Министерство образования Российской Федерации

Министерство Российской Федерации по атомной энергии

**Технологический институт**

**(**филиал**)**

**Московского инженерно-физического института**

**(технического университета)**

(г. Лесной Свердловской области)

СОГЛАСОВАНО: УТВЕРЖДАЮ:

# **Заведующий кафедрой Руковод. курсового проекта**

# Технология машиностроения Старший преподаватель

**Процесс технологический обработки детали типа червяк**

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

###

**Курсового проекта по дисциплине**

**Технология машиностроения**

МИФИ КП0312.00.000

Студент

Группа

## г. Лесной

## 2008

**Аннотация**

В данном проекте рассмотрен один из возможных технологических процессов обработки детали типа червяк.

При его разработке были учтены: тип производства, свойства и особенности обрабатываемого материала, точность размеров, чистота поверхности, действующие стандарты и нормативы.

Проект состоит из пояснительной записки, альбома технологиче­ских карт и чертежей.

Для выполнения графической части курсового проекта использова­лась система КОМПАС–3D V9.

В расчетах использована прикладная программа пакета Mathcad Professional.

При оформлении пояснительной записки - программа Microsoft Word.

Графическая часть проекта содержит: чертеж детали, заготовки, размер­ного анализа, чертежи технологического процесса обработки с указанием технологических размеров и режущего инструмента, чертёж размерного ана­лиза.

В данной работе были развиты навыки к самостоятельному реше­нию инженерных задач в области проектирования технологических процессов, в выборе оборудования и режущего инструмента для полу­чения годной детали механической обработкой.

При оформлении графической части проекта и альбома технологи­ческих карт учитывались требования ЕСКД и ЕСТПП.

**Содержание**

Введение

1. Анализ технологичности детали

2. Выбор метода получения заготовки

3. Расчет припусков и допусков на заготовку по ГОСТ 7505-89

4. Расчет припусков на диаметральные размеры расчетно-аналитическим методом

5. Выбор технологического процесса изготовления детали

6. Выбор технологических баз

7. Выбор и характеристика оборудования, режущего инструмента

8. Расчет припусков на линейные размеры размерным анализом

9. Выбор СОЖ

10. Нормирование режимов резания и времени обработки

Заключение

Список литературы

**Введение**

Курсовой проект по технологии машиностроения является самостоятель­ной работой в области основной специальности и наиболее полно отражает знания, полученные при изучении режущего инструмента, технологии маши­ностроения, металлорежущих станков и станочных приспособлений.

Основная цель курсового проекта:

- развить навыки к решению инженерных задач в области проектирования технологических процессов механической обработки деталей машин;

- освоить методику проектирования технологических процессов по всем её этапам с анализа задания до технико-экономического обоснования;

- закрепить методику расчёта и конструирования заготовок;

- закрепить методику построения размерных схем и расчёта технологиче­ских размеров;

- развить навыки правильного выбора и использования оборудования с установлением рациональных режимов резания и технологически обосно­ванных норм времени;

- освоить методику составления маршрутных и операционных карт.

**1. Анализ технологичности детали.**

Разработка ТП производится для изделий, конструкции которых отрабо­таны на технологичность. Конструкция детали напрямую влияет на раз­ра­ботку тех. процесса, выбор станков, приспособлений и может быть признана технологичной, если обеспечивает простое и экономичное изготовление этого изделия. От точности размеров детали зависит выбор рабочих той или иной квалификации. В зависимости от материала выбирается способ получения заготовки, её вид, режимы обработки, инструмент.

Проанализируем чертеж конструкции исходной детали и дадим качествен­ную оценку ее технологичности.

Тип детали – ступенчатый вал - червяк с небольшими габаритами.

Материал детали Сталь 40Х обычно применяется при изготовлении чер­вяков быстроходных высоконагруженных передач. Он недорогой, ши­роко распространенный и применяемый в машиностроении; хорошо обрабатывается резанием, что способствует сокращению времени обработки.

В качестве технологических баз используют центровочные отверстия, ко­торые позволяют обработать почти все наружные поверхности вала на единых базах с установкой в центрах. Они совпадают с конструкторскими, что не повлечет за собой погрешности базирования. Но конструкторские размеры могут не совпадать с технологическими, что вызовет ужесточение допусков на некоторые размеры.

Данный червяк имеет небольшие перепады диаметров ступеней, что позво­ляет вести обработку одновременно несколькими резцами и говорит о тех­но­логичности.

Требования к шероховатости червяка средние – есть поверхности с высокими требованиями (поверхности Ø25*мм* – места под подшипники; рабочий профиль червяка), обработка кото­рых усложняет техпроцесс, увеличи­вает номенклатуру обрабатывающего ин­струмента, но есть и с достаточно низкими, обработка ко­торых не требует больших затрат времени и высокой трудо­емкости.

Наружные поверхности детали имеют открытую форму, что обеспечивает обработку на проход и свобод­ный доступ инструмента к обрабатывае­мым поверхностям. Неудобными в обработке могут оказаться выточки размером в 3*мм*, но они необходимы при шлифовании шеек вала червяка для выхода шлифовального круга. В конструкции детали нет наклонного расположения об­рабатываемых поверхностей (за исключением зубьев самого червяка), что удобно для обработки.

Все выше изложенное позволяет сделать вывод, что представленная деталь является среднетехнологичной.

**2. Выбор метода получения заготовки**

Материал детали – Сталь 40Х. В условиях крупносерийного производства предпочтительным способом получения заготовок для детали типа “червяк” является штамповка. Горячая штамповка имеет существенные пре­имущества перед ковкой и литьем:

1. более высокая производительность по сравнению с ковкой;
2. получение без напусков поковок более сложной конфигурации, чем при ковке;
3. экономия металла;
4. штампованные поковки имеют значительно меньшие допуски, чем при ковке;

Горячая штамповка в закрытых штампах является более точной, чем в от­крытых.

В закрытых штампах в основном штампуют на горизонтально ковочных машинах и на кривошипных горячештамповочных прессах.

ГКМ предназначена для штамповки из пруткового материала высадкой и прошивкой поковок, форма которых близка форме тел вращения.

Преимущества штамповки на ГКМ:

1. легкость штамповки таких деталей, которые на другом оборудовании ра­ционально изготовить нельзя.
2. экономия металла за счет штамповки преимущественно в закрытых штампах и отсутствия в отдельных случаях штамповочных уклонов;
3. получение поковок высокого качества; возможность применения вста­вок для ручьев, в результате чего экономится штамповая сталь;
4. безударная, спокойная, безопасная работа;
5. легкость автоматизации (автоматические ГКМ с горизонтальным разъе­мом матриц).

Недостатки штамповки на ГКМ:

1. меньшая универсальность по сравнению с молотами и прессами; резко ограниченная номенклатура поковок; относительно небольшие размеры и масса поковок (до 150кг );
2. необходимость применения в качестве исходного материала проката по­вышенной точности;
3. низкая стойкость штампов – в закрытых возникают прегрузки в по­лости ручья;
4. необходимость очистки нагретого прутка от окалины, так как деформи­рование происходит за 1 ход и вся окалина может быть заштампована в его поверхность;
5. высокая стоимость (примерно в 1,5 раза выше стоимости КГШП той же мощности).

КГШП предназначены для относительно точной штамповки различных поковок. Отличаются быстроходностью (50-60 ход/мин), что позволяет сократить время деформации заготовки, снизить разогрев штампов и увеличить их стойкость. При штамповке на прессе металл течёт одинаково в верхний и нижний штампы, вследствие того что верхние и нижние контактные поверх­ности заготовки охлаждаются приблизительно одинаково. Конструкция пресса обеспечивает высокую точность размеров, вследствие точного совпадения частей штампа благодаря надёжному закреплению ползуна в направ­ляющих станины и наличию направляющих колонок и втулок в штампе.

Преимущества штамповки на КГШП:

1. Наличие выталкивателей в ползуне и столе пресса позволяет уменьшить штамповочные уклоны до 1-30, а в некоторых случаях отказаться от них, что уменьшает напуски на уклоны;
2. Постоянство хода пресса обеспечивает одинаковую степень обжатия за­готовок;
3. Высокая стойкость штампов объясняется очень незначительным време­нем пребывания горячего металла в ручье штампа, безударным характером деформации, применение выталкивателей, исключающих застревание поко­вок.

Если сравнивать штамповку на ГКМ и КГШП, то получим следующие ре­зультаты:

1. Направляющие обоих ползунов ГКМ конструктивно выполнены также, как и у КГШП, и являются столь же надежными.
2. Но открытая свеху станина не обеспечивает машине такой жесткости, ка­кую имеют вертикальные КГШП. Поэтому поковки, изготовляемые на ГКМ, по величине припусков и допусков ближе к молотовым поковкам.
3. Число ходов в минуту у ГКМ на 40-50% меньше, чем у КГШП. Но вспо­могательное время, затрачиваемое на ручные приемы, при штамповке на ГКМ меньше, соответственно, ГКМ не является менее производительной.

Таким образом, проанализировав все плюсы и минусы штамповки в закрытых штампах на ГКМ и КГШП делаем свой выбор в пользу КГШП.

Там, где разница между диаметрами заготовки мала ( до 5 мм ) делаем заготовку бесступенчатой, чтобы не усложнять штампы. Там же, где перепад значительный ( более 5 мм ) мы вынуждены применить ступень, так как производство детали крупносерийное и мы можем себе позволить усложнить штамп в целях экономии металла и уменьшения объёма механической обработки.

**3. Расчет припусков и допусков на заготовку по ГОСТ 7505-89**

Штамповочное оборудование – горячештамповочный пресс.

*6.1 Расчетная масса детали:*

*p*=7800 *кг/м3*

*6.2 Класс точности поковки:*

Т3

*6.3 Группа стали:*

М2

*6.4 Степень сложности:*

С1

*6.5 Исходный индекс:* 9

6.6 Диаметральные размеры:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размер | Шероховатость |  |  | Z | T | Размер заготовки |
|  | Rz 40 | 1.4 | 0.5 | 1.9 | +0.8-0.4 |  |
|  | Ra 1.25 | 1.6 | 0.5 | 2.1 | +0.9-0.5 |  |
|  | Ra 1.25 | 1.4 | 0.5 | 1.9 | +0.8-0.4 |  |

6.7 Линейные размеры:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размер | Шероховатость |  |  | Z | T | Размер заготовки |
|  | Rz 40 | 1.4 | 0.5 | 1.9 | +0.9-0.5 |  |
|  | Rz 40 | 1.4 | 0.5 | 1.9 | +0.9-0.5 |  |
| 132 | Rz 40 | 1.5 | 0.5 | 2.0 | +1.1-0.5 |  |
|  | Rz 40 | 1.7 | 0.5 | 2.2 | +1.4-0.8 |  |

**4. Расчёт припусков на заготовку расчетно-аналитическим**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Технологические операции и переходы | Элементы припуска, мкм | Расчетный | Допуск,мкм | Предельные размеры | Предельные значения припусков |
| Rz i-1 | Hi-1 |  |  | Припуск Zmin | Размер | max | min | max | min |
| 285-0.34Rz 40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Заготовительная |  |  |  |  |  | 285.359 | 2200 | 287.6 | 285.4 |  |  |
| Предварительное торцевое фрезерование | 160 | 200 | 339 | - | 699 | 284.66 | 340 | 285 | 284.66 | 2.6 | 0.74 |
| Rz 40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Заготовительная |  |  |  |  |  | 286.099 | 2200 | 288.3 | 286.1 |  |  |
| Предварительное торцевое фрезерование | 160 | 200 | 339 | - | 699 | 285.4 | 2200 | 287.6 | 285.4 | 0.7 | 0.7 |

**методом**

*7.1 Расчет линейного размера*

Схема получения размеров заготовки:

$$287\_{-0.9}^{+1.3}$$

$$286\_{-0.6}^{+1.6}$$

285-0,34

*7.2 Расчет диаметрального размера*



|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Технологические операции и переходы | Элементы припуска, мкм | Расчетный | Допуск,мкм | Предельные размеры | Предельные значения припусков |
| Rz i-1 | Hi-1 |  |  | Припуск Zmin | Размер | max | min | max | min |
| Ra 1.25 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Заготовительная |  |  |  |  |  | 29.092 | 1200 | 30.3 | 29.1 |  |  |
| Черновоеточение | 160 | 200 | 755 | - |  | 26.862 | 280 | 27.142 | 26.862 | 3.158 | 2.238 |
| Чистовоеточение | 50 | 50 | 453 | - |  | 25.756 | 045 | 25.801 | 25.756 | 1.341 | 1.106 |
| Термообработка | - | - | - | - |  |  |  |  |  |  |  |
| Шлифование | 25 | 50 | 302 | - |  | 25.002 | 015 | 25.017 | 25.002 | 0.784 | 0.754 |

**5. Выбор технологического процесса изготовления детали**

Для данной детали в условиях крупносерийного производства составим два варианта обработки детали.

Вариант 1:

Оп.00 Заготовительная

Оп.05 Фрезерно-центровальная

Оп.10 Токарно-копировальная черновая

Оп.15 Токарно-копировальная черновая

Оп.20 Термообработка

Оп.25 Центрошлифовальная

Оп.30 Токарно-копировальная чистовая

Оп.35 Токарно-копировальная чистовая

Оп.40 Зубонарезная (нарезание дисковой модульной фрезой)

Оп.45 Шпоночно-фрезерная

Оп.50 Круглошлифовальная

Оп.55 Круглошлифовальная

Оп.60 Зубошлифовальная (двустороннее модульным дисковым кругом)

Вариант 2:

Оп.00 Заготовительная

Оп.05 Фрезерно-центровальная

Оп.10 Токарная черновая

Оп.15 Токарная чистовая

Оп.20 Токарная черновая

Оп.25 Токарная чистовая

Оп.30 Токарная канавочная

Оп.35 Зубонарезная (нарезание долбяком)

Оп.40 Термообработка

Оп.45 Центрошлифовальная

Оп.50 Шпоночно-фрезерная

Оп.55 Зубошлифовальная (двустороннее чашечными кругами)

Оп.60 Круглошлифовальная

Оп.65 Круглошлифовальная

Из двух рассмотренных технологий обработки предпочтительной является первая так как производится меньшее количество операций, требуется меньшее число переустановов, фрезерование дисковой модульной фрезой является более дешевым и распространенным методом нарезания витков червяка.

**6. Выбор технологических баз**

Одним из наиболее сложных и принципиальных разделов проектирова­ния технологических процессов механической обработки и сборки является на­значение технологических баз. От правильности решения вопроса о техно­ло­гических базах в значительной степени зависят: фактическая точность вы­полнения размеров, заданных конструктором; правильность взаимного рас­положения обрабатываемых поверхностей; точность обработки, которую должен выдерживать рабочий при выполнении запроектированной техноло­гической операции; степень сложности и конструкция необходимых приспо­соблений, режущих и измерительных инструментов; общая производитель­ность обработки детали.

Заготовка детали в процессе обработки должна занять и сохранять в тече­нии всего времени обработки определенное положение относительно деталей станка или приспособления. Для этого необходимо лишить заготовку детали шести степеней свободы.

В основе выбора технологических баз лежат следующие общие прин­ципы:

– при обработке заготовок, полученных литьем или штамповкой, необра­ботанные поверхности можно использовать в качестве баз только на первой операции;

– при обработке у заготовок всех поверхностей в качестве технологиче­ских баз для первой операции целесообразно использовать поверхности, которые будут подготавливать базы, используемые при дальнейшей обработке на большинстве операций;

–наибольшая точность обработки достига­ется при использовании на всех операциях одних и тех же баз, т. е. при со­блюдении принципа единства баз;

– желательно совмещать технологические базы с конструкторскими.

– располагать базы на поверхности желательно на большем расстоянии друг от друга.

Основными базами большинства валов являются поверхности его опор­ных шеек. Однако использовать их в качестве технологических баз для обра­ботки наружных поверхностей, как правило, затруднительно, особенно при условии сохранения принципа единства баз, что очень важно при автомати­зированном технологическом процессе. Поэтому, при большинстве операций за технологические базы принимают поверхности центровых отверстий (31, 32) и торцов заготовки (поверхности 1, 10, 30), что позволяет обрабатывать почти все наружные поверхности вала на единых базах с установкой его в центрах, за исключением операций: фре­зерно – центровальная, центрошлифовальная. При выполнении данных операций в качестве баз используются чаще наружные цилиндрические поверхности (поверхности 15, 24).

**7. Выбор и характеристики оборудования, режущего инструмента**

**Оп.05 Фрезерно – центровальная**

Данная операция имеет большое значение, т.к. на ней мы подготавливаем базы для последующей обработки детали. В соответствии с условиями (крупно-серийное производство) имеет смысл выбрать специальное оборудование, предназначенное конкретно для выполнения подобных операций. Исходя из данных предпосылок выбираем двусторонний фрезерно-центровальный полуавтомат последователь­ного действия МР-71М.

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Диаметр обрабатываемой заготовки, мм | 20-125 |
| Длина обрабатываемой заготовки, мм  | 200-500 |
| Число скоростей шпинделя | 8 |
| Пределы чисел оборотов шпинделя фрезы в минуту | 125-712 |
| Наибольший ход головки фрезы, мм | 225 |
| Диаметр применяемой фрезы, мм | 90-160 |
| Пределы рабочих подач, мм/мин | 20-800 |
| Число скоростей сверлильного шпинделя | 6 |
| Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту | 125-1125 |
| Ход сверлильной головки, мм | 60 |
| Пределы рабочих подач, мм/мин | 20-300 |
| Продолжительность холостых ходов, мин | 0,3 |
| Мощность электродвигателя, кВт: фрезерных головок сверлильных головок | 7 или 101,7 или 2,8 |
| Габариты станка, мм | 2640x1615x1680 |
| Категория ремонтной сложности | 6 |

Режущий инструмент:

-торцовая насадная фреза 2214-0153 со вставными ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава Т15К6 по ГОСТ 24359-80 (2 штуки), технические требования по ГОСТ 24360-80;

-центровочные комбинированные сверла типа В4 2317-0122 по ГОСТ 14952-75 с цилиндрическим хвостовиком.

**Оп.10;15 Токарно- копировальная черновая**

**Оп.30;35 Токарно- копировальная чистовая**

В крупносерийном производстве для обработки ступенчатых валов широкое распространение получили многорезцовые и токарно-копировальные станки, которые на 50-100% производительнее универсальных токарных. Поскольку снимаемый припуск на ступенях различный, для увеличения производительности необходимо менять подачу и число оборотов шпинделя во время обработки не останавливая процесс. Исходя из этого выбираем полуавтомат токарный многорезцово- копировальный специальный модели НТ 502М

Предназначен для высокопроизводительной черновой и чистовой токарной обработки однорезцово- копировальным или многорезцово- копировальным способом валов, колец подшипников, фланцев и прочих деталей в центрах, патроне или на оправке в условиях серийного и массового производства.

|  |  |
| --- | --- |
| При работе станка обработка может производиться одновременно двумя суппортами или в любой последовательности со сменой частот вращения шпинделя и подач суппортов в любом кадре программы. Параметр |  Значение |
| Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм | 250 |
| Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм  | 710 |
| Расстояние от низа основания станка до оси центров, мм | 1060 |
| Пределы частоты вращения шпинделя, мин-1 | 40-1600 |
| Количество сменных копиров | 2 |
| Пределы подач продольного суппорта, мм/мин | 3.5-2600 |
| Наибольшая длина обработки 1 резцом с продольного суппорта,мм | 550 |
| Скорость быстрого перемещения продольного суппорта | 3000 |
| Наибольший крутящий момент на шпинделе, Н/м | 650 |
| Пределы подач поперечного суппорта, мм/мин | 3.5-1500 |
| Наибольшее рабочее перемещение поперечного суппорта,мм | 140 |
| Скорость быстрого перемещения поперечного суппорта | 1500 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 7.5 |
| Габариты станка, мм | 3000x1700x2120 |
| Масса станка, кг | 4200 |

Режущий инструмент:

-резец токарный проходной упорный отогнутый 2101-0004 с углом в плане 900 с пластинами из твердого сплава Т5К10 по ГОСТ 18879-73.

-резец токарный проходной отогнутый 2100-0025 с пластинами из твердого сплава Т5К6 по ГОСТ 18878-73;

-резец канавочный 2142-0585 Т15К6 по ГОСТ 9795-84.

**Оп.25 Центрошлифовальная**

На данной операции исправляется возможный увод баз после термообработки, поскольку производство крупносерийное выбираем оборудование, не требующее высокой квалификации станочника, т.е. специальное, не универсальное:

Станок центрошлифовальный 3922.

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Размеры обрабатываемой заготовки, ммдиаметр  длина  | 5-200 50-1000 |
| Диаметр центрового отверстия, мм |  2.5-20 |
| Диаметр шлифовальной головки, мм |  10,20,32 |
| Наибольший вес обрабатываемой детали, кг |  40 |
| Число оборотов шлифовальной головки в минуту | 770,1560,3000,6050  |
| Мощность электродвигателя, кВт |  0.6  |
| Габариты станка, мм |  628х596х1980 |
|  |  |

Режущий инструмент:

- головка шлифовальная коническая EW 20х25 24А 25-Н СТ 1 6 К А 30м/с ГОСТ 2447-82.

**Оп.40 Зубофрезерная**

Винтовая поверхность цилиндрических червяков может быть нарезана с помощью дисковых фрез на универсально-фрезерных или резьбофрезерных станках. Поскольку обработка на универсально- фрезерном станке требует более долгой наладки станка, более квалифицированного станочника выбираем более специализированное оборудование: станок резьбофрезерный 5Б64.

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм  | 500 |
| Наибольший модуль, мм | 8 |
| Диаметр стола,мм  | 320 |
| Наибольший угол наклона линии витка червяка, град | 30 |
| Наибольший диаметр червячной фрезы, мм  | 180 |
| Конус Морзе шпинделя фрезы | №4 |
| Число скоростей шпинделя фрезы | 8 |
| Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту | 50-310 |
| Наибольшее осевое перемещение фрезы, мм | 80 |
| Подача заготовки, мм/об: вертикальная или продольная радиальная | 0,8;0,83;1,33;1,67;5,00,14-0,84 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 7,5 |
| Габариты станка, мм | 2500х1440х2000 |
| Категория ремонтной сложности | 11 |

Режущий инструмент:

-фреза дисковая модульная по ГОСТ 10996-78.

**Оп.45 Шпоночно – фрезерная**

Шпоночные канавки обрабатывают либо на обычных фрезерных станках, либо на специальных, работающих по маятниковому методу. В последнем случае шпоночные канавки получаются боле высокого качества, в связи с чем выбираем станок шпоночно-фрезерный 692А.

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Ширина фрезеруемого паза, мм  | 3-20  |
| Наибольшая длина фрезеруемого паза, мм | 300 |
| Размер стола, мм  | 900-250 |
| Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту | 385-3600 |
| Число шпинделей | 1 |
| Расположение шпинделей | вертикальное |
| Мощность электродвигателя, кВт | 1,7  |
| Габариты станка, мм | 400х900 |
| Категория ремонтной сложности | 8 |

Режущий инструмент:

-фреза шпоночная из БРС с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 9140-78 2234-0355.

**Оп.50;55 Круглошлифовальная**

Станок круглошлифовальный 3М153А.

|  |  |
| --- | --- |
|  Параметр |  Значение |
| Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, мм диаметр  длина  | 140500 |
| Конус Морзе передней бабки, мм | №3 |
| Наибольший диаметр шлифовального круга, мм | 400 |
| Пределы чисел оборотов шпинделя в минуту | 80-800 |
| Число оборотов шпинделя шлифовальной бабки в минуту | 2500 |
| Скорость перемещения стола (регулирование бесступенчатое), мм/мин  | 200-6000 |
| Угол поворота стола, град | 6 |
| Наибольшее поперечное перемещение шлифовальной бабки, мм | 215 |
| Поперечная подача шлифовальной бабки на один ход стола, мм | 0,025-0,0025 |
| Число скоростей поводкового патрона | 6 |
| Пределы чисел оборотов поводкового патрона в минуту  | 150-800 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 5,5 |
| Габариты станка, мм | 2000х1365 |
| Категория ремонтной сложности | 8 |

**Режущий инструмент:**

- круг шлифовальный Э5 40 С2.

**Оп.60 Червячно – шлифовальная**

Станок полуавтомат червячно – шлифовальный 5К881. Предназначен для шлифования витков червяка степени точности 5 – для однозаходных червяков и степени точности 6 – для многозаходных.

|  |  |
| --- | --- |
|  Параметр |  Значение |
| Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, мм диаметр  длина |   125 360 |
| Модуль шлифуемых червяков  |  1-6 |
| Число заходов шлифуемых червяков  |  1-6 |
| Наибольший ход винтовой линии шлифуемых червяков  |   113 |
| Наибольший угол подъема винтовой линии червяка, град |   35 |
| Наибольший диаметр шлифовального круга, мм |  400 |
| Ширина однониточного шлифовального круга, мм |  10; 16; 20 |
| Частота вращения шлифовального круга, об/мин |  1657; 2340 |
| Частота вращения шпинделя заготовки, об/мин: рабочая ускоренная |   0,3-45 82 |
| Мощность электродвигателя, кВт:  |  3 |
| Габариты станка, мм |  3690x3900x1710 |

Режущий инструмент:

-шлифовальный круг Э912С1К5.

**8. Расчет припусков на линейные размеры размерным анализом**

Для определения оптимального соотношения размеров одной или не­скольких деталей, входящих в сборочный узел, проводят размерный анализ, предварительно построив размерные цепи.

Существует несколько методов решения задач размерного анализа в усло­виях полной и неполной взаимозаменяемости. В приведенных ниже расчетах использован такой распространенный метод, как расчет на максимум - ми­нимум ( он обеспечивает полную взаимозаменяемость ). Для того, чтобы по­грешность узла была минимальной, при проектировании и изготовлении де­талей надо стремиться к минимальному числу звеньев, т. е. соблюдать *прин­цип кратчайшей цепи.*

Данный метод решения достаточно трудоемок, но точен при нахождении неиз­вестных звеньев цепей.

При нахождении припусков из операционных цепочек используются сразу два метода решения поставленной задачи: расчетно-аналитический и расчет на максимум – минимум, что дает более точные результаты, чем при использовании лишь одного метода – расчетно-аналитического.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Конструкторский размер | Размерная цепь | Допускразмера | Очередность расчета |
|  К1=10,2 | К1=В–В | 0,4 | 2 |
| К2=3+0,4 |  К2=В | 0,4 | – |
| К3=20+0,52 |  К3=В | 0,52 | – |
|  К4=3+0,25 |  К4=В | 0,25 | – |
| К5=30+0,52 |  К5= В–В | 0,52 | 3 |
| К6=3+0,25 | К6= В | 0,25 | – |
| К7=75+0,14 | К7= В–В | 0,14 | 4 |
| К8=3+0,25 | К8= В | 0,25 | – |
| К9=115+0,87 | К9= В–В | 0,87 | 5 |
|  К10=20,2 | К10= В–В | 0,4 | 7 |
| К11=140+1 | К11= В–В | 0,4 | 6 |
|  К12=20,2 |  К12= В–В | 0,4 | 8 |
|  К13=207-0,6 |  К13=В | 0,2 | – |
|  К14=3+0,25 |  К14=В | 0,25 | – |
|  К15=10,2 | К15= В–В | 0,4 | 1 |
|  К16=53+1,9 | К16= В–В | 1,9 | 9 |
|  К17=285-0,34 | К17= В | 0,1 | – |

Z051=З2–В21

Z0530=З– В22– З2+В21

Z1010= В22–В21– В19

Z1016=В22–В17–З3–В21

Z1523= З4+В21–В15

**Расчет цепей:**

1) К15=В22–В6

К15ном=В22ном–В6ном

1=285– В6ном

В6ном=284

К15max=В22max–В6min

1,2=285–В6min

В6min=283,8

К15min =В22min –В6max

0,8=284,9–В6max

В6max=284,1

В6=

2) К1=В22–В14

К1ном=В22ном–В14ном

1=285– В14ном

В14ном=284

К1max=В22max–В14min

1,2=285–В14min

В14min=283,8

К1min =В22min –В14max

0,8=284,9–В14max

В14max=284,1

В14=

3) К5= В22–В20

К5ном=В22ном–В20ном

30=285– В20ном

В20ном=255

К5max=В22max–В20min

30,52=285–В20min

В20min=254,48

К5min =В22min –В20max

30=284,9–В20max

В20max=254,9

В20=

4) К7ном=В22ном–В19ном

75=285– В19ном

В19ном=210

К7max=В22max–В19min

75,14=285–В19min

В19min=209,86

К7min =В22min –В19max

75=284,9–В19max

В19max=209,9

В19=

5) К9= В22–В8

К9ном=В22ном–В8ном

115=285– В8ном

В8ном =170

К9max= В22max–В8min

115,87=285– В8min

В8min =169,13

К9min =В22min–В8max

115=284,9–В8max

В8max =169,9

В8=

6) К11= В22–В17

К11ном=В22ном–В17ном

140=285– В17ном

В17ном=145

К11max=В22max–В17min

141=285–В17min

В17min =144

К11min =В22min–В17max

140= 284,9–В17max

В17max=144,9

В17=

На технологический размер В17 ужесточаем допуск, т.к. он участвует еще в одной размерной цепи К10= В17–В7, где допуск на размер К10=0,4.

В17=

7) К10= В–В

К10ном=В17ном–В7ном

2=145– В7ном

В7ном=143

К10max=В17max–В7min

2,2=144,9–В7min

В7min =142,7

К10min =В17min–В7max

1,8= 144,6–В7max

В7max=142,8

В7=

8) К12= В–В

К12ном=В15ном–В3ном

2=207– В3ном

В3ном=205

К12max=В15max–В3min

2,2=207–В3min

В3min =204,8

К12min =В15min–В3max

1,8= 206,8–В3max

В3max=205

В3=

9) К16= В–В

К16ном=В22ном–В4ном

53=285– В4ном

В4ном=232

К16max=В22max–В4min

54,9=285–В4min

В4min =230,1

К16min =В22min–В4max

53=284,9–В4max

В4max=231,9

В4=

10) Z1010= В22–В21– В19

В уравнении неизвестны Z1010 и В21. Определим минимальное значение припуска как

Z1010=Rzi-1+h

,где Rzi-1 – шероховатость на предшествующем переходе; Rzi-1=160 *мкм*

h – глубина дефектного слоя; h=200 *мкм.*

Z1010min=160+200=360 *мкм*

Z1010min= В22min – В21max – В19max

0,36=284,9– В21max – 209,9

В21max =74,64

Допуск на В21 берем 0,62



Z1010ном= В22ном–В21ном–В19ном

Z1010ном= 285–74,2–210

Z1010ном=0,8

Z1010max= В22max–В21min –В19min

Z1010max=285–74,02–209,86

Z1010max=1,12

Z1010**=**

11) Z051=З2–В21

Определим минимальное значение припуска как

Z051=Rzi-1+h

,где Rzi-1 – шероховатость на предшествующем переходе; Rzi-1=160 *мкм*

h – глубина дефектного слоя; h=200 *мкм* .

Z051min=160+200=360 *мкм*

Z051min= З2min –В21max

0,36= З2min–74,64

З2min=75

Допуск на З2 по ГОСТ берем 1,4



Z051ном= З2ном –В21ном

Z051ном=75,5–74,2

Z051ном=1,3

Z051max= З2max –В21min

Z051max=76,4–74,02

Z051max=2,38

Z051**=**

12) Z0530=З– В22– З2+ В21

Z0530= Z051**=**

Z0530min=160+200=360 *мкм*

Z0530min=Зmin– В22max– З2max+ В21min

Зmin=287.74

Допуск на З по ГОСТ берем 2.2

Z0530ном=З ном – В22 ном – З2 ном + В21 ном

Z0530ном=288–285–75.5+74.2

Z0530 ном =1.7

Z0530max= Зmax–В22min– З2min+ В21max

Z0530max=289.94–284,9–75+74.64

Z0530max=4.68

Z0530**=**

13) Z1523= З4+В21–В15

Определим минимальное значение припуска как

Z1523=Rzi-1+h

,где Rzi-1 – шероховатость на предшествующем переходе; Rzi-1=160 *мкм*

h – глубина дефектного слоя; h=200 *мкм.*

Z1523min=160+200=360 *мкм*

Z1523min=З4min+В21min–В15max

0,36=З4min+74,02–207

З4min=133,34

Допуск на З4 берем 2.0

Z1523ном=З4ном+В21ном–В15ном

Z1523ном=134+74,2–207

Z1523ном=1,2

Z1523max=З4max+ В21max–В15min

Z1523max=135,34+74,64–206,8

Z1523max=3,18

Z1523**=**

14) Z1016=В22–З3–В21–В17

Определим минимальное значение припуска как

Z1016=Rzi-1+h

,где Rzi-1 – шероховатость на предшествующем переходе; Rzi-1=160 *мкм*

h – глубина дефектного слоя; h=200 *мкм.*

Z1016min=160+200=360 *мкм*

Z1016min=В22min–В21max–З3max–В17max В17=

0,36= 284,9–74,64–З3max–144,9

З3max=65

Допуск на З3 берем 1.9

Z1016ном=В22ном–В21ном–З3ном–В17ном

Z1016ном=285–74,2–64–145

Z1016ном=1,8

Z1016max=В22max–В21min–З3min–В17min

Z1016max=285–74,02–63,1–144,6

Z1016max=3,28

Z1016**=**

**9. Выбор СОЖ**

Применение СОЖ при обработке стали 40Х резанием.

|  |  |
| --- | --- |
| Технологическая операция | Обозначение материала |
| Фрезерование и центрование | МР-1у ТУ 381017317-80 |
| Точение | ОСМ-5 ТУ38УССР2-01-249-76 |
| Зубообработка | ОСМ-5 ТУ38УССР2-01-249-76 |
| Шлифование | ОСМ-5 ТУ38УССР2-01-249-76 |

МР-1у ТУ 381017317-80:

Используют на станках-автоматах при точении, сверлении, фрезеро­вании, резьбо- и зубонарезании, протягивании углеродистых легирован­ных и жаропрочных сталей.

ОСМ-5 ТУ38УССР2-01-249-76:

Применяют при зубообработке, сверлении, резьбонарезании, точении, развер­тывании и шлифовании углеродистых и легированных сталей.



















































**Сводная таблица нормирования времени обработки**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Операция** | **Тосн** | **Твсп** | **Тп.з.** | **Тшт** |
| 05 | Фрезерно-центровальная:1.Фрезерование.2.Центрирование. | 0,0140,044 | 0,37 0,17 | 17 | 0,4140,226 |
| 10 | Токарно-копировальная черновая | 0,283 | 0,57 | 10 | 0,904 |
| 15 | Токарно-копировальная черновая | 0,425 | 0,57 | 10 | 1,055 |
| 25 | Центрошлифовальная | 1,382 | 0,44 | 13 | 1,92 |
| 30 | Токарно-копировальная чистовая:1.Точение поверхностей Ø20, Ø22, Ø25, Ø28.2.Точение канавок и фасок. | 0,5680,024 | 0,570,194 | 12 | 1,444 |
| 35 | Токарно-копировальная чистовая:1.Точение поверхностей Ø25, Ø28, Ø42.2.Точение канавок и фасок. | 0,9770,018 | 0,570,188 | 12 | 1,867 |
| 40 | Зубофрезерная | 0,76 | 1,49 | 21 | 2,421 |
| 45 | Шпоночно-фрезерная | 1,708 | 0,46 | 17 | 2,298 |
| 50 | Круглошлифовальная | 2,51 | 1,15 | 17 | 4,007 |
| 55 | Круглошлифовальная | 3,484 | 1,15 | 17 | 5,074 |
| 60 | Червячно-шлифовальная | 1,75 | 1,35 | 20 | 3,317 |

**Вывод по проекту**

Считаю, что поставленная задача выполнена успешно. Стремление получить оптимальный технологический процесс обработки детали типа чер­вяк в условиях крупносерийного производства в ходе курсового проектирования по технологии машиностроения достигнут. Подобрано соответствующее оборудование с установлением рациональных режимов резания и технологи­чески обосно­ванных норм времени, режущий и измерительный инструмент. Тщательным образом проработана технологическая карта. Произведен расчет припусков несколькими способами: расчетно-аналитическим методом, раз­мерным анализом, с использованием ГОСТа.

Проделанная работа позволила закрепить и применить полученные зна­ния по курсам: Технология машиностроения; Метрология, стандартизация, сертификация; Режущий инструмент.

**Список литературы**

1. Амиров И.М. Штамповка на горизонтально-ковочных машинах. – М.: Государст­венное научно-техническое издательство машиностроительной лите­ратуры, 1961 г.

2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т. – М.: Машиностроение, 1982 г.

3. Венгловская Н.А. Методическая разработка домашних заданий по дисциплине “Технология машиностроения”.– Свердловская область, г. Лесной, МИФИ-3, 1997 г.

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

5. Данилевский В.В. Технология машиностроения. – М.: Высшая школа, 1963г.

6. Зайцев С.А. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. – М.: ACADEMIA, 2002 г.

7. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. М., Машиностроение, 1976 г.

8. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Под общей ред. А.Ф.Горбацевича. – Минск: Вышэйшая школа, 1967 г.

9. Мельников Н.Ф. и др.

Технология машиностроения. – М.: Машиностроение, 1965 г.

10. Металлорежущие станки. В 2х томах.

Под ред. Н.С. Ачеркана. – М.: Машиностроение, 1965 г.

11. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем. Справочник-учебник в 3х томах. Под ред. А.С. Проникова. – М.: Машиностроение и МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1995 г.

12. Производство зубчатых колес. Справочник.

Под ред. Б.А.Тайца. – М.: Машиностроение, 1975 г.

13. Радкевич Я.М. и др. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении.– М.: Высшая школа, 2004 г.

14. Режимы резания металлов. Справочник. Под ред. Ю.В.Барановского. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. – М.: Машиностроение, 1972 г.

15. Справочник технолога-машинострои­теля. В 2-х т. Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986 г.

16.Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя в 2х томах. – М.: Машиностроение, 1961 г.

17. Суслов А.Г. Технология машиностроения. – М.: Машиностроение, 2004 г.

18. Технологичность конструкций. Под ред. Ананьева С. Л. И Купровича В. П. – М.: Машиностроение, 1969 г.

19. Технология машиностроения. Под ред. Гусева А.А. – М.: Машиностроение, 1986 г.

20. Технология металлов и других конструкционных материалов. Под ред. Н.П.Дубинина. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. – М.: Высшая школа, 1969 г.

21. Штамповка на молотах, фрикционных и гидравлических прессах. Под общей ред. П.В. Камнева, А.П. Атрошенко. – Л.: Машиностроение, 1981г.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  | ГОСТ 3.1118-82 форма 1 |  |  |  |  |  |
| Дубл. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Взам. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Подл. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 3ТМ-53.01101.08012 | Лист1 | Листов3 |
| Разраб. | Сабиров А.Р. |  |  | **МИФИ** | МИФИ КП 0312.00.000 |  | 3ТМ-53.01101.08012 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  | Червяк | **П** |  |  |
| Н.контр |  |  |  |  |
|  | Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 |  |
|  | Код | ЕВ | МД | ЕН | Н.расх. | КИМ | Код загот. | Профиль и размер | КД | МЗ |  |
|  **кг 1.5**  |  | **Штамповка****ГОСТ 7505-89** | **Вал ∅=42 мм****l=285 мм**  |  **1 2,25**  |
| А | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | Обозначение документа |
| Б | Код, наименование оборудования | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тп.з. | Тшт. |
| А |  |  |  | 00 |  Заготовительная |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Б |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А |  |  |  | 05 |  Фрезерно-центровальная  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 17 | 0.641 |
| Б |  |  |  |  | МР-71 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А |  |  |  | 10 |  Токарно-копировальная чистовая  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10 | 0,904 |
| А |  |  |  |  |  черновая |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Б |  |  |  |  | НТ 502 М |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А |  |  |  | 15 |  Токарно-копировальная |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10 | 1,055 |
| А |  |  |  |  |  черновая |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Б |  |  |  |  | НТ 502 М |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А |  |  |  | 20 |  Термическая обработка |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Б |  |  |  |  |  Печь |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| МК |  |
|  |  |  |  |  |  |  | ГОСТ 3.1118-82 форма 1б |  |  |  |  |  |
| Дубл. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Взам. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Подл. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 3ТМ-53.01101.08012 | Лист2 | Листов3 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | МИФИ КП 0312.00.000 | 3ТМ-53.01101.08012 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | Обозначение документа |
| Б | Код, наименование оборудования | СМ | Проф. | Р. | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тп.з. | Тшт. |
| К/М | Наименование детали, сб. единицы или материала | Обозначение, код | ОПП | ЕВ | ЕН | КИ | Н. Расх. |
| А |  |  |  | 25 |  Центрошлифовальная  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 13 | 1,92 |
| Б |  |  |  |  | 3922 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А |  |  |  | 30 |  Токарно-копировальная |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12 | 1,444 |
| А |  |  |  |  |  чистовая |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Б |  |  |  |  | НТ 502 М |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А |  |  |  | 35 |  Токарно-копировальная |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12 | 1,867 |
| А |  |  |  |  |  чистовая |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Б |  |  |  |  | НТ 502 М |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А |  |  |  | 36 |  Контрольная |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Б |  |  |  |  |  Стол ОТК |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А |  |  |  | 40 | Зубонарезная  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 21 | 2.421 |
| Б |  |  |  |  | 5Б64 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А |  |  |  | 45 |  Шпоночно-фрезерная |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 17 | 2,298 |
| Б |  |  |  |  |  692А |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| МК |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | ГОСТ 3.1118-82 форма 1б  |  |  |  |  |  |
| Дубл. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Взам. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Подл. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 3ТМ-53.01101.08012 | Лист3 | Листов3 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | МИФИ КП 0312.00.000 | 3ТМ-53.01101.08012 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | Обозначение документа |
| Б | Код, наименование оборудования | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тп.з. | Тшт. |
| К/М | Наименование детали, сб. единицы или материала | Обозначение, код | ОПП | ЕВ | ЕН | КИ | Н. Расх. |
| А |  |  |  | 50 |  Круглошлифовальная |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 17 | 4.007 |
| Б |  |  |  |  |  3М153А |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А |  |  |  | 55 |  Круглошлифовальная |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 17 | 5.074 |
| Б |  |  |  |  |  3М153А |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А |  |  |  | 60 |  Червячно-шлифовальная |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20 | 3.317 |
| Б |  |  |  |  |  5К881 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А |  |  |  | 65 |  Моечная |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Б |  |  |  |  | Моечная машина |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А |  |  |  | 70 |  Контрольная |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Б |  |  |  |  |  Стол ОТК |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А |  |  |  | 75 |  Упаковочная |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Б |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| МК |  |  |