рабочих мест

Графическим документом, определяющим размещение основного и вспомогательного оборудования на участке, является технологическая планировка, которая представляет собой выполнений в масштабе 1:100 план расположения оборудования производственно-транспортной системы, мест складирования мерных заготовок и деталей, помещений, проездов.

При проектировании участка механической обработки следует обеспечить кратчайшие пути технологических потоков от получения заготовки до готовой детали. При разработке участка должна обеспечиваться увязка планировки с технологическим процессом обработки деталей и установления минимально допустимых расстоянии между станками, а так же между станками и элементами здания, в соответствии с утверждёнными нормами технологического проектирования.

Планировка участка выполняется с точными габаритами оборудования с показом движущихся и выступающих частей станков, открывающихся дверок и так далее.

На планировке участка изображается всё оборудование и устройства, относящиеся к участку, а именно: место рабочего у станка во время работы; производственная тара, контрольный стол, место мастера; испытательный стенд, кран подвесной; стружко-уборочные конвейеры; расстояния между станками; расстояния от станков до колонн; шаг колонн, ширина пролётов; ширина и длинна участка.

В строительной части по планировке участка изображаются колонны с осями.

На планировке указываются условные обозначения точек подвода (отвода) энергии всех видов, смазывающей жидкости.

5. Охрана труда и окружающей среды

5.1 Вредные и опасные производственные факторы технологических процессов

К опасным и вредным производственным факторам технологического процесса относят:

- повышенная запыленность или загазованность воздуха рабочей зоны;

- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

- передвигающиеся детали, заготовки;

- токсическое воздействие на организм человека смазочно-охлаждающей жидкости;

- недостаточная освещенность рабочей зоны;

- движущиеся и вращающиеся части технологического оборудования и грузоподъемных механизмов;

- острые кромки на поверхности заготовок, инструмента.

5.2 Производственная санитария участка

Освещение участка совмещенное, так как включает в себя естественное освещение, и искусственное освещение. Естественное освещение – свет, проникающий через проемы в стене. Искусственное освещение является комбинированным - состоит из общего и местного освещения. Общее освещение обеспечивается искусственными источниками света, расположенными по всему участку. Потребность в общем искусственном освещении возникает в результате недостаточной освещённости в раннее и позднее время рабочего дня, особенно в зимний период года, и обусловлено необходимостью безопасного передвижения по участку. Местное искусственное освещение необходимо для безопасной работы, и устанавливается на самом рабочем месте, реализуя тем самым достаточную освещенность рабочей зоны.

Таблица 24 – Нормируемые показатели освещения общепромышленных помещений и сооружений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Оборудование | Рабочаяповерхность | Разрядзрительныхработ | Освещенность прикомбинированном освещении |
| всего | от общего |
| Фрезерное | Г – зонаобработки | II в | 2000 | 200 |
| Шлифованное | I г | 1500 | 200 |
| Сверлильное | II г | 1000 | 200 |
| Токарное | II г | 1000 | 200 |

Микроклимат на участке регулируется системами вентиляции и отопления. При этом обеспечиваются следующие величины показателей микроклимата:

- в теплый период года, температура воздуха 23 + 2 С, влажность около 30-40%, скорость движения воздуха 0,4-0,5 м/с;

- в холодный период года, температура воздуха 17 + 2 С, скорость воздуха 0,2-0,3 м/с, влажность около 45 %;

Источником шума и вибрации на участке являются вентиляторы, дроссели, преобразователи напряжения, транспортное и технологическое оборудование.

Меры защиты от шума на участке отсутствуют, так как шум и вибрация не превышают предельно-допустимый уровень для работы требующей сосредоточенности и постоянного наблюдения за технологическим процессом.

Система вентиляции применяется как естественная, воздухообмен осуществляется за счет плотности воздуха внутри помещения и снаружи, так и механическая, воздухообмен осуществляется при помощи вентиляторов.

Применяется система парового отопления, отопительный сезон осуществляется в холодный период года.

5.3 Требования к помещению участка

Участок имеет следующие оборудования: плоскошлифовальные станки, вертикально-фрезерные станки, токарно-винторезные, вертикально-сверлильные, многоцелевой станок – обрабатывающий центр. Суммарная энергоемкость участка 52 кВт. Технологическое оборудование размещено по ходу технологического процесса. Расстояние между единицами оборудования соответствуют требованиям, изложенным в ГОСТ 12.2061-81. Стены сделаны из кирпича, пол железобетонный. Высота помещения составляет 10,5 метров. Санитарно-бытовые помещения участка расположены вне опасных зон.

Производственное помещение соответствует требованиям строительных норм и правил СНиП 2.09.02-85 «Производственные здания». В нем должен поддерживаться проектный температурно-влажный режим. Не допускается образования конденсата на внутренней поверхности ограждений. Уборку помещений в зависимости от характера загрязнения производится влажным способом или пылесосом. Применение легковоспламеняющихся жидкостей для уборки и чистки помещений не допускается. Стены и потолки не облицовываются плиткой, покрываются масляной краской, допускающей вакуумную и влажную уборку.

Производственные помещения для хранения сырья и готовой продукции подвергаются периодической дезинсекции и дератизации.

В помещении нет вредных инфракрасных и ультрафиолетовых излучений.

5.4 Специальные требования безопасности к технологическому оборудованию

У станков с электромагнитными плитами есть блокирующие устройства, обеспечивающие автоматический отвод шлифовального круга от изделия и выключение перемещения стола в случае прекращения или падения ниже предельно-допустимого значения электрического напряжения.

На шлифовальном оборудовании предусмотрены:

- устройство, для защиты рабочего от аэрозолей, образующихся при использовании смазочно-охлаждающей жидкости;

- устройство, для защиты рабочего от абразивной, металлической и неметаллической пыли, частиц абразивного материала образующихся в процессе правки, шлифовальной заточки;

В вертикально-фрезерных и вертикально-сверлильных станках, высотой не более 2,5 метров, задний конец шпинделя вместе с выступающим концом винта для закрепления инструмента, а также выступающий из поддержки конец фрезерной оправки, ограждаются быстросъемными кожухами.

5.5 Специальные требования к станочным приспособлениям

Наружные элементы конструкций приспособлений не имеют острых углов, кромок и других поверхностей с неровностями, представляющими источник опасности. Элементы приспособления не препятствуют работе станка, не ограничивают доступ к органам управления, не создают опасность работы станочника. Масса приспособления кантуемого вручную не превышает 16 килограмм.

У приспособления с пневматическим зажимом, для исключения возможности зацепления рук, зазор между прижимом и заготовкой не превышает 5 миллиметров.

Конструкция приспособления обеспечивает свободный выход стружки, сток смазочно-охлаждающей жидкости.

Соединение с конической резьбой в пневмоприводах имеют эксплуатационный запас на затягивание не менее 1,5 витков.

Конструкция приспособления обеспечивает надежное крепление обрабатываемых заготовок из ферромагнитных материалов, при максимальном усилии резания.

5.6 Специальные требования при эксплуатации технологического оборудования

Всегда на рабочем месте у станка вывешивается хорошо читаемая выписка из инструкции по охране труда.

Органы ручного управления оборудованием выполняется и располагается так, чтобы пользоваться ими было удобно.

Запрещается:

- работа на неисправных станках и оборудовании, а также на станках с неисправными или незакрепленными ограждениями;

- выполнение ремонта оборудования и замена рабочих органов без отключения электропривода с видимым разрывом электрической цепи;

Металлические части оборудования, которые в результате неисправности могут оказаться под напряжением и к которым возможно прикосновение человека, заземлены.

Обрабатываемые детали и приспособления, особенно соприкасающиеся базовые и крепежные поверхности, перед установкой на станок чистят от стружки и масла для обеспечения правильности установки и прочности крепления.

Станки снабжены стружкосборниками с соответствующими ёмкостями, а также защитными устройствами, защищающими рабочих и людей находящихся вблизи станка от отлетающей стружки и смазочно-охлаждающей жидкости.

5.7 Пожарная безопасность

По пожаро- и взрывоопасности участок относится к категории Д, так как на этом участке производство связано с обработкой несгораемых материалов в холодном состоянии. На территории участка нет пожаро- и взрывоопасных зон. Стены возведены из кирпича, поэтому здание является огнестойким.

Основные причины возникновения пожара:

- неисправная электропроводка (КЗ в сети);

- неисправное электрооборудование;

- неосторожное обращение персонала с горячими веществами;

В случае возникновения пожара руководитель подразделения или предприятия обязан применять меры по локализации очага возгорания имеющимися средствами пожаротушения и организовать эвакуацию людей по заранее составленному плану.

Степень огнестойкости II.

Основными средствами пожаротушения в помещении участка являются пенные и порошковые огнетушители – 7 (ОХП-10); ящики с песком – 2 штуки; 4 пожарных крана, места, расположения которых указаны специальными знаками. Противопожарный водопровод объединен с производственными системами водоснабжения и имеет длину рукава 20 метров.

Каждые 6 месяцев проводиться проверка пожарных кранов.

Важную роль для быстрой локализации очага возгорания имеет применение противопожарной сигнализации. Основным элементом сигнализации является пожарный извещатель. По виду контролируемого параметра они делятся на дымовые, тепловые, цветовые и комбинированные. Кроме этого в цеху имеются ручные пожароизвещатели – 5 штук.

Маршрут эвакуации людей составлен таким образом, что является коротким для выхода из здания. Имеется два эвакуационных выхода расположенных рассредоточено, шириной 0,8 и 3 метра; открываются наружу, не имеющих порогов и сделаны с негорючего материала.

В каждом цехе должен быть специально оборудованный щит с противопожарным инвентарём.

5.8 Охрана окружающей среды

Для чистки производственных сточных вод применяется электрический (физический) метод. При этом способе электрический ток пропускают через промышленные стоки, что приводит к выпадению большинства загрязняющих веществ в осадок. С помощью этого метода можно достичь очень высокой степени стоков. Для утилизации твердых производственных отходов на территории завода и в зданиях цехов, имеются специальные площадки и помещения. Там они хранятся, а затем вывозятся для утилизации на предприятия по переработке вторичного сырья.

Для очистки воздуха на предприятии используются фильтры, для газоочистки и пылеулавливания, чтобы уменьшить или предотвратить величину выброса. Важную роль для очистки воздуха имеют зеленые насаждения на территории предприятия и близлежащей территории.

# 6. Стандартизация и унификация в проекте

Стандартизация – установление и применение правил с целью упорядочения правил с целью упорядочения деятельности в определенной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон, в частности для достижения всеобщей оптимальной экономии при соблюдении условий эксплуатации и требований безопасности. Стандартизация основывается на объединенных достижениях науки, техники и передового опыта. Она определяет основу не только настоящего, но и будущего развития и должна осуществляться непрерывно.

Это определение показывает многогранность и научно-техническую значимость стандартизации. Из него следует, что стандартизация направлена на разработку таких обязательных правил, норм и требований, которые призваны обеспечить оптимальное качество продукции, повышение производительности труда, экономное расходование материалов, энергии, рабочего времени и гарантировать безопасность условий труда. Стандартизация является творческим процессом, который основан на последних достижениях науки, техники и практики и способствует дальнейшему прогрессу.

Стандартизация предусматривает установление единиц физических величин, терминов и обозначений, требований к продукции и производственным процессам, а также требований, обеспечивающих безопасность людей и сохранность материальных ценностей.

Стандарт – нормативно-технический документ по стандартизации, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации и утвержденный компетентным органом. Стандарт разрабатывается на основе достижений науки, техники, передового опыта и должен предусматривать решения, оптимальные для общества. Стандарт может быть разработан как на материальные предметы (на болты, гайки и т.п.), так и на нормы, правила, требования к объектам организационно-методического и общетехнического характера (на чертежный шрифт, форму спецификации на чертежах и пр.).

В настоящее время действуют международные стандарты ИСО, значения которых как нормативно-технических документов международного применения расширяется. Эти стандарты способствуют повышению качества и конкурентной способности белорусских товаров, ускоряют процесс внедрения новой техники.

Технические условия – нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс требований к конкретным типам, маркам и артикулам продукции. Параметр – численная характеристика основных размеров (шаг резьбы), режимов для состояния продукции (мощность двигателей), технологических процессов (обработка типовых деталей резанием). Унификация – наиболее распространенный и эффективный метод стандартизации. Результаты унификации не обязательно оформляются в виде стандарта. Но стандартизация изделий и их элементов обязательно основывается на унификации.

Унификация – форма стандартизации, заключающаяся в том, что две или несколько спецификаций объединяются в одну таким образом, чтобы полученные изделия были взаимозаменяемыми при использовании.

Основными целями унификации, согласно ГОСТ 23945 0-80, являются:

- ускорение темпов научно-технического прогресса за счет сокращения сроков разработки, подготовки производства, изготовления, проведения технического обслуживания и ремонта изделий;

- создание условий на стадиях проектирования и производства, для обеспечения высокого качества изделий и взаимозаменяемости их составных элементов;

- снижение затрат на проектирование и изготовление изделий;

- обеспечение требований обороны страны.

Основными направлениями унификации являются:

- разработка унифицированных составных элементов для применения во вновь создаваемых или модернизируемых изделиях;

- разработка конструктивно-унифицированных рядов изделий;

- ограничение целесообразным минимумом номенклатуры разрешаемых к применению изделий и материалов.

Объектами унификации могут быть изделия массового, серийного и индивидуального производства, в том числе:

- детали – если они взаимозаменяемы и, как правило, имеют аналогичное назначение;

- агрегаты (узлы), сборочные единицы и модули (ГПС) –если они выполняют близкие по характеру функции при незначительно отличающихся рабочих параметрах, габаритных размерах и эксплуатационных показателях;

- машины – если они состоят из сравнительно небольшого числа агрегатов и узлов одинакового назначения и выполняют близкие по характеру операции или процессы.

7. Экономический раздел

7.1 Определение потребного количества оборудования и коэффициента его загрузки

Оптимальный размер партии деталей:

nопт = Nг ·t/Ф (70)

где, t – необходимый запас деталей в днях

Ф – число рабочих дней в году

Nг - годовая программа выпуска

nопт = 4500 · 11/258 = 191

Годовой эффективный фонд времени работы оборудования:

Fэф = (ДК-ДВ-ДПР) ·Тсм - Тскр) · S · (1 - α/100) (71)

где, ДК – количество календарных дней в году

ДВ – количество выходных дней в году

ДПР – количество праздничных дней в году

Тсм – продолжительность смены в часах

Тскр – сокращения продолжительности смены в предпраздничные дни,

S – количество смен работы оборудования в течении суток

α – потери времени на ремонт и регламентированные перерывы.

Fэф = ((366-100-4)·8 - 4)·2· (1- 3/100) = 3996 ч.

Таблица 25 – сводная ведомость оборудования

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименованиеоборудования |  Модель | Кол.стан,шт | Суммарнаямощность,кВт |  На один станок,руб | Полнаястои-мость,руб | Стои-мостьвсехстанков,руб |
| Габаритныеразмеры |  Наодинстанок | Всехстан-ков |  Цена | Монтаж15%от цены |
|  1 | 2 |  3 | 4 | 5 |  6 | 7 | 8 | 9 |
| Токарно-винторезныйстанок | 1П3652,525х1,875 | 1 | 10 | 10 | 2734982 | 410247 | 3145229 | 3145229 |
| Токарныйстанок с ЧПУ | 16К20Ф3С53,36х1,710 | 2 | 10 | 20 | 8966174 | 1344926 | 10311100 | 20622200 |
| Фрезерныйс ЧПУ | 6Р13РФ32,8х2,7 | 1 | 7 | 7 | 5039983 | 788997 | 5795980 | 5795980 |
| Радиальносверлильныйстанок | 2М552,3х1,46 | 3 | 7,5 | 22,5 | 2589554 | 388433 | 2977987 | 2977987 |
| Внутри-шлифовальныйстанок | Sip 5002,81х1,64 | 1 | 5,5 | 5,5 | 9226506 | 1384276 | 10610782 | 10610782 |
| Кругло-шлифовальныйстанок | 3М1325,62х2,85 | 2 | 4 | 8 | 5963585 | 894538 | 6858123 | 13716246 |
| Координатно-шлифовальныйстанок | 32895,7х3,4 | 1 | 7,5 | 7,5 | 6258349 | 938752 | 7197101 | 7197101 |
| Плоско-шлифовальныйстанок  | С-294,56х2,31 | 1 | 11 | 22 | 7824209 | 1173631 | 8997840 | 8997840 |
| ∑ = 85876101 |

7. 2. Расчет площади участка стоимости зданий

Производственная площадь занята основными рабочими местами, проходами, проездами и т. д. она определяется по формуле:

Pпр = ∑Pо + Рп ·Спр (73)

где, Pо – удельная площадь на единицу оборудования

Рп – удельная площадь на проходы, проезды и т. п., на единицу оборудования

Спр – количество рабочих мест

Рп = 6 м²

Ро = b · l (74)

где, b – ширина станка

l – длина станка

Po1 = 2,525 ·1,875 = 4,73 м²

Po2 = 2·(3,36 ·1,71) = 11,5 м²

Po3 = 2,8 ·2,7 = 7,56 м²

Po4 = 3·(2,3 ·1,46) = 10,074 м²

Po5 = 2,8 ·1,64 = 4,59 м²

Po6 = 2·(5,62 ·2,85) = 32,04 м²

Po7 = 5,7 ·3,4 = 19,38 м²

Po8 = 4,56 ·2,31 = 10,53 м²

∑Poi = 4,73+11,5+7,56+10,074+4,59+32,04+19,38+10,53 = 172,4 м²

Рпр = 172,4 + 6 · 12 = 172,4 м²

Для определения стоимости здания участка необходимо найти объем здания:

Vзд = Рпр · h (75)

где, h – высота здания

h = 6 м

Vзд = 172,4 · 6 = 1034,45 м³

Стоимость здания определяется по формуле:

Сзд = Vзд · Цзд (76)

где, Изд – стоимость 1м² здания

Цзд = 286950 руб

Ссд = 1034,45 · 286950 = 296834165 руб

7.3 Расчет затрат на основные материалы

Расчет ведется на основе норм расхода материала на одну деталь с учетом стоимости возвратных отходов, цены, транспортно-заготовительные расходы и программы:

М = (Qм·Цм·Кт.з. - qо·Цо) · Nг (77)

где, Qм – норма расхода материала на заготовку, кг

Цм – оптовая цена за один кг метала, руб

Кт.з. – коэффициент транспортно-заготовительных расходов

qо – масса возвратных расходов на деталь, кг

Цо – цена за 1 кг возвратных отходов, руб.

Qм = 1,8 кг

Цм = 1640 руб

Кт.з = 1,05

qо = 0,8 кг

Цо = 152,118 руб

М = (1,8 · 1640 · 1,05 – 0,8 · 152,118) · 4500 = 13400575 руб

7.4 Расчет численности рабочих на участке

Расчет численности рабочих на участке ведется по каждой профессии:

Росн = Q/ Fэор·Спр·60 (78)

где, Q – трудоемкость годовой программы в норма часах

Fэор. – эффективный годовой фонд времени работы одного рабочего

Спр – принятое количество станков.

Трудоемкость годовой программы выпуска определяется по формуле:

Qi = Тш.к · Nг (79)

Q1 = 1,42 ·4500 = 6390 мин

Q2 = 2,03 ·4500 = 9135 мин

Q3 = 7,93 ·4500 = 13185 мин

Q4 = 19,3 ·4500 = 86850 мин

Q5 = 9,78 ·4500 = 44010 мин

Q6 = 1,3 ·4500 = 5850 мин

Q7 = 9,65 ·4500 = 43425 мин

Q8 = 2,01 ·4500 = 9045 мин

Q9 = 2,15 ·4500 = 9675 мин

Q10 = 1,83 ·4500 = 8235 мин

Q11 = 2,22 ·4500 = 9990 мин

Q12 = 4,4 ·4500 = 19800 мин

Расчет основных рабочих по формуле:

Росн1 = 6390/3996·1·60 = 0,03 чел

Росн2 = 9135/3996·1·60 = 0,04 чел

Росн3 = 13185/3996·1·60 = 0,05 чел

Росн4 = 86850/3996·1·60 = 0,36 чел

Росн5 = 44010/3996·1·60 = 0,18 чел

Росн6 = 5850/3996·1·60 = 0,02 чел

Росн7 = 43425/3996·1·60 = 0,18 чел

Росн8 = 9045/3996·1·60 = 0,04 чел

Росн9 = 9675/3996·1·60 = 0,04 чел

Росн10 = 8535/3996·1·60 = 0,03 чел

Росн11 = 9990/3996·1·60 = 0,04 чел

Росн12 = 19800/3996·1·60 = 0,08 чел

Сумма основных производственных рабочих занятых на изготовление данной детали:

Р = ∑ Росн (80)

P = 0,03+0,04+0,05+0,36+0,18+0,02+0,18+0,04+0,04+0,03+0,04+0,08 = 1,09 чел.

Расчет численности вспомогательных рабочих берется 15% от числа основных:

Рвс = 1,09 ·15/100 = 0,15 чел

Расчет численности ИТР, служащих МОП:

Рмастер = Росн+Рвс/25 (81)

Рмастер = 1,09+0,15/25 = 0,05 чел

Рнормировщик = Росн+Рвс/40 (82)

Рнормировщик = 0,15+1,09/40 = 0,03 чел

Ручётчик = Росн+Рвс/75 (83)

Ручётчик = 0,15+1,09/75=0,015 чел

Рмоп = (Росн + Рвс + Рмастер + Рнормировщик + Ручётчик) ·0,03 чел (84)

Рмоп = (0,15+0,05+1+0,03+0,015)·0,03 = 0,04 чел

7.5 Расчет фонда заработной платы и отчислений в фонд социальной защиты населения по категориям работающих

Тарифный фонд заработной платы рабочих седельников определяется:

Фз.п = Рсд. · Nгод (85)

где, Рсд. – расценка на одну деталь сдельная расценка по каждой операции определяется по формуле:

Рсд. = Чтс ·Тш.к/60 (86)

где, Чтс – часовая тарифная ставка, для соответствующих разрядов работ, руб.

Результаты расчетов заносим в таблицу:

Таблица 26 – Расчет расценки на деталь

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № операции | Наименование операций | Разрядработ |  Часоваятарифнаяставка | Нормавремени | Сдельнаярасценка |
| 015025035045050055060070075095105115 | Токарно-винторезнаяТокарная с ЧПУТокарная с ЧПУФрезерная с ЧПУСверлильнаяСверлильнаяСверлильнаяВнутришлифовальнаяКруглошлифовальнаяКруглошлифовальнаяКоординатно-шлифовальнаяПлоскошлифовальная | 333444455555 | 453,2453,2453,2527,1527,1527,1527,1580,8580,8580,8580,8580,8 | 1,42 2,03 7,93 19,3 9,78 1,3 9,65 2,01 2,15 1,832,22 4,4  | 10,715,359,899,10585,9111,4284,7719,4520,8117,7121,4842,59 |
| ∑ =399,135 |

Тогда Фз.п. = 399,135 ·4500 = 1796107,5 руб

Доплаты (40%) включаемые в часовой фонд заработной платы определяется:

П = Фз.п.·40/100 (87)

П = 1796107,5 ·40/100 = 718443 руб

Основная заработная плата:

Зо = Фз.п. + П (88)

Зо = 1796107,5 + 718443 = 2514550,5 руб

Дополнительная заработная плата:

D = Зо ·D’/100 (89)

где, D’– процент дополнительной заработной платы

D’ = 15%

D = 2514550,5 ·15/100 = 377182,5 руб

Годовой фонд заработной платы:

Фг = Зо+D (90)

Фг = 2514550,5 + 377182,5 = 2891733 руб

Отчисление в фонд социальной защиты населения:

Ос.с. = Фг·О’ (91)

где, О’ – отчисление в фонд социальной защиты населения

О’ = 36%

Ос.с. = 2891733 ·36/100 = 1041023,9 руб

Расчет фонд заработной платы вспомогательных рабочих, т. е. прямой тарифный фонд заработной платы повременщиков:

Фз.п. = Тсм · Fэф.р.·Рв (92)

где, Тсм – часовая тарифная ставка повременщиков,

Тсм = 439,2 руб

Фз.п. = 439,2 ·3996 ·0,15 = 263256,48 руб

Доплата, включаемая в часовую заработную плату определяется по формуле:

П = 263256,48 ·40/100 = 105302,59 руб

Основная заработная плата определяется по формуле:

Зо = 263256,48 + 105302,592 = 368559,07 руб

Дополнительная заработная плата по формуле:

D = 368559,072 ·15/100 = 55283,86 руб

Годовой фонд заработной платы определяется по формуле:

Фг = 368559,072 + 55283,86 = 423842,93 руб

Отчисления в фонд социальной защиты населения определяются по формуле:

Ос.с. = 423842,9328 ·36/100 = 152583,45 руб

Результаты расчетов сводим в таблицу.

Таблица 27 – Заработная плата и отчисление в фонд социальной защиты населения

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категориирабочих | Тарифныйфонд ЗП | Доплаты включаемые в часовой фонд ЗП | ОсновнаяЗП | Дополни-тельная ЗП | Годовойфонд ЗП | Отчисление в фонд соц.защитынаселения |
| % | сумма | % | сумма | % | сумма |
| ОсновныерабочиеВспомогател.рабочие | 1796107,5263256,48 | 4040 | 718443105302,5 | 2514550368559,07 | 1515 | 377182,5155283,8 | 2891733423842,9 | 3636 | 1041023,9152583,45 |

7.6 Расчет расходов, связанных с содержанием и эксплуатацией оборудования

В данном разделе рассчитываются: стоимость вспомогательных материалов, необходимых для нормальной работы оборудования. Заработная плата рабочих связанных с обслуживанием оборудования и отчисления на социальное страхование: стоимость электроэнергии, воды, сжатого воздуха и т. д.

Затраты на вспомогательные материала:

Sмот. = Sвсп. ·∑Спр (93)

где, Sвсп. – норматив вспомогательных материалов в год на один станок

Sвсп. = 50000 руб

Sмот. = 50000 · 12 = 600000 руб

Зарплата вспомогательных рабочих занятых обслуживания оборудования:

Фг = 423842,93 руб

Отчисление на социальное страхование Ос.с’ = 152583,45 руб

Расходы на силовую электроэнергию:

Wэл. = (∑Nуст.·Fэф.·Кср.·Кn/Кс·Кn.g.)·Sk (94)

где, ∑Nуст. – суммарная мощность электродвигателей оборудования участка,

Кn – коэффициент одновременности работы оборудования

Кс – коэффициент учитывающий потери в сети

Кn.g. – коэффициент полезного действия оборудования

Sk – стоимость 1 кВт энергии

∑Nуст. = 107,5 кВт

Кn = 0,75

Кс = 0,95

Кn.g. = 0,8

Sk = 129 руб

Wэл. = (107,5·3996·0,9·0,75/0,95·0,8)·129 = 49216852,3 руб

Определяем затраты на воду для производственных нужд по формуле:

Qпр.в. = Sвод ·Qвод·Куч·Z (95)

где, Sвод – цена за 1м³ воды

Qвод – годовой расход воды

Z – число смен работы оборудования

Qвод = q·Cпр (96)

где, q – годовой расход воды на единицу оборудования

q = 25 м³

Qвод = 25·12 = 300 м³

Если Sвод = 150 руб, тогда:

Qпр = 150·300·0,9·2 = 81000 руб

Определяем затраты на сжатый воздух.

Qв = Sв · Fэф. · Kср. · Qср. · q (97)

где, Sв - стоимость 1м³ сжатого воздуха

Qср. - среднее количество станков потребляющих сжатый воздух

q – расход воздуха

Sв = 100 руб

Qср. = 4 ст

q = 1

Kср. = 0,9

Qв = 100·3996·0,9·4·1 = 1438560 руб

Амортизация производственного оборудования определяется по формуле:

A = ∑Sст · Nа /100 (98)

где, ∑Sст - суммарная первоначальная стоимость оборудования

Nа - норма амортизации оборудования

∑Sст = 85876101 руб

Nа = 10,5%

Подставляем данные в формулу

А = 85876101 ·10,5/100 = 9016990,6 руб

Затраты на ремонт оборудования: 25762830,3 руб

Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования и инструмента по формуле:

Su = qu · Cпр (99)

где, qu - норматив затрат на единицу производственных станков в год.

qu = 146200 руб

Тогда, Su = 146200 · 12 = 1754400 руб

Результаты расчетов заносим в таблицу.

Таблица 28 – Затраты на обеспечение нормальной работы оборудования

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Наименование статей расходов | Сумма, руб |
| 12345678910 | Затраты на вспомогательные материалыЗарплата вспомогательных рабочихОтчисление в фонд социальной защиты населенияРасходы на силовую электроэнергиюЗатраты на воду для производственных нуждЗатраты на сжатый воздухАмортизация производственного оборудованияЗатраты на текущий ремонт оборудованияИзнос малоценного и быстроизнашивающегося инструмента и приспособленийПрочие расходы | 600000423842,93 152583,45 49216852,3 8100014385609016990,625762830,3 17544002858147,6 |
|  | Итого: | 91305207,18 |

7.7 Расчет цеховых расходов

К цеховым расходом относятся зарплата аппарата управления цехом, МОП, отчисления на текущий ремонт зданий и сооружений, инвентаря общецехового характера, затраты на рационализаторскую и изобретательскую деятельность, затраты на мероприятия по охране труда, и другие цеховые расходы связанные с управлением и обслуживанием производства.

Зарплата ИТР и МОП

Фг = 546000 руб

Отчисление на социальное страхование:

Ос.с. = 196560 руб

Амортизация зданий по формуле:

А = Ссд. · Na/100 (100)

где, Na - норма амортизации здания

Na = 1,2%

Тогда, A = 296834165 ·1,2/100 = 3562009,9 руб

Расход электроэнергии по формуле:

Qэл. = Sэл. · Fо · Рпр · qотв. · К (101)

где, К – коэффициент учитывающий дежурное освещение

qотв. - удельный расход электроэнергии на 1м³

Fо - годовое число часов на освещение участка.

К = 1,05

qотв. = 0,025 кВт/час

Fо = 2700 час

Данные подставляются в формулу:

Qэл. = 107,5 ·2700·140,51·0,025·1,05 = 1070554,47 руб

Расход пара на отопление

Qпар = Sпар·(Vзд ·H·q)/ ά -100 (102)

Sпар - стоимость 1 т пара

Н – число часов в отопительном сезоне

q – удельный расход темпа на 1м³ здания

ά – темпоотдача 1 кг пара

Sпар = 18,5 руб

Н = 4120 ч

q = 20 калл

ά = 540 калл/час

Данные подставляем в формулу:

Qпар = 18,5·((1034,45 ·4120·20)/(540-100)) = 3583899,04 руб

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды:

Qвод.х.д. = Sвод.·P·q·Фэф. (103)

где, Р – число работающих в смену на участке

q – удельный расход воды на одного работающего в смену

Р = 18 чел

q = 0,08 м³

Тогда

Qвод.х.д. = 150·0,08·18·3996 = 863136 руб

Материалы расходуемые на содержание помещения, которые составляют 1,5% от цены здания:

Sм = 296834165·1,5/100 = 4452512,4 руб

Затраты на текущий ремонт здания, которые составляют 3% от цены здания:

Sр = 296834165 ·3/100 = 8905024,8 руб

Затраты на производственный инвентарь, которые составляют 2% от стоимости оборудования:

Sинв = 85876101 ·2/100 = 1717522,02 руб

Затраты на изобретательство и рационализаторство по формуле:

Cи.р = Рпр ·Sи.р. (104)

где, Рпр - общее число рабочих

Cи.р - норматив затрат на изобретательство и рационализаторство в год на одного работающего

Рпр = 18 человек

Cи.р = 20000 руб.

Тогда, Си.р. = 18·20000 = 360000 руб

Затраты на охрану труда и технику безопасности, которые равны 2,5% от годового фонда заработной платы работающих:

Sо.т. = 3458763 · 2,5/100 = 86469,07 руб

Косвенные расходы, равные 1% от общей суммы предыдущих затрат:

Sпроч. = 2858147,6 · 1/100 = 28581,47 руб

Таблица 29 – Смета цеховых расходов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Статьи расходов | Сумма |
| 123456789101112 | Заработная плата ИТР и МОПОтчисление в фонд социальной защиты населенияАмортизация зданияРасход электроэнергии на освещениеРасход пара на отоплениеРасход воды на хозяйственно-бытовые нуждыМатериалы, расходуемые на содержание помещенияЗатраты на текущий ремонт зданияЗатраты на ремонт производственного инвентаряИзобретательство и рационализаторствоОхрана труда и техника безопасностиПрочие расходы | 5460001965603562009,91070554,473583899,048631364452512,48905024,81717522,0236000086469,0728581,47 |
|  | ИТОГО: | 24880869,07 |

На основе выполненных расчетов составляем калькуляцию цеховой себестоимости

Таблица 30 – Калькуляция цеховой себестоимости

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Статьи калькуляции | Затраты |
| На однудеталь | На весьвыпуск |
| 123456 | Прямые затратыОсновные материалы за вычетом возвратных отходовОсновная заработная плата основных рабочихДополнительная заработная платаОтчисление в фонд социальной защиты населенияКосвенные расходыРасходы на содержание и эксплуатацию оборудованияЦеховые расходы | 2977,981,912,28231,38,156,355529,08 | 13400575368559,0755283,861041023,9 36681,4728581,4724880869,07  |
|  | ИТОГО: | 8847,016 | 39811573,84 |

7.8 Рентабельность инвестиций

Рентабельность инвестиций определяется по формуле:

Rи = Пи/К (105)

где, Пи - прибыль получения от реализации продукции. К - величина инвестиций.

Пи = Пр·Nг (106)

где, Пр - прибыль с учётом налогов.

Пр = П·0,3 (107)

где, П - прибыль без учёта налогов. П = 3217,3 руб.

Пр = 3217,3·0,3 = 965,19 руб

Подставляем данные в формулу:

Пи = 965,19 ·5000 = 4343355 руб К = 24266489 руб

Подставляем данные в формулу:

Rи = 4343355/24266489 = 0,17

Определяем срок окупаемости инвестиций по формуле:

Ти = К/Эг (108)

где, Эг - годовой экономический эффект от использованных инвестиций

Эг = (С1-С2)·Nг (109)

где, С1 - себестоимость детали по заводскому варианту.

С2 - себестоимость детали по новому варианту технологического процесса. С1 = 35852,3 руб С2 = 40903,84 руб

Подставляем данные в формулу:

Эг = (40903,84 - 35852,3)·4500 = 22731930 руб

Тогда срок окупаемости высчитываем по формуле:

Ти = 24266489/22731930 = 1,06 лет

Литература

1. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений: Справ. – Мн.: Беларусь, 1991.-400 с.: ил.

2. Афонькин М.Г., Магницкая М.В. Производство заготовок в машиностроении. - Л.: Машиностроение, 1987. – 256 с.: ил.

3. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.

4. Безопасность производственных процессов: Справ./под ред. С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.

5. Боголюбов С.К. Черчение: Учеб. для средних спец. учеб. заведений. – М.: Машиностроение, 1989. – 336 с.: ил.

6. Власов А.Ф. Безопасность труда при обработке металлов резанием. – М.: Машиностроение, 1984. – 88 с.: ил.

7. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. шк., 1983. – 256с.: ил.

8. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений: Учеб. пособие для студентов вузов машиностроительных спец. – Мн.: Выш.шк., 1986. – 238 с.: ил.

9. ГОСТ 977-75. Химический состав и механические свойства стали.

10. ГОСТ 1412-79. Отливки из серого чугуна с пластинчатым графитом.

11. ГОСТ 3212-80. Формовочные уклоны.

12.ГОСТ 2789-73. ЕСКД. Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения.

13. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

14.ГОСТ 8479-70. Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Общие технические условия.

15. ГОСТ 21495-76. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения.

16. ГОСТ 22129-76. Приспособления универсальные наладочные и специализированные наладочные. Общие технические условия.

17. ГОСТ 23505-79. Обработка образивная. Термины и определения.

18. ГОСТ 25761-83. Виды обработки резанием. Термины и определения общих понятий.

19. ГОСТ 25762-83. Обработка резанием. Термины, определения и обозначения общих понятий.

20. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.

21. ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

22. ГОСТ 2.106-96. ЕСКД. Текстовые документы.

23. ГОСТ 2.428-84. ЕСКД. Правила выполнения темплетов.

24. ГОСТ 3.1125-88. ЕСТД. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок.

25. ГОСТ 3.1105-84. ЕСКД. Формы и правила оформления документов общего назначения.

26. ГОСТ 3.1107-81. ЕСТД. Опоры, зажимы и утановочные устройства. Графические обозначения.

27. ГОСТ 3.1118-82. ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт.

28. ГОСТ 3.1120-83. ЕСТД. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации.

29. ГОСТ 3.1121-84. ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов на типовые и групповые технологические процессы (операции).

30. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

31. ГОСТ 12.0.004-90. ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения.

32. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

33. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

34.ГОСТ 12.1.013-80. ССБТ. Классификация помещений по электробезопасности.

35. ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования.

36. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопастность. Защитное заземление. Зануление.

37. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

38. ГОСТ 12.2.009-80. ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.

39. ГОСТ 3.1126-88. ЕСТД. Правила выполнения графических документов на поковки.

40. ГОСТ 3.1404-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

41. ГОСТ 3.1702-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

42. ГОСТ 7.32-91. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

43. ГОСТ 12.2.029-88. ССБТ. Приспособления станочные. Общие требования безопасности.

44. ГОСТ 14.004-83. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий.

45. ГОСТ 14.205-83. Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.

46. Допуски и посадки: Справочник в 2-х ч./Под ред. В.Д. Мягкова. – Л.: Машиностроение, 1978.

47. Драгун А.П. Режущий инструмент. – Л.: Лениздат, 1986. – 271 с.

48. Инструмент для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС/ И. Л. Фадюшин, Я.А. Музыкант, А.И. Мещеряков и др. – М.: Машиностроение, 1990- 272с.: ил.

49. Каштальян И.А., Клезович В.И. Обработка на станках с числовым программным управлением: Справ. пособие. – МН.: Выш.шк., 1989, - 271с.: ил.

50. Козловский Н.С., Виноградов А.Н. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения: Учеб. для учащихся техникумов. – М.: Машиностроение, 1982- 284 с.: ил.

51 Козьяков А.Ф., Морозова Л.Л. Охрана труда в машиностроении: Учеб. для учащихся средних спец. учеб. заведений. – М.: Машиностроение, 1990. – 256 с.: ил.

52. Медовой И.А., Уманский Я.Г., Журавлев Н.М. Исполнительные размеры калибров: Справ. В 2-х кн. – М.: Машиностроение, 1980.

53. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах. – М.: Высш. шк.., 1986. – 239 с.: ил.

54. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: Машиностроение, 1977. – 288 с.: ил.

55. Обработка металлов резанием: Справ. технолога / А.А. Папов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Папова. – М.: Машиностроение, 1988 – 736 с.: ил.

56. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживании рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках: среднесерийное и крупносерийное производство. – М.: НИИтруда, 1984. – 469 с.

57. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Ч. 1. Нормативы времени. – М.: Экономика, 1990. – 206 с.: ил.

58. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Ч. 2. Нормативы режимов резания. – М.: Экономика, 1990. с.: ил.

59. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч. 1. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с.

60. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч. 2. – М,: Машиностроение, 1974. – 200 с.

61. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справ. В 2-х т. / А.Д. Локтев, И.Ф. Гущин, В.А. Батуев и др. – М.: Машиностроение, 1991.

62. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цеха. ОНТП-14-86. – М.: ВНИИТЭМР, 1987. – 97 с.

63. Охрана труда в машиностроении: Сб. нормативно-технических документов. В 2-х т./ Сост. А.И. Шуминов, В.Я. Мерзляков, В.В. Аммосов. – М.: Машиностроение, 1990.

64. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении: Учеб. пособие / В.В. Бабук, В.А. Шкред, Г.П. Кривко, А.И. Медведев; Под. ред. В.В. Бабука. – Мн.: Выш. шк., 1987. – 255 с. ил.

65. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: Учеб. пособие для вузов по спец. «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 288 с.: ил.

66. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, 1987.

67. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.

68. Ящерицын П.И., Еременко М.Л., Жигалко Н.И. Основы резания материалов и режущий инструмент. – Мн.: Выш. шк., 1975. – 528 с.: ил.