**1. Введение**

Машиностроительная промышленность поставляет продукцию всем отраслям хозяйства и является одним из основных его звеньев. Технологический прогресс и дальнейший рост всех отраслей хозяйства в значительной степени зависит от развития машиностроения и от роста его технологической культуры.

Технологический процесс разрабатывается для изготовления нового или модернизации и совершенствования действующего технологического процесса в соответствии с достижениями науки и техники.

Разрабатываемый технологический процесс должен быть прогрессивным и обеспечивать повышение производительности труда и качества изделий, сокращение трудовых и материальных затрат на его реализацию, уменьшение вредных воздействий на окружающую среду. Технологический процесс должен соответствовать требованиям экологии и безопасности жизнедеятельности. Разработка перспективных технологических процессов должна быть основана на результатах научно-исследовательских, опытно-технологических и опытно-конструкторских работ, прогнозирование новых методов обработки изделия, анализа опыта других предприятий.

В соответствии с этими требованиями проектируемый технологический процесс должен полностью обеспечить выполнение всех требований рабочего чертежа и технических условий, при этом обеспечить минимальные затраты труда и издержки производства. Технологический процесс изготовления изделия должен выполняться с наиболее полным использованием технических возможностей средств производства, при наименьшей затрате времени и наименьшей стоимости изделия.

Для одной и той же детали при одинаковой производственной программе может быть разработано несколько вариантов технологический процессов. В зависимости от опыта технического персонала и местных производственных условий эти варианты отличаются друг от друга маршрутом и содержанием операций, являясь при этом достаточно равноценными по технико-экономической эффективности.

Прогресс в машиностроении в значительной мере зависит от уровня техники в области зубчатых передач, широко применяемых в различных машинах, приборах, приспособлениях. Создание зубчатых передач, отвечающих высокому научно-техническому и производственному уровню является сложной задачей, требующей совместного рассмотрения всех показателей качества проектируемой передачи.

**2. Условия работы детали в узле**

Червячные передачи предназначены для преобразования вращательного движения при скрещивающихся осях зубчатых колес. Наибольшее распространение получили передачи с углом 90°. Основной элемент в червячной передаче – шестерня, называется червяком, а зубчатое колесо называется червячным колесом.

Червячные передачи находят применение, когда требуется высокая плавность передачи вращения, бесшумность, высокое передаточное отношение, возможность самоторможения.

Основным недостатком передачи является относительно низкий КПД, относительно высокий тепловой режим работы, относительно низкая мощность передачи.

**3. Анализ рабочего чертежа**

Деталь «червяк» используется как быстроходная часть червячного редуктора. Червяк передает крутящий момент от электродвигателя к червячному колесу и далее на рабочий механизм. На диаметрах 35k6 устанавливаются подшипники качения. На шейке ∅32s6 устанавливается втулочно-пальцевая муфта, которая фиксируется от проворота шпонкой 10х8 длиной 30 мм. От осевого смещения муфта фиксируется стопорной торцовой шайбой и винтом М6. Подшипник с противоположной стороны от муфты тоже фиксируется от осевого смещения стопорной торцевой шайбой и винтом М6. Канавки В и Г выполняются для выхода шлифовального круга. Полировка винтовой канавки червяка выполняется для уменьшения коэффициента трения в передаче и как следствие меньшего износа трущихся между собой деталей, и соответственно увеличения срока службы редуктора.

Радиальное биение поверхности ∅35k6 относительно поверхностей А и Б не более 0,02 мм. Не выполнение этого требования ведет к нарушению балансировки червяка и преждевременному износу его и сопрягаемых с ним подшипников.

Перпендикулярность торцов шеек ∅35k6 относительно поверхностей А и Б не более 0,008 мм. Не выполнение этого требования ведет к нарушению установки подшипников и преждевременному их износу.

Червяк является одной из самых ответственных деталей червячного редуктора, влияющих на срок эксплуатации изделия в целом. Поэтому необходимо выдержать все допуски и отклонения формы, указанные в чертеже.

**4. Анализ технических требований**

Технологический контроль чертежа производится, исходя из требований ЕСКД и ГОСТов на разработку и оформление конструкторской документации. Технические требования указаны над штампом.

1. 261 НВ min. Термическая обработка состоящая из закалки с последующим отпуском при достаточно большой температуре называется улучшением, а стали, подвергшиеся такой обработке, - улучшаемыми сталями.

2. \*Размеры обеспечить инструментом. Данное требование показывает, что размеры помеченные звездочкой получатся автоматически если используется инструмент выполненный по ГОСТ.

3. \*\* Размеры для справок. Данное требование показывает, что размеры помеченные звездочкой являются справочными. Справочными называют размеры не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом.

4. Неуказанные предельные отклонения размеров ±IT/2. Требование показывает предельные отклонения на чертеже, у которых отсутствуют допуски. Верхнее и нижнее отклонения размеров находят по таблице.

**5. Анализ конструкции детали на технологичность**

Качество изготовления продукции определяется совокупностью свойств процесса ее изготовления, соответствием этого процесса и его результатов установленным требованиям. В машиностроении показатели качества изделия тесно связаны с точностью обработки деталей машин.

Технологический анализ позволяет улучшить технико-экономические показатели технологического процесса.

Архимедовы червяки в единичном производстве могут быть изготовлены на токарном станке. Их нарезают резцами с прямолинейными режущими кромками установленными в осевом сечении червяка. Точность изготовления многозаходных червяков на токарном станке вызывает значительные технологические трудности, связанные с позиционированием заготовки. В серийном производстве используют более производительные методы. Обработка ведется на резьбофрезерных и специально-фрезерных станках дисковыми или пальцевыми фрезами. Возможно так же точение червяков на зубофрезерных станках долбяком.

С точки зрения технологичности деталь имеет следующие недостатки:

1. Базирование и зажим заготовки на первой операции происходит за необработанные поверхности.

2. Червяк является 4-х заходным, что исключает возможность использования токарного станка для изготовления витков червяка. Необходимо использовать специализированные зубофрезерные или зубодолбежные станки.

3. Наличие на чертеже винтовой канавки червяка с шероховатостью поверхности 8 класса точности требует применение специализированного резьбошлифовального станка.

Оценку технологичности проводят по количественным и качественным показателям.

5.1 Качественная оценка технологичности

Таблица 1 - качественная оценка технологичности

|  |  |
| --- | --- |
| Требования технологичности | Характеристика технологичности |
| Возможность обработки заготовок напроход. | Технологична |
| Убывают ли к концам диаметральные размеры шеек вала. | Технологична |
| Возможность уменьшения диаметров фланцев или буртов (коэффициента использования металла). | Технологична |
| Конструкция детали должна обеспечивать возможность многоместной обработки. | Технологична |
| Возможность обработки максимального количества размеров высокопроизводительными методами и инструментами. | Технологична |
| Перепад размеров должен быть минимальным. | Нетехнологична |
| Отсутствие глубоких отверстий малого диаметра. | Технологична |
| Форма конструктивных элементов детали (КЭД) – фасок, канавок и т.п. Элементов должна обеспечивать удобный подвод инструмента. | Технологична |
| Унификация КЭД для использования при обработке станков с программным управлением. | Технологична |
| Допускает ли жесткость вала высокую точность обработки | Технологична |

Вывод: деталь вала имеет конструкцию, которую надо признать технологичной, т.к. удовлетворяет 90% требований при отработке конструкции на технологичность.

5.2. Количественная оценка технологичности

Характеризуется расчетом ряда показателей, характеризующих отдельные свойства. Для оценки технологичности конструкции могут быть использованы следующие показатели:

Коэффициент унификации

=0,44%, где

 - число унифицированных элементов детали, шт.

 - общее число конструктивных элементов детали, шт.

Коэффициент точности обработки детали

%, где

 - число размеров необоснованной степени точности,

 - общее число размеров подлежащие обработке.

Коэффициент шероховатости

%, где

 - число поверхностей необоснованной шероховатости,

 - общее число поверхностей подлежащие обработке.

Коэффициент использования материала

%, где

 - масса детали, кг,

- масса заготовки, кг.

Вывод по результатам анализа технологичности: количественная оценка технологичности показала, что сложность изготовления детали средняя, т. к. Кт=0,78%; коэффициент унификации входит в допустимые пределы 0,4-0,6; при выборе метода изготовления детали % - высокий показатель использования материала. Деталь относим к технологичным.

**6. Определение типа производства**

В зависимости от широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий современное производство подразделяется на следующие типы: единичное, серийное и массовое. От типа производства во многом зависит характер технологического процесса и его построение. Тип производства зависит от 2 факторов: заданной программы и трудоемкости изготовления изделия.

 - коэффициент серийности [1, стр.16], где

 - такт выпуска изделия,

 - средняя трудоемкость по операциям. По существующему базовому техпроцессу завода мин.

 [1, стр.17], где

 - действительный годовой фонд времени оборудования,

шт., - годовая программа выпуска.

 [1, стр.17], где

 - номинальный фонд работы оборудования при двухсменном режиме, час.

% - коэффициент, учитывающий потери номинального времени на ремонт оборудования.

 - рабочих дней в году.

 час – продолжительность рабочей смены.

 - количество рабочих смен в день.

 час



При  производство принимается среднесерийное.

Определим оптимальное количество детали в партии для одновременного запуска на изготовление:

, [1, стр.12], где

 - рекомендуемый запас деталей на цеховом складе (для крупных деталей 2-3 дня, для средних-4-6, для мелких- 7-10 дней);

 дет.

Так как партия детали представляет их количество, которое изготавливается на рабочем месте с однократной затратой подготовительно-заключительного времени, то ее размер оказывает существенное влияние на технико-экономические показатели и организацию производства.

На основании расчетов принимаем производство среднесерийным, оптимальное количество деталей в партии для запуска – 30 штук.

**7. Выбор заготовки**

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние следующие факторы: материал детали, ее назначение и технические требования на изготовление, объем и серийность выпуска, форма поверхностей и размеры детали, программой выпуска.

Рассмотрим два варианта получения заготовки – прокат и горячую штамповку.

Метод штамповки обычно применяют в серийном и массовом производстве. В этих условиях штамп длительное время находится в эксплуатации и затраты на его изготовление окупаются. Форма и размеры штамповки максимально приближены к размерам и форме детали, что снижает расход материала на изделие, сокращает трудоемкость последующей мехобработки и расход режущего инструмента, а также повышает механические свойства изделия. Но по мере усложнения конструкции заготовки, уменьшению припусков, повышение точности размеров и параметров расположения поверхностей усложняется и удорожается технологическая оснастка заготовительного цеха и возрастает себестоимость заготовки.

Т.к. материал детали сталь 40Х, то способом получения заготовки может быть горячая штамповка или прутки из проката.

7.1. Расчет первого варианта получения заготовки - горячей штамповки.

Определяем массу заготовки

, где

- Объем ступеней цилиндра,

=7,85 г/см3- плотность стали

 кг

Расчет общей стоимости изготовления детали

Сдет=Сзаг+Сосн+Собр-Сотх , где

Сзаг- затраты на материал и изготовление заготовки

Сосн- затраты на оснастку на одну заготовку

Собр- затраты на механическую обработку заготовки

Сотх- стоимость отходов при механической обработке

Собр= ( Мзаг-Мдет)∙0,55= (4,3-3,2)∙0,55= 0,6 ден. ед.

Мзаг- масса заготовки, кг

Мдет- масса детали, кг

0,55- стоимость механической обработки 1 кг металла, ед

Сотх= ( Мзаг-Мдет)∙Сотх∙10= (4,3-3,2)∙99∙10-3∙10=1,1 ден.ед.

Сотх- заготовительная цена одной тонны стружки

Сотх=99∙10-3 ден.ед за 1 кг стружки

Сосн=Сосн.опт∙10/n=2∙103∙10/1500=13,33 ден.ед

Сосн.опт.=2∙103 ден.ед стоимость среднего штампа

n=1500 шт. количество деталей в партии

Сзаг= Мзаг∙Ссп∙10= 4,3∙410∙10-3∙10= 17,63 ден. ед.

Ссп- оптовая стоимость заготовки

Ссп- 410∙10-3 ден.ед за 1 тонну

Сдет=17,63+13,33+0,6-1,1=30,46 ден. ед.

7.2. Расчет второго варианта получения заготовки -из проката

Для получения необходимой детали выбираем заготовку –прокат, диаметром 65 мм, длиной 285 мм.

Определяем массу заготовки

 подставим размеры в формулу в сантиметрах.

кг

Расчет общей стоимости изготовления детали

Сдет=Сзаг+Собр-Сотх

Собр= ( Мзаг-Мдет)∙0,55= (7,4-3,2)∙0,55= 2,31 ден. ед.

Сотх= ( Мзаг-Мдет)∙Сотх∙10= (7,4-3,2)∙99∙10-3∙10=4,16 ден.ед.

Сзаг= Мзаг∙Ссп∙10= 7,4∙410∙10-3∙10= 30,34 ден. ед.

Сдет=Сзаг+Собр-Сотх=30,34+2,31-4,16=28,49 ден. ед.

На основании условий работы детали, конструктивных особенностей редуктора, технических требований на изготовление нет необходимости упрощать конструкцию детали и заменять материал.

Деталь изготавливается из конструкционной низколегированной стали 40Х ГОСТ4543-71, которая обладает достаточно высокими прочностными свойствами, хорошо обрабатывается режущими инструментами, принимает закалку в широком диапазоне твердости при охлаждении в воде или масле.

Таблица 2 - Химический состав стали 40Х в %

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Основные компоненты, % | | | | | | | | |
| стали | C | Mn | Cr | Si | N | Ni | Cu | S | P |
| 40X | 0,36-0,44 | 0,5-0,8 | 0,8-1,1 | 0,17-0,37 | ≤0,008 | ≤0,3 | ≤0,3 | ≤0,035 | ≤0,035 |

Таблица 3 - Механические свойства и условия термической обработки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Термообработка | | | | Механические свойства | | | |
| стали | нормализация | | отпуск | | , | , | , | , |
|  | t, оС | среда | t, оС | среда | МПа | МПа | % | % |
| 40Х | 850-870 | воздух | 450-550 | вода,  масло | 785 | 980 | 10 | 45 |

Сталь 40Х применяется для изготовления осей, вал-шестерней, коленчатых валов, оправок, реек, шпинделей, червяков, плунжеров, кулачковых муфт и других деталей повышенной прочности.

Из экономических расчетов делаем вывод, что наиболее экономически целесообразным является заготовка из прутка.

**8. Выбор технологических баз и размерный анализ**

База - это поверхность или сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащие заготовке или изделию и используемые для базирования. В зависимости от числа идеальных опорных точек, с которыми база находится в контакте, различают установочную базу, контактирующую с тремя опорными точками, направляющую базу, контактирующую с двумя опорными точками и упорную базу, контактирующую с одной опорной точкой.

Конструкторская база - это база, используемая для определения положения детали или сборочной единицы в изделии.

Технологической базой, используемой при обработке заготовок на станках, называется поверхность, линия или точка заготовки, относительно которых ориентируются ее поверхности, обрабатываемые на данном установе.

Измерительной базой называется поверхность, линия или точка, от которых производится отсчет выполняемых размеров при обработке или измерении заготовки, а также при проверке взаимного расположения поверхностей детали или элементов изделия.

Если конфигурация заготовки не дает возможности выбрать технологическую базу, позволяющую удобно, устойчиво и надежно ориентировать и закрепить заготовку в приспособлении или на станке, то прибегают к созданию искусственных технологических баз. Характерным примером служат центровые отверстия, не требующиеся для готового вала и необходимые исключительно из технологических соображений.

Совмещение установочной, измерительной и сборочной баз при постоянстве выбранной базы в значительной степени облегчает решение сложных технологических задач, возникающих при обработке любых деталей.

В качестве заготовки используется прокат. При изготовлении червяка обработка поверхностей 1,21 происходит закрепление детали за необработанную поверхность 9. Затем сверлятся центровые отверстия 22,26. Последующая обработка поверхностей 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16, 17,18,19 проводится при установке заготовки в центра 22,26. Нарезание винтовой канавки червяка производится при установке заготовки в центра 22,26 и зажим за поверхность 3 или 17. При изготовлении шпоночного паза 20 зажим заготовки производится за поверхности 3,14 с упором в поверхность 7. Обработка поверхности 24,25 и нарезание резьбы поверхностей 23,27 производится при зажиме за поверхность 9 с упором заготовки в торцы 7,11.

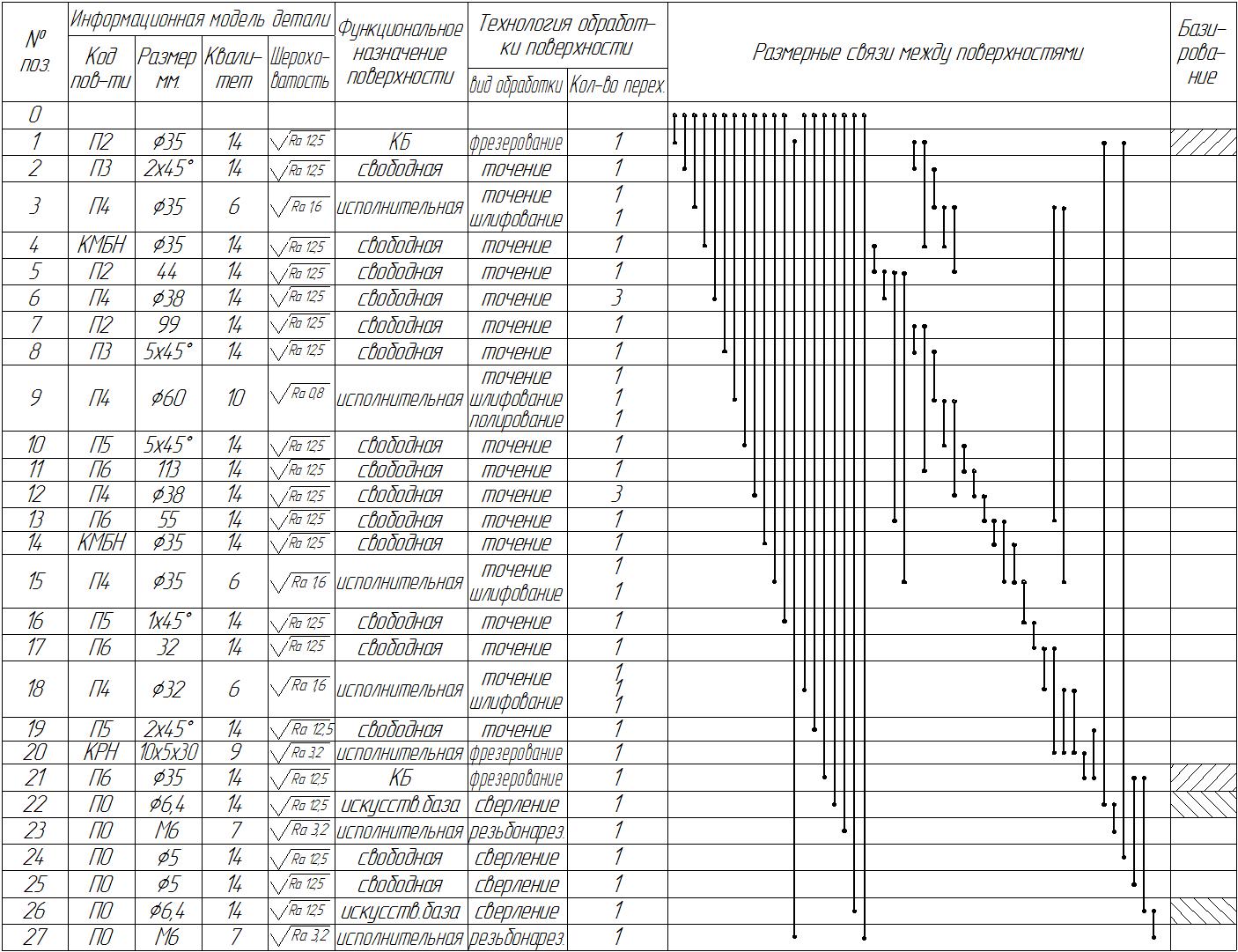
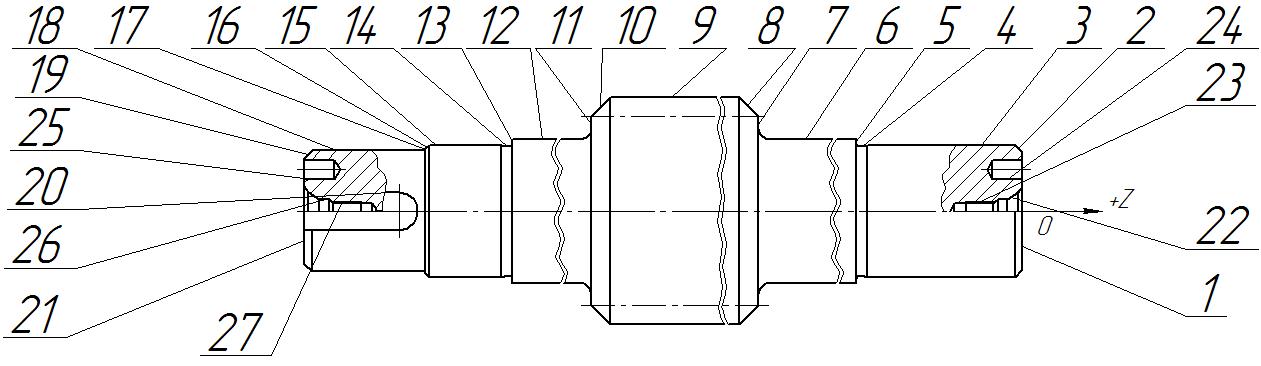


Рис.1 – размерный анализ детали

**9. Выбор технологического маршрута**

Для разработки технологического процесса обработки детали требуется предварительно изучить ее конструкцию и функции. Разрабатываемый тех-нологический процесс должен обеспечивать повышение производительности труда и качества детали, сокращение материальных и трудовых затрат на его реализацию, уменьшение вредных воздействий на окружающую среду. Технологический процесс обработки деталей подобного типа включает в себя несколько этапов: обработка наружных поверхностей при установке на необработанные и предварительно обработанные поверхности, получение базовых поверхностей, используемых в дальнейшем на других операциях.

Намечая технологический процесс обработки детали, следует придерживаться следующих правил:

1. Обрабатывать наибольшее количество поверхностей данной детали за одну установку и т. д.

2. Использовать по возможности только стандартный режущий инструмент;

3. Не проектировать обработку на уникальных станках. Применение уникальных и дорогостоящих станков должно быть технологически и экономически оправдано;

4. С целью экономии труда и времени технологической подготовки производства использовать типовые процессы обработки.

Таблица 43 - Технологический маршрут обработки червяка.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Операции | | Технологические базы | Используемое  оборудование |
| 005 | Заготовительная | Цилиндрическая поверхность | Отрезной станок |
| 010 | Фрезерная  Фрезерование торцов и зацентровка | Цилиндрическая поверхность | Фрезерно-центровальный станок |
| 015 | Токарная (черновая)  Черновая обточка основных диаметров червяка ∅60, ∅38, ∅35, ∅32 мм | Центровые  отверстия вала | Токарный  станок |
| 020 | Термическая  Обработка НВ 261 min | - | Электропечь и  закалочная ванна |
| 025 | Правочная  Правка червяка для выравнивания  короблений, возникших во время термообработки | - | Пресс для правки |
| 030 | Токарная (чистовая)  Чистовая обточка основных диаметров червяка ∅60, ∅35, ∅32 мм | Центровые  отверстия вала | Токарный  станок |
| 035 | Зубодолбежная  Нарезание червяка | Центровые  отверстия вала | Зубодолбежный  станок |
| 040 | Фрезерная  Фрезерование шпоночного паза | Цилиндрическая поверхность и  торец червяка | Вертикально-фрезерный станок |
| 045 | Сверлильная  Сверлить отверстия ∅5мм и нарезать резьбу М6 |  |  |
| 050 | Калить ТВЧ зуб червяка и шейку ∅45h10 | - | Установка ТВЧ |
| 055 | Шлифование основных диаметров червяка ∅35, ∅32 | Центровые  отверстия вала | Круглошлифовальный станок |
| 060 | Шлифование зуба червяка | Центровые  отверстия вала | Червячно-шлифовальный станок |
| 065 | Полировка зуба червяка | Центровые  отверстия вала | Червячно-шлифовальный станок |
| 070 | Слесарная  Зачистить заусенцы, прокалибровать резьбу |  | Верстак слесарный |
| 075 | Контрольная | - | - |

**10. Характеристика применяемого оборудования**

10.1. Двусторонний фрезерно-центровальный полуавтомат последователь­ного действия МР-71Р.

Станок предназначен для фрезерования торцов заготовки с последующей зацентровкой заготовок при обработке деталей цилиндрической формы из стали, чугуна, цветных металлов, их сплавов и других материалов. Мощность приводов и высокая жесткость станков позволяют применять фрезы, изготовленные из быстрорежущей стали, а также инструмент, оснащенный пластинками из твердых и сверхтвердых синтетических материалов.

Таблица 5 - Характеристики фрезерно-центровального станка МР-71М

|  |  |
| --- | --- |
| 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 10  1,7 или 2,8 |
| Габариты станка, мм | 2640x1615x1680 |
| Категория ремонтной сложности | 6 |

**10.2. Токарно-винторезный станок** 16К20

Станок используется для токарной обработки различных заготовок типа валы и диски, нарезки различных резьб, дуг, конусов и внутренних и внешних криволинейных поверхностей с высокой точностью обработки.

В конструкции станков применены горизонтальные закаленные направляющие, суппорт базируется на направляющих  TSF

В главном приводе применяются двухскоростные электродвигатели с частотным преобразователем

Точность подач обеспечивается за счет применения шарико-винтовых пар, приводимых в действие серводвигателями.

Допустима установка вертикальных 4-х и 6-ти позиционных резцедержателей и 6-ти позиционных горизонтальных резцедержателей.

Все механические, электрические и гидравлические системы станка объединены в одном корпусе.

Таблица 6 - Характеристики т**окарно-винторезного станка** 16К20

|  |  |
| --- | --- |
| Наибольший диаметр устанавливаемого изделия над станиной мм. | 500 |
| Наибольшая длина устанавливаемого изделия в центрах мм. | 900 |
| Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной мм | 320 |
| Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом мм. | 200 |
| Наибольший ход суппортов по оси Х/по оси Z мм. | 200 210/905 |
| Максимальная скорость, мм/мин:  - продольных подач  - поперечных подач | 5000  3000 |
| Скорость рабочих подач, мм/мин:  - продольных  - поперечных | 1...2000  0,5...1500 |
| Количество ступеней регулирования частот вращения шпинделя | 3 |
| Частоты вращения шпинделя на ступени I/II/III (с эл.двигателем 1500 об/мин) об/мин | 3 80/220/660 |
| Мощность электродвигателя, кВт: | 11 |
| Габаритные размеры станка, мм: | 3700 ×2260 ×1650 |
| Масса станка, кг. | 3 800 |

**10.3. Зубодолбежный станок ЕЗ1**0

Станок используется для нарезания долбяком винтовой канавки червяка при обработке деталей цилиндрической формы из стали, чугуна, цветных металлов, их сплавов и других материалов. Мощность приводов и высокая жесткость станков позволяют применять долбяки, изготовленные из быстрорежущей стали и твердого сплава, а также инструмент, оснащенный пластинками из твердых и сверхтвердых синтетических материалов.

Таблица 7 - Характеристики зубодолбеж**ного станка** ЕЗ10

|  |  |
| --- | --- |
| Наибольший диаметр заготовки мм. | 200 |
| Наибольшая длина устанавливаемой заготовки мм. | 900 |
| Наибольший модуль нарезаемого червяка мм | 12 |
| Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом мм. | 200 |
| Номинальный диаметр устанавливаемого долбяка | 100 |
| Число двойных ходов инструмента в мин: | 33-188 |
| Круговая подача, мм/дв. ход: | 0,2-1,5 |
| Радиальная подача, мм/дв. ход: | 2,07-5,4 |
| Мощность электродвигателя, кВт: | 5,7 |
| Габаритные размеры станка, мм: | 4200 ×1800 ×3300 |
| Масса станка, кг. | 10 800 |

**10.4. Вертикально-фрезерный станок 6Р1**0

Станки предназначены для выполнения разнообразных фрезерных, сверлильных работ при обработке деталей любой формы из стали, чугуна, цветных металлов, их сплавов и других материалов. Поворотная шпиндельная головка станков оснащена механизмом ручного осевого перемещения гильзы шпинделя, что позволяет производить обработку отверстий, ось которых расположена под углом до ±45° к рабочей поверхности стола. Мощность приводов и высокая жесткость станков позволяют применять фрезы, изготовленные из быстрорежущей стали, а также инструмент, оснащенный пластинками из твердых и сверхтвердых синтетических материалов.

Таблица 8 - Характеристики фрезерного станка 6Р10

|  |  |
| --- | --- |
| Размеры рабочей поверхности станка, мм | 200-800 |
| Наибольшее перемещение стола, мм:  продольное  поперечное  вертикальное | 500  160  300 |
| Число скоростей шпинделя | 8 |
| Пределы чисел оборотов шпинделя фрезы в минуту | 125-712 |
| Наибольший поворот шпиндельной головки, ° | ± 45 |
| Число скоростей шпинделя | 12 |
| Частота вращения шпинделя, об/мин | 50-2240 |
| Число подач стола | 12 |
| Подача стола, мм/мин:  продольная и поперечная  вертикальная | 25-1120  12,5-560 |
| Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт: | 3 |
| Габариты станка, мм | 1445x1875x1750 |
| Масса, кг | 1300 |

**10.5. Радиально-сверлильный станок 2М55**

Станки предназначены для сверления, рассверливания, зенкерования, развертывания, нарезания различных резьб при обработке деталей любой формы из стали, чугуна, цветных металлов, их сплавов и других материалов. Поворотная шпиндельная головка станков оснащена механизмом ручного осевого перемещения гильзы шпинделя, что позволяет производить обработку отверстий, ось которых расположена под углом до ±45° к рабочей поверхности стола. Мощность приводов и высокая жесткость станков позволяют применять фрезы, изготовленные из быстрорежущей стали, а также инструмент, оснащенный пластинками из твердых и сверхтвердых синтетических материалов.

Таблица 9 - Характеристики **радиально-сверлильного станка 2М55**

|  |  |
| --- | --- |
| Наибольший диаметр сверления в стали, мм | 50 |
| Расстояние от образующей оси шпинделя до колонны, мм: | 375-1600 |
| Расстояние от нижней образующей шпинделя до рабочей поверхности плиты, мм: | 450-1600 |
| Наибольшее вертикальное перемещение шпинделя, мм | 400 |
| Наибольший поворот шпиндельной головки, ° | ± 45 |
| Число скоростей шпинделя | 21 |
| Частота вращения шпинделя, об/мин | 20-2000 |
| Число подач шпинделя | 12 |
| Подача шпинделя, мм/об: | 0,056-2,5 |
| Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт: | 5,5 |
| Габариты станка, мм | 2665x1020x3430 |
| Масса, кг | 4700 |

**10.6. Круглошлифовальный станок 3М153**

Станки предназначены для шлифования, полирования наружных поверхностей тел вращения. Заготовки большой длины шлифуются путем перемещения заготовки относительно шлифовального круга, если длина шлифования меньше ширины шлифовального круга, шлифование происходит методом врезания.

Таблица 10 -Характеристики **круглошлифовального станка 3М153**

|  |  |
| --- | --- |
| Наибольший диаметр заготовки мм. | 140 |
| Наибольшая длина устанавливаемой заготовки мм. | 500 |
| Наибольшая длина шлифования, мм | 450 |
| Угол поворота стола, ° | ±6 |
| Скорость перемещения стола, м/мин | 0,02-5 |
| Частота вращения шпинделя об/мин: | 50-1000 |
| Наибольший размер шлифовального круга, мм: | 500 |
| Частота вращения шпинделя шлифовального круга об/мин: | 1900 |
| Мощность электродвигателя, кВт: | 7,5 |
| Габаритные размеры станка, мм: | 2700 ×2540 ×1950 |
| Масса станка, кг. | 4000 |

**10.7. Червячно-шлифовальный станок 5К881**

Станки предназначены для шлифования, полирования боковых поверхностей винтовой канавки червяков. Шлифование производится путем перемещения заготовки относительно шлифовального круга сначала с одной стороны канавки, затем с другой стороны. Шлифовальный круг предварительно правится под необходимый модуль и расчетный коэффициент диаметра червяка.

Таблица 11 -Характеристики **червячно-шлифовального станка 5К881**

|  |  |
| --- | --- |
| Наибольший диаметр заготовки мм: | 50-320 |
| Наибольшая длина нарезаемой части заготовки мм: | 360 |
| Модуль шлифуемых червяков: | 1-16 |
| Число заходов шлифуемых червяков: | 1-8 |
| Наибольший ход винтовой линии червяка, мм: | 200 |
| Наибольшая высота шлифуемого профиля, мм: | 35 |
| Наибольший угол подъема винтовой линии, °: | ±45 |
| Наибольший размер шлифовального круга, мм: | 400 |
| Ширина однониточного шлифовального круга, мм: | 10; 16; 20 |
| Частота вращения шпинделя шлифовального круга об/мин: | 1657-2340 |
| Частота вращения шпинделя заготовки, об/мин: | 0,3-45 |
| Мощность электродвигателя, кВт: | 3 |
| Габаритные размеры станка, мм: | 3690 ×3900 ×1710 |
| Масса станка, кг. | 5076 |

**11. Расчет припусков**

Разность размеров заготовки и окончательно обработанной детали определяет величину припуска, т.е. слоя, который должен быть снят при механической обработке.

Припуски разделяют на общие и межоперационные. Под общим понимают припуск, снимаемый в течение всего процесса обработки данной поверхности - от размера заготовки до окончательного размера готовой детали. Межоперационным называют припуск, который удаляют при выполнении отдельной операции.

В производственных условиях размеры припусков устанавливают на основании опыта, используя данные по массе и габаритам детали, а также в зависимости от необходимого квалитета точности и требуемой шероховатости поверхности. Такой метод определения припусков называют табличным в отличие от аналитического, при котором общая величина припуска определяется путем расчета его по составным элементам с использованием различных коэффициентов.

Таблица 12 – Определение припусков табличным методом

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальный диаметр, мм | Длина,  мм | Операции | Припуск ,  мм | Размер заготовки, мм |
| ∅60 | 70 | Точение черновое  Точение чистовое | 4  1,5 | ∅65,5 |
| ∅35k6 | 33 | Точение черновое  Точение чистовое  Шлифование | 4,0  1,5  0,4 | ∅40,9 |

Аналитический способ расчета является более точным по сравнению с табличным, так как учитывает конкретные условия выполнения операций технологического процесса.

Рассчитаем припуски на обработку и промежуточные предельные размеры для ∅60h10(-0,12) мм червяка. В качестве заготовки используем прокат из стали горячекатаной круглой ГОСТ 2590-71 обычной точности - В.

1. Маршрут обработки:

Операция 015 Токарная (Черновое точение)

Операция 030 Токарная (Чистовое точение)

Для выполнения расчетов данные располагают в виде таблицы, в которой указывают операции технологического процесса.

Таблица 13 - расчетная таблица элементов припуска

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид  заготовки и техноло-гическая  операция | Точность  заготовки и  обработан-ной по-верхности | Допуск на  размер  δ, мм | Элементы припуска, мкм | | | | Промежуточные размеры,  мм | | Промежу-точные припуски, мм | |
| Rz | Т | ρ | ε | Dmax | Dmin | 2Zmax | 2Zmin |
| Заготовка прокат | Обычной точности | +0,5  - 1,1 | 150 | 250 | 472 | - | 64,36 | 62,34 | - | - |
| Токарная черновая | h12 | 0,300 | 50 | 50 | 110 | 400 | 60,72 | 60,3 | 3,64 | 2,04 |
| Токарная чистовая | h10 | 0,120 | 30 | 30 | 70 | 20 | 60 | 59,88 | 0,72 | 0,42 |

Где Rz – параметр шероховатости;

Т – глубина дефектного слоя;

ρ - пространственное отклонение;

ε - погрешности установки.

1. Заготовка

Качество поверхности заготовки из проката обычной точности для диаметра 26…75 Rz = 150 мкм; Т = 250мкм [1, стр.42, табл.17]. Точность изготовления стали горячекатаной круглой по ГОСТ 2590-88 для диаметров 26…75 обычной точности ().

1. Механическая обработка

Точность и качество поверхности после механической обработки.

Черновое обтачивание-квалитет 12; Rz = 50 мкм; Т = 50 мкм;

чистовое обтачивание-квалитет10; Rz = 30 мкм; Т = 30 мкм;[1, стр.43, табл.19]

Технологические допуски на размер.

черновое обтачивание δ = 0,300 мм;

чистовое обтачивание δ = 0,120 мм.

1. Минимальные промежуточные припуски

4.1.Черновая токарная обработка

2Zmin= [1, cтр.41]

где Rzi-1 - высота неровностей профили на предшествующем переходе;

Тi-1 - глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем

переходе;

ρΣi-1 - суммарные пространственные отклонения на предшествующем переходе

εi - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Определение величины ρΣi-1 для проката

ρΣi-1 = ,

где ρк - отклонение местное (кривизна профиля сортового проката в зависимости от способа установки)

ρц - отклонение расположения при центрировании.

ρк = Δk ⋅ l, [1, стр.45, табл.20]

где Δk  -удельная кривизна заготовки [1, стр.48, табл.22]

Δk = 0,1 мкм/мм;

l=L/2

где L - длина заготовки; L=282 мм.

l=141 мм.

ρк=0,1⋅141=14,1 мкм.

Величина ρц определяется по формуле:

ρц =0,25 мкм, [1, стр.46, табл.21]

ρц =0,25=472 мкм

В результате ρΣi-1 = мкм.

Погрешность установки при базировании в центрах определяется по эмпирической формуле εi = 0,25 ⋅ δзаг;

εi = 0,25 ⋅ 1600 = 400 мкм

Итого 2Zmin = 2(150+250+

4.2. Чистовая обработка

Остаточная сумма погрешностей после чернового обтачивания в центрах ρΣi-1 = 110 мкм [1 стр.55, табл.27].

Погрешность базирования в центрах для детали после черновой обработки в центрах составляет εi = 0,05 ⋅ δчерн;

εi = 0,05 ⋅ 400 = 20 мкм

Итого 2Zmin = 2(50+50+

1. Определение максимальных промежуточных припусков

Величина максимального припуска определяется:

2Zmax = 2Zmin + δi

* 1. Черновая токарная обработка:

2Zmax = 2037+1600 =3637 мкм ≈ 3,64 мм

* 1. Чистовая токарная обработка:

2Zmax = 424 + 300 = 724 мкм ≈ 0,72 мм

1. Промежуточные межоперационные размеры

Минимальные и максимальные размеры получают прибавлением к предельным размерам минимальных и максимальных припусков по операциям (переходам)

Dmin =Dmin + 2Zmin

Dmax = Dmax + 2 Zmax

* 1. Черновое точение

Dmin = 59,88 + 0,42 = 60,3 мм

Dmax = 60 + 0,72 = 60,72 мм

* 1. Заготовка

Dmin = 60,3 + 2,04 = 62,34 мм

Dmax = 60,72 + 3,64 = 64,36 мм

1. Размер диаметра проката (заготовка)

Исходя из необходимого по расчету диаметра максимально ∅ 64,36 мм по ГОСТ 2590-88 принимаем круг ближайшего большего размера, т.е. ∅65мм.

Припуск на черновое точение несколько возрастает ввиду увеличения размера заготовки.

Таблица 14 – графическое представление припусков:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Поверхности | Припуск | |
| Расчетный, мм | Табличный, мм |
| ∅60h10 мм | ∅ 64,36 |  |
| ∅38h14 мм |  | ∅44 |
| ∅35k6 мм |  | ∅41 |
| ∅32s6 мм |  | ∅38 |
| 282 мм |  | 290 |

**12. Разработка операций технологического процесса**

**Операция 005 Заготовительная**

Оборудование: станок отрезной 8А240

Приспособление: призмы опорные ГОСТ 12195-66

Режущий инструмент: дисковая сегментная пила ГОСТ 4047-82

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150 ГОСТ 166-89

Технологическая база – наружный диаметр

1. Отрезать заготовку из круга ∅65мм в размер 290 мм.

**Операция 010 Фрезерно-центровальная**

Оборудование: станок центровальный МР-71Р

Приспособление: призмы опорные ГОСТ 12195-66

Режущий инструмент: фреза торцевая ∅125мм ГОСТ 24359-80

сверло центровочное ∅6,4мм ГОСТ 14952-75

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150 ГОСТ 166-89

Технологическая база – наружный диаметр

1. Фрезеровать торцы 1 и 21 в размер 282 мм.

2. Центровать торцы 1 и 21 ∅6,4мм на глубину 6,5 мм.

**Операция 015 Токарная (черновая)**

Оборудование: станок токарно-винторезный 16К20

Приспособление: центра ГОСТ8742-75

Режущий инструмент: резец проходной упорный ГОСТ 18870-73

резец проходной отогнутый ГОСТ 18868-73

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150 ГОСТ 166-89

Технологическая база – наружный диаметр и центровые отверстия

Установ А

1. Точить ∅60,5 на длине 183 мм;

2. Точить ∅38 на длине 113 мм;

3. Точить ∅35,7 на длине 55 мм;

4. Точить ∅32,7 на длине 32 мм;

Установ Б

5. Точить ∅38 на длине 99 мм;

6. Точить ∅35,7 на длине 44 мм;

**Операция 020 Термическая**

Оборудование: электропечь шахтная

Измерительный инструмент: твердомер

Технологическая база – наружный диаметр

1. Улучшить червяк в печи до твердости 261 HB min

**Операция 025 Правочная**

Оборудование: пресс гидравлический

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-500 ГОСТ 166-89

Технологическая база – наружный диаметр

1. Править червяк от короблений возникших после термообработки

**Операция 030 Токарная (чистовая)**

Оборудование: станок токарно-винторезный 16К20

Приспособление: центра ГОСТ8742-75

Режущий инструмент: резец проходной упорный ГОСТ 18870-73

резец проходной отогнутый ГОСТ 18868-73

резец канавочный ГОСТ 18884-73

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150 ГОСТ 166-89

Технологическая база – наружный диаметр и центровые отверстия

Установ А

1. Точить ∅60 на длине 70 мм;

2. Точить ∅35,2 на длине 23 мм;

3. Точить ∅32,2 на длине 32 мм;

4. Точить канавку 14;

5. Точить фаску 19 (2х45°);

6. Точить фаску 16 (1х45°);

7. Точить 2 фаски 8 и 10 (5х45°).

Установ Б

8. Точить ∅35,2 на длине 44 мм;

9. Точить канавку 4;

10. Точить фаску 2 (2х45°).

**Операция 035 Зубодолбежная**

Оборудование: станок зубофрезерный ЕЗ10

Приспособление: центра ГОСТ8742-75;

патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80

Режущий инструмент: долбяк зуборезный ГОСТ 9323-79

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150 ГОСТ 166-89;

зубомер

Технологическая база – наружный диаметр и центровые отверстия

1. Нарезать 4-х заходный червяк.

**Операция 040 Фрезерная**

Оборудование: станок фрезерный 6Р10

Приспособление: специальное

Режущий инструмент: фреза шпоночная ГОСТ 9140-78

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150 ГОСТ 166-89

Технологическая база – наружный диаметр и торец червяка

1. Фрезеровать шпоночный паз 10N9 выдерживая размер 5+0,1.

**Операция 045 Сверлильная**

Оборудование: станок радиально-сверлильный 2М55

Приспособление: специальное

Режущий инструмент: сверло спиральное ГОСТ 10903-77;

метчик ГОСТ 3266-81

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150 ГОСТ 166-89

резьбомер.

Технологическая база – наружный диаметр и торец червяка

Установ А

1. Сверлить отв. ∅5 мм на глубину 8 мм;

2. Сверлить отв. ∅4,8 мм на глубину 18 мм;

3. Нарезать резьбу М6 на глубину 15 мм;

Установ Б

4. Сверлить отв. ∅5 мм на глубину 8 мм;

5. Сверлить отв. ∅4,8 мм на глубину 18 мм;

6. Нарезать резьбу М6 на глубину 15 мм;

**Операция 050 Термическая ТВЧ**

Оборудование: установка ТВЧ

Измерительный инструмент: твердомер

Технологическая база – наружный диаметр и центровые отверстия

1. Закалить зуб червяка до твердости 45…50 HRC на глубину 0,8…1,2 мм;

**Операция 055 Круглошлифовальная**

Оборудование: станок круглошлифовальный 3М153

Приспособление: центра ГОСТ8742-75; хомутик ГОСТ 16488-70

Режущий инструмент: шлифовальный круг ПП500х40х40 14А80НСТ3Б ГОСТ 2424-83

Измерительный инструмент: калибр-скоба ∅35к6, ∅32s6.

Технологическая база – наружный диаметр и центровые отверстия

Установ А

1. Шлифовать ∅35к6;

2. Шлифовать ∅32s6;

Установ Б

3. Шлифовать ∅35к6.

**Операция 060 Зубошлифовальная**

Оборудование: станок червячно-шлифовальный 5К881

Приспособление: центра ГОСТ8742-75; хомутик ГОСТ 16488-70

Режущий инструмент: шлифовальный круг 2П200х10х20 14А80НСТ3Б ГОСТ 2424-83

Измерительный инструмент: калибр.

Технологическая база – наружный диаметр и центровые отверстия

1. Шлифовать зуб червяка.

**Операция 065 Зубополировальная**

Оборудование: станок червячно-шлифовальный 5К881

Приспособление: центра ГОСТ8742-75; хомутик ГОСТ 16488-70

Режущий инструмент: шлифовальный круг 2П200х10х20 АМ ГОСТ 2424-83

Измерительный инструмент: калибр.

Технологическая база – наружный диаметр и центровые отверстия

1. Полировать зуб червяка.

**Операция 070 Слесарная**

Оборудование: верстак слесарный

Приспособление: тиски

Режущий инструмент: напильник; метчик ГОСТ 3266-81.

1. Притупить острые кромки

2. Прокалибровать резьбу

**Операция 075 Контрольная**

Окончательный контроль по чертежу.

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-1-150 ГОСТ 166-89;

калибр-скоба ∅35к6, ∅32s6.

**13. Расчет режимов резания**

При назначении режимов резания необходимо учитывать характер обработки, тип и размер инструмента, материал его режущей части и состояние заготовки. При черновой обработке назначают по возможности максимальную глубину резания и максимально возможную подачу, исходя из жесткости системы СПИД, мощности станка и других ограничивающих факторов.

Аналитический метод:

1. Операции 015 токарная (черновая). Установ А, переход 1.

Глубина резания -  мм.

Ширина резания  мм.

Подачу принимаем  мм/об; [2, том 2, стр.364, табл.11]

Стойкость инструмента мин.

Скорость резания:

 [2, том 2, стр.363], где

 - общий поправочный коэффициент на скорость резания.

 [2, том 2, стр.369], где

 - коэффициент учета материала заготовки.

 - коэффициент учета состояния поверхности заготовки.

 - коэффициент учета материала инструмента.

 [2, том 2, стр.358, табл.1], где

 - коэффициент группы стали.

,  [2, том 2, стр.359, табл.2],

;

; [2, том 2, стр.361, табл.5],

; [2, том 2, стр.361, табл.6],



; [2, том 2, стр.367, табл.17],

 м/мин.

Частота оборотов шпинделя расчетное:

 об/мин.

По паспорту станка принимаем  об/мин

Фактическая скорость резания:



 м/мин

Окружная сила резания:

; [2, том 2, стр.371], где

 - поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала.

, где

 - коэффициенты учитывающие фактические условия резания.

 ; ; [2, том 2, стр.362, табл.9],



; [2, том 2, стр.374, табл.23],

;

; [2, том 2, стр.372, табл.22],

Н

Эффективная мощность резания:

; [2, том 2, стр.371],

 кВт,

кВт, т.е. имеем запас по мощности.

2. Операция 040 фрезерная.

Глубина резания - 

Ширина резания 

Длина резания 

Диаметр фрезы , число зубьев .

Подачу принимаем ; [2, том 2, стр.406, табл.80],

Стойкость инструмента ; [2, том 2, стр.411, табл.82],

Скорость резания определяется:

; [2, том 2, стр.406], где

 - общий поправочный коэффициент на скорость резания.

; [2, том 2, стр.406], где

 - коэффициент учета качества обработанной поверхности.

 - коэффициент учета состояния поверхности заготовки.

 - коэффициент учета материала инструмента.

 [2, том 2, стр.358, табл.1], где

 - коэффициент группы стали.

По т.2 с.262 [2]

,  [2, том 2, стр.359, табл.2],

;

; [2, том 2, стр.361, табл.5],

; [2, том 2, стр.361, табл.6],



, [2, том 2, стр.408, табл.81],



Частота оборотов шпинделя расчетное:



По паспорту станка принимаем 

Фактическая скорость резания:





Окружная сила при фрезеровании:

 [2, том 2, стр.406], где

 - поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала.

 ; ; [2, том 2, стр.362, табл.9],



; [2, том 2, стр.412, табл.83],



Величины остальных составляющих силы резания: горизонтальной Рh ; вертикальной Рv ; радиальной Рy ; осевой Рх устанавливаются из соотношения с главной составляющей Pz. По справочнику [2, том 2, стр.413, табл.84].









Крутящий момент на шпинделе:

 ; [2, том 2, стр.411],

 .

Эффективная мощность резания:

; [2, том 2, стр.411],





Для остальных операций режимы резания определяем по машиностроительным нормативам.

3. Операция 010 токарная. Установ А. Переход 2. Точить ∅38

Глубина резания - 

Подача 

[4, стр.29, карта Т-4] , где

 - коэффициент, зависящий от размера обработки.

 - коэффициент обрабатываемости материала.

 - коэффициент характеризующий материал режущей части.



.

Число оборотов шпинделя расчетное:



По паспорту станка принимаем 

Фактическая скорость резания:





Сила резания:

 [4, стр.35, карта Т-4],



 [4, стр.36]



Мощность резания:





Мощность привода станка 16К20 

Аналогично выбираем режимы резания для других операций, результаты заносим в табл.15.

Таблица 15 – режимы резания

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер операции**  **содержание перехода** | **t,**  **мм** | **s,**  **мм/об** | **V,**  **м/мин** | **n,**  **об/мин** | **N,**  **кВт** |
| **Операция 010 Фрезерно-центровальная** | | | | | |
| 1. Фрезеровать торцы в размер 414 мм. | 4 | 0,2 | 78,5 | 200 | 0,2 |
| 2. Центровать торцы ∅6,4мм на глубину 10 мм. | 3,2 | 0,1 | 16 | 800 | 0,18 |
| **Операция 015 Токарная (черновая)** | | | | | |
| Установ А |  | | | | |
| 1. Точить ∅60,5 на длине 183мм; | 2,25 | 0,8 | 82 | 400 | 5,3 |
| 2. Точить ∅38 на длине 113мм; | 3,75 | 0,4 | 60 | 500 | 3,5 |
| 3. Точить ∅35,7 на длине 55мм; | 1,15 | 0,6 | 71 | 630 | 1,6 |
| 4. Точить ∅32,7 на длине 32 мм; | 1,5 | 0,6 | 65 | 630 | 2,0 |
| Установ Б |  | | | | |
| 5. Точить ∅38 на длине 99мм; | 3,75 | 0,4 | 60 | 500 | 3,5 |
| 6. Точить ∅35,7 на длине 44 мм; | 1,15 | 0,6 | 71 | 630 | 1,6 |
| **Операция 030 Токарная (чистовая)** | | | | | |
| Установ А |  | | | | |
| 1. Точить ∅60 на длине 70 мм; | 0,25 | 0,4 | 118 | 630 | 0,45 |
| 2. Точить ∅35,2 на длине 23 мм; | 0,25 | 0,4 | 88 | 800 | 0,33 |
| 3. Точить ∅32,2 на длине 32 мм; | 0,25 | 0,4 | 80 | 800 | 0,3 |
| 4. Точить канавку В; | 0,25 | 0,25 | 22 | 200 | 0,06 |
| 5. Точить фаску 2х45°; | 2 | 0,2 | 110 | 1000 | 0,25 |
| 6. Точить фаску 1х45°; | 1 | 0,2 | 100 | 1000 | 0,23 |
| 7. Точить 2 фаски 5х45°. | 5 | 0,2 | 151 | 800 | 0,35 |
| Установ Б |  | | | | |
| 8. Точить ∅35,2 на длине 44 мм; | 0,25 | 0,4 | 88 | 800 | 0,33 |
| 9. Точить канавку Г; | 0,25 | 0,25 | 22 | 200 | 0,06 |
| 10. Точить фаску 2х45°. | 2 | 0,2 | 110 | 1000 | 0,25 |
| **Операция 035 Зубодолбежная** | | | | | |
| 1. Нарезать 4-х заходный червяк. | 11 | 0,15 | 22 | 78 | 4,5 |
| **Операция 040 Фрезерная** | | | | | |
| 1. Фрезеровать шпоночный паз 10N9 выдерживая размер 5+0,1 | 5 | 0,16 | 6,3 | 200 | 0,12 |
| **Операция 045 Сверлильная** |  | | | | |
| Установ А |  | | | | |
| 1. Сверлить отв. ∅5 мм на глубину 8 мм; | 2,5 | 0,1 | 16 | 1000 | 0,05 |
| 2. Сверлить отв. ∅4,8 мм на глубину 18 мм; | 2,4 | 0,1 | 15 | 1000 | 0,05 |
| 3. Нарезать резьбу М6 на глубину 15 мм; | 0,6 | 1 | 6 | 315 | 0,02 |
| Установ Б |  | | | | |
| 4. Сверлить отв. ∅5 мм на глубину 8 мм; | 2,5 | 0,1 | 16 | 1000 | 0,05 |
| 5. Сверлить отв. ∅4,8 мм на глубину 18 мм; | 2,4 | 0,1 | 15 | 1000 | 0,05 |
| 6. Нарезать резьбу М6 на глубину 15 мм; | 0,6 | 1 | 6 | 315 | 0,02 |
| **Операция 055 Круглошлифовальная** | | | | | |
| Установ А |  | | | | |
| 1. Шлифовать ∅35к6; | 0,01 | 0,2 | 23 | 209 | 2,5 |
| 2. Шлифовать ∅32s6; | 0,01 | 0,2 | 23 | 228 | 2,2 |
| Установ Б |  | | | | |
| 3. Шлифовать ∅35к6. | 0,01 | 0,2 | 23 | 209 | 2,5 |
| **Операция 060 Зубошлифовальная** | | | | | |
| 1. Шлифовать зуб червяка. | 0,01 | 0,2 | 40 | 212 | 5,5 |
| **Операция 065 Зубополировальная** | | | | | |
| 1. Полировать зуб червяка. | 0,01 | 0,2 | 40 | 212 | 5,5 |

**14. Нормирование операций**

Под технически обоснованной нормой времени понимают время, необходимое для выполнения заданного объема работ при определенных организационно-технических условиях и наиболее эффективном использовании всех средств производства.

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени. Для расчета норм штучно-калькуляционного времени ()к норме штучного времени следует добавить подготовительно-заключительное время.

 [1, стр.81], где

 - подготовительно-заключительное время на партию деталей;

 - число деталей в настроечной партии;

 - штучное время на деталь.

 [1, стр. 102], где

 - основное время;

 - время на установку и снятие детали;

 - время на закрепление и открепления детали;

 - время на измерение детали;

 - время приемы управления;

- время на обслуживание рабочего места и отдых.

Рассчитаем нормы штучного времени по укрупненным машиностроительным нормативам.

мин, [5, стр.281, карта 135],

мин, [5, стр.276, карта 134],

мин, [5, стр.314, карта 143],

мин, [5, стр.276, карта 134],

 [5, стр.274, карта 132],

Основное время определяется по формуле: :

мин, [5, стр.338, карта 158],

Порядок расчета норм времени занесем в таблицу 16

Таблица 16 – нормы времени на операцию 015

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Содержание работы | Длина обработки мм | Глубина резания, t мм | Табличное время, мин | Номер карты |
| Установ А: Установить и снять деталь 7,5 6 | | | | |
| 1. Точить ∅60,5 на длине 183 мм;  2. Точить ∅38 на длине 113 мм;  3. Точить ∅35,7 на длине 55 мм;  4. Точить ∅32,7 на длине 32 мм; | 183  113  55  32 | 2,25  3,75  1,15  1,5 | 0,8  0,5х3  0,25  0,15 | 158  158  158  158 |
| Установ Б: Переустановить и снять деталь 5,25 6 | | | | |
| 5. Точить ∅38 на длине 99 мм;  6. Точить ∅35,7 на длине 44 мм; | 99  44 | 3,75  1,15 | 0,45х3  0,2 | 158  158 |
| Итого: 7,5+0,8+1,5+0,25+0,15+5,25+1,35+0,2=17мин | | | | |

 мин

мин

При курсовом проектировании с достаточной степенью точности штучно-калькуляционное время может быть подсчитано по следующей формуле:

 [1, стр. 173], где

 - коэффициент серийности производства по группам оборудования.

 - основное технологическое время каждой операции.

Предположим, что производство серийное. Тогда по [1, стр. 173]









Основное технологическое время:

**1. Операция 010 фрезерно-центровальная**

Для фрезерования:

 [4, стр. 75, карта Ф-1], где

 - длина фрезерования.

1. переход 1. мм; мм/об;  об/мин

мин.

Для сверления:

 [4, стр. 107, карта С-1], где

 - глубина сверления.

2) переход 2. мм; мм/об;

мин

Общее технологическое время на операцию 010

 мин

Штучно-калькуляционное время на операцию 010

 мин.

**2. Операция 030 токарная (чистовая)**

Для токарной обработки.

 [4, стр.16, карта Т-1], где

 - длина рабочего хода суппорта.

Установ А:

1) переход 1. То = 0,32 мин

2) переход 2. То = 0,17 мин

3) переход 3. То = 0,1 мин

4) переход 4. То = 0,02 мин

5) переход 5. То = 0,03 мин

6) переход 6. То = 0,01 мин

7) переход 7. То = 0,05 мин

Установ Б:

8) переход 1. То = 0,14 мин

9) переход 2. То = 0,1 мин

10) переход 3. То = 0,02 мин

Общее технологическое время на операцию 030

 мин

Штучно-калькуляционное время на операцию 030

 мин

**3. Операция 035 зубодолбежная**

Для обработки долбяком на зубофрезерном станке.

 [4, стр.140, карта З-1], где

 - длина рабочего хода суппорта,

 - число заходов червяка.

1) переход 1 . мм; мм/об;  об/мин.

 мин.

Общее технологическое время на операцию 035

мин

Штучно-калькуляционное время на операцию 035

 мин

**4. Операция 040 фрезерная**

Для фрезерования:

 [4, стр.75, карта Ф-1], где

 - длина фрезерования.

1) переход 1. То = 0,94 мин

Общее технологическое время на операцию 040

 мин

Штучно-калькуляционное время на операцию 040

 мин.

**5. Операция 045 сверлильная**

Установ А:

1) переход 1. То = 0,08 мин

2) переход 2. То = 0,1 мин

3) переход 3. То = 0,03 мин

Установ Б:

4) переход 1. То = 0,08 мин

5) переход 2. То = 0,1 мин

6) переход 3. То = 0,03 мин

Общее технологическое время на операцию 045

 мин

Штучно-калькуляционное время на операцию 045

 мин.

**6. Операция 055 круглошлифовальная**

Для шлифования цилиндрической поверхности:

 [4, стр.168, карта Ш-1], где

 - припуск на этапе предварительного шлифования; ; где

 - общий припуск на переход;

 - припуск на окончательное шлифование; ; где

 - припуск на выхаживание;

 - время на выхаживание.

Установ А

1. переход 1.

мм; мм [4, стр. 176];

 мм.

мм;

 мм/мин; [4, стр. 173]

 мм/мин [4, стр. 173]

 мин [4, стр. 175].

 мин.

2) переход 2. То = 0,9 мин

Установ Б

3) переход 1. То = 0,9 мин

Общее технологическое время на операцию 055

мин

Штучно-калькуляционное время на операцию 055

 мин.

**7. Операция 060 зубошлифовальная**

1) переход 1. То = 1,3 мин

Общее технологическое время на операцию 060

мин

Штучно-калькуляционное время на операцию 060

 мин.

**8. Операция 065 зубополировальная**

1) переход 1. То = 1,3 мин

Общее технологическое время на операцию 065

мин

Штучно-калькуляционное время на операцию 065

 мин.

Таблица 17 – нормирование операций

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция,  номер перехода | ,  мин | ,  мин | ,  мин | ,  мин | ,  мин |
| **Операция 010 Фрезерно-центровальная** | | | | | |
| Переход 1  Переход 2 | 1,63  0,08 | 1,71 | 0,7 | 0,8 | 3,2 |
| **Операция 015 токарная (черновая)** | | | | | |
| Переход 1  Переход 2  Переход 3  Переход 4  Переход 5  Переход 6 | 0,8  0,5х3  0,25  0,15  0,45x3  0,2 | 17 | 6,35 | 12,75 | 36,28 |
| **Операция 030 токарная (чистовая)** | | | | | |
| Переход 1  Переход 2  Переход 3  Переход 4  Переход 5  Переход 6  Переход 7  Переход 8  Переход 9  Переход 10 | 0,32  0,17  0,1  0,02  0,03  0,01  0,05  0,14  0,1  0,02 | 0,96 | 0,34 | 0,43 | 1,73 |
| **Операция 035 зубодолбежная** | | | | | |
| Переход 1 | 24 | 24 | 10 | 16 | 40 |
| **Операция 040 фрезерная** | | | | | |
| Переход 1 | 0,94 | 0,94 | 0,36 | 0,4 | 1,7 |
| **Операция 045 сверлильная** | | | | | |
| Переход 1  Переход 2  Переход 3  Переход 4  Переход 5  Переход 6 | 0,08  0,1  0,03  0,08  0,1  0,03 | 0,42 | 0,16 | 0,2 | 0,78 |
| **Операция 055 круглошлифовальная** | | | | | |
| Переход 1  Переход 2  Переход 3 | 0,9  0,9  0,9 | 2,7 | 1 | 1,16 | 4,86 |
| **Операция 060 зубошлифовальная** | | | | | |
| Переход 1 | 1,3 | 5,2 | 2 | 2,16 | 9,36 |
| **Операция 065 зубополировальная** | | | | | |
| Переход 1 | 1,3 | 5,2 | 2 | 2,16 | 9,36 |

**15. Проектирование приспособления**

Разработаем приспособление для операции 040 фрезерной. Для установки заготовки используется опорная призма с , для зажима - прижимы с приводом от пневмоцилиндров.

Силу закрепления  определяем из условий равновесия силовых факторов, действующих на заготовку. В данном случае это окружная сила  и радиальная сила . Силы возьмем из расчета режимов резания.

Н; Н.

Необходимое усилие закрепления:

 [2, стр. 113, табл.10], где

 - коэффициент трения в месте контакта заготовки с опорой.

 - коэффициент трения в месте контакта заготовки с зажимом.

 - коэффициент запаса прочности.

 , [2, стр. 117], где

 - коэффициент гарантированного запаса [2, стр. 117],

 - коэффициент учета увеличения сил резания при черновой обработке [2, стр. 117],

 - коэффициент учета увеличения сил резания вследствие затупления инструмента [2, стр. 117, табл.11],

 - коэффициент учета увеличения сил при прерывистом точении [2, стр. 117],

 - коэффициент учета постоянства силы закрепления [2, стр. 117],

 - коэффициент учета эргономичности [2, стр. 117],

 - коэффициент учета крутящего момента [2, стр. 117],



 [2, стр. 118, табл.12],

 Н

Соотношение плеч рычажной системы найдем из предварительной компоновки.



Необходимое толкающее усилие пневмоцилиндра:

, где

- суммарный КПД системы.

, где

 - КПД пневмоцилиндра,

 - КПД рычажной системы.



 Н

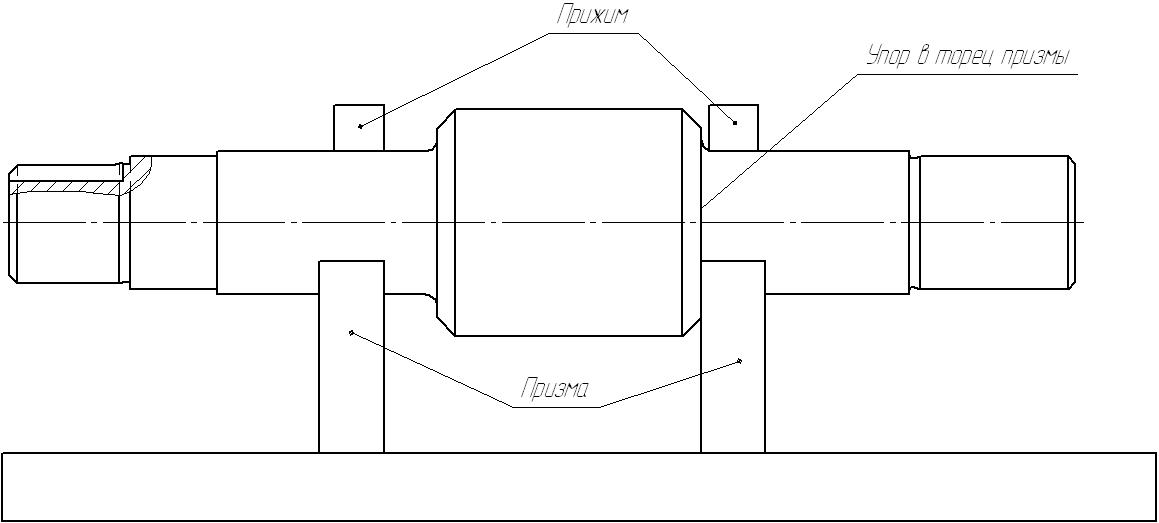


Рис.2 – схема закрепления.

По таблице 19 [2, стр. 125] выбираем пневмоцилиндр двустороннего действия рабочим давлением  МПа;  мм;  мм.

Толкающее усилие 4380 Н,

Тянущее усилие 4080 Н.

Данный пневмоцилиндр обеспечит надежное закрепление заготовки.

**16. Заключение**

В результате выполнения данной курсовой работы был разработан технологический процесс изготовления детали «Червяк». Был обоснован способ получения заготовки, разработан маршрутный процесс изготовления детали, произведен выбор необходимого оборудования и технологических баз, рассчитаны припуски на мех. обработку, режимы резания, проведено нормирование технологических операций. Проведено проектирование специального приспособления, что увеличивает точность изготовления детали и уменьшает долю ручного труда. В результате сократилось время обработки детали и снизилась ее себестоимость.

**Литература**

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [ Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов]. - 4-е изд., перераб. и доп.- Мн.: Выш. школа, 1983.- 256 с., ил.

2. Дальский А.М., Суслов А.Г., Косилова А.Г., и др.; Под редакцией Дальского А.М., Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К. Справочник технолога- машиностроителя. В 2-х т. - 5-е изд., исправленное. - М.; Машиностроение, 2003. - 1857 с., ил.

3. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения» - М.; Машиностроение, 1985. - 184 с., ил.

4. Барановский Ю.В., Брахман Л.А., Бродский Ц.З., и др. Режимы резания металлов. Справочник. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.; Машиностроение, 1972. - 408 с., ил.

5. Зубченко А.С., Колосков М.М., Каширский Ю.В., Марочник сталей и сплавов - М.; Машиностроение, 2003. - 783 с., ил.

6. Жуков Э.Л., Козарь И.И., Мурашкин С.Л., Розовский Б.Я., Технология машиностроения: В 2 кн. Учеб. Пособ. Для вузов. –М.: Высш. шк., 2003.-295 с.: ил.

7. Базров Б. М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2005г. – 736с.: ил.

8. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках; Под редакцией Грязнова Ю.А. - М.; Типография при НИИ труда, 1989. 430 с.

9. Общемашиностроительные нормативы времени на работы, выполняемые на фрезерных и сверлильных станках; Под редакцией Ульянова Р.Г. - М.; Типография при НИИ труда, 1973. 400 с.

10. Общемашиностроительные нормативы времени для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках; Под редакцией Ушанова С.Н. - М.; Типография ВНИИТЭМР, 1985. 376 с.