СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

|  |  |
| --- | --- |
| Введение  1. Технологическая часть  1.1 Расчет объема выпуска сборочных единиц. Выбор типа производства. Расчет такта и размера партии выпуска СЕ  1.2 Разработка технологического процесса сборки СЕ  1.2.1 Описание служебного назначения СЕ  1.2.2 Технические условия и нормы точности на СЕ и их связь со служебным назначением СЕ  1.2.3 Выбор методов достижения требуемой точности СЕ  1.2.4 Предварительный выбор вида и организационной формы сборки  1.2.5 Анализ технологичности конструкции СЕ  1.2.6 Выбор методов контроля качества сборки СЕ  1.2.7 Выбор методов балансировки и испытания СЕ  1.2.8 Разработка последовательности сборки СЕ и составление технологической схемы сборки  1.2.9 Нормирование процесса сборки. Составление циклограммы сборки  1.2.10 Формирование сборочных операций, операций технического контроля и окончательный выбор организационной формы сборки  1.2.11 Выбор методов окраски и консервации изготовленных СЕ  1.2.12 Выбор технических средств технологической оснащенности сборки  1.3 Проектирование участка сборки  1.3.1 Определение количества рабочих мест и рабочих сборщиков  1.3.2 Организация рабочих мест, процесса сборки, мероприятий по технике безопасности  1.4 Расчет объема выпуска деталей. Выбор типа производства. Расчет такта (размера партии) выпуска деталей  1.5 Разработка группового технологического процесса механической обработки деталей тел вращения  1.5.1 Разработка «комплексной» детали  1.5.2 Выбор вида и метода получения заготовок  1.5.3 Выбор и обоснование методов окончательной обработки и плана обработки поверхностей  1.5.4 Обоснование выбора технологических баз  1.5.5 Формирование операций технологического процесса изготовления деталей  1.6 Разработка технологического процесса механической обработки поршня В5312-41  1.6.1 Служебное назначение детали  1.6.2 Анализ соответствия технических условий и норм точности служебному назначению детали  1.6.3 Анализ технологичности конструкции детали  1.6.4 Методы контроля готовой детали  1.6.5 Выбор вида и метода получения заготовки. Определение общих припусков на механическую обработку и размеров заготовки  1.6.6 Выбор и обоснование метода окончательной обработки и плана обработки поверхностей. Формирование операций  1.6.7 Расчет промежуточных припусков, допусков и размеров заготовки  1.6.8 Расчет и выбор режимов резания. Расчет режимов резания. Расчет норм времени  1.7 Описание деталей, входящих в группу  1.7.1 Крышка 90-6130-3114  1.7.2 Кольцо 1586-А-21  1.7.3 Муфта 19 ОСТ 110857-72  1.7.4 Крышка 90-5850-3001  1.7.5 Винт регулировочный 90-6101-101  1.7.6 Штуцер 90-6106-254  1.7.7 Фланец В90-6106-281  1.8 Проектирование гибкого автоматизированного участка механической обработки деталей тел вращения  1.8.1 Расчет количества оборудования и операторов ГАУ  1.8.2 Состав участка  1.8.3 Система управления ГАУ  1.8.4 Описание устройства и техническая характеристика промышленного робота  1.8.5 Автоматическая транспортно-складская система  1.8.6 Вспомогательные устройства  1.8.7 Размещение и площади ГАУ  1.8.8 Необходимые доработки оборудования ГПМ  1.8.9 Компановка ГПМ  1.8.10 Описание работы ГПМ  2. Конструкторская часть  2.1 Проектирование режущего инструмента  2.1.1 Служебное назначение резца проходного  2.1.2 Геометрические параметры режущей части резца  2.1.3 Расчет державки резца на прочность и жесткость  2.2 Конструирование схвата промышленного робота  2.2.1 Служебное назначение  2.2.2 Схема базирования в схвате  2.2.3 Размещение теоретической схемы базирования  2.2.4 Определение силы зажима  2.3 Конструирование ячеистой тары  2.3.1 Служебное назначение  2.3.2 Принципиальная схема ячеистой тары  2.3.3 Конструирование ячеистой тары  2.4.Конструирование патрона с пневмоприводом  2.4.1 Выбор системы приспособления  2.4.2 Разработка теоретической схемы базирования  2.4.3 Реализация теоретической схемы базирования  2.4.4 Расчёт погрешности обработки  2.4.5 Разработка схемы действия сил и определение величины зажима заготовки  2.4.6 Выбор конструкции зажимного механизма  2.4.7 Выбор конструктивно-размерных параметров зажимного механизма  2.4.8 Расчет параметров силового привода  2.4.9 Разработка эскиза расположения силового привода  3. Проектирование цеха  3.1 Расчет производственной программы цеха. Определение требуемого количества оборудования и рабочих мест в цехе  3.1.1 Проектирование участка сборки  3.1.2 Определение общей и производственной площадей цеха  3.2 Выбор типа здания, компоновка цеха  3.2.1 Выбор здания под строительство  3.2.2 Разработка компоновки цеха  4. Технико-экономическое обоснование проекта в виде бизнес-плана  4.1 Резюме  4.2 Характеристика проектируемого участка  4.3 Исследование потенциальных потребителей  4.4 Организация производства продукции на проектируемом участке  4.4.1 Описание нового технологического процесса  4.4.2 Сравнение вариантов технологического процесса по технологической себестоимости  4.4.3 Определение потребного количества оборудования  4.4.3.1 Расчет оборудования по технологическому процессу  4.4.3.2 Расчет оборудования по участку  4.4.4 Определение численности основных производственных рабочих на участке  4.5 План по себестоимости и необходимым капитальным вложениям по проектируемому участку  4.6 План маркетинговых действий  4.7 Потенциальные риски  5. Безопасность и экологичность проекта  5.1 Анализ опасных и вредных факторов на проектируемого объекта  5.2.1 Санитария и гигиена  5.2.2 Защита от шума и вибрации  5.2.3 Освещение  5.2.4 Микроклимат  5.2.5 Электробезопасность  5.2.5.1 Расчёт зануления  5.3 Экологичность проекта  5.4 Пожарная безопасность  Заключение  Список использованных источников  Приложение А – Спецификация на Цилиндр открывания створок трапа  Приложение Б – Спецификация на Резец расточной  Приложение В – Технологический процесс сборки гидроцилиндра  Приложение Г – Групповой технологический процесс механической обработки комплексной детали  Приложение Д – Технологический процесс механической обработки поршня  Приложение Е – Спецификация на планировку участка  Приложение Ж – Спецификация на установочный чертеж ПР  Приложение З – Спецификация на тару ячеистую | 9  10  10  11  11  11  12  14  14  15  16  17  17  20  20  21  25  25  26  27  32  32  33  33  35  36  38  38  38  39  40  40  43  45  45  64  64  65  65  66  66  66  67  67  67  68  70  72  74  75  76  80  81  81  83  83  83  83  84  86  86  87  87  89  90  90  90  91  93  93  93  94  95  98  101  102  103  104  105  105  106  107  108  109  114  115  115  116  117  118  118  118  122  122  122  123  125  126  127  132  132  132  132  135  136  137  139  140  141  149  151  153  155  156  164  197  211  212  213 |

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время возрастает доля серийного и мелкосерийного производства, оно составляет 80 % общего объема производства. Эффективность применения данных типов производства достигается введением методов групповой технологии, применением станков с ЧПУ, формированием технологических участков, управляемых ЭВМ.

Для повышения автоматизации вспомогательных операций, связанных с транспортированием и складированием деталей, разгрузкой и загрузкой технологического оборудования, применяют такое средство автоматизации, как промышленный робот (ПР).

Задачами ПР являются выполнение основных и вспомогательных функций по обслуживанию технологического и складского оборудования.

Системы ЧПУ станков, ПР, построенные на базе микро-ЭВМ, могут быть объединены с мини-ЭВМ, а они в свою очередь, с ЭВМ более высокого уровня в одну систему, образуя управляющий вычислительный комплекс. Это позволяет обеспечивать автоматизированное функционирование и автоматизированную переналадку при производстве изделий широкой номенклатуры.

Такое объединение на базе иерархического оборудования, промышленного робота, складов и транспорта составляет основу гибких автоматизированных производств.

Источниками проектирования являются:

- чертежи сборочной единицы и деталей с техническими условиями;

- технологические процессы;

- отчет по преддипломной практике.

1. Технологическая часть

1.1 Расчет объема выпуска сборочных единиц и деталей. Выбор типа производства. Расчет такта и выпуска СЕ и деталей

Расчет объёма выпуска СЕ ведется с учётом запасных частей по формуле:

где – *N*CE– число сборочных единиц;

*N* – объем выпуска изделий;

*n* – число СЕ, идущих на одну машину;

*α –* % запасных частей

Тип производства определяем по двум расчетным показателям: такту выпуска и коэффициенту серийности.

Рассчитаем такт выпуска

, (1)

где: *Fд*=1860 ч- действительный годовой фонд рабочего времени;

*m*=3- сменность

 мин

Определяем тип производства по коэффициенту серийности:

где: Тшт.ср. – среднее штучное время операции по изготовлению СЕ по заводскому техпроцессу

Коэффициент серийности соответствует среднесерийному типу производства, так как10>>20. Характерной чертой серийного производства является изготовление деталей партиями.

Размер партии деталей определяем по числу дней запаса:

, (2)

где: *f* = 10 дней- число дней запаса СЕ для главного конвейера или для реализационного склада;

*Фр.д* = 232 дня – число рабочих дней.

 шт.

Количество запусков партий в месяц:

 (3)

, *i*целое=2

Принимаем 2 запуска в месяц

Определим тип производства Поршня 151001.32104.00.009

где – *N*д– число деталей;

*N*СЕ– объем выпуска СЕ;

*n* – число деталей, идущих на одну СЕ;

*α –* % запасных частей

Тип производства определяем по двум расчетным показателям: такту выпуска и коэффициенту серийности.

Рассчитаем такт выпуска

 мин

Определяем тип производства по коэффициенту серийности:

где: Тшт.ср. – среднее штучное время операции по изготовлению СЕ по заводскому техпроцессу

Коэффициент серийности соответствует среднесерийному типу производства, так как 10>>20. Производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготовлением периодически повторяющихся партий деталей и сравнительно большим объёмом выпуска.

В среднесерийном производстве заготовки по размерам и форме близки к готовым деталям, но не всегда, а производительность выше, чем в единичном и мелкосерийном производстве, особенно применяется групповой метод обработки.

Предоставляется возможность расположить оборудование в последовательности прохождения технологического процесса. В среднесерийном производстве, наряду с универсальным оборудованием применяется и специальное, универсальные и переналаживаемые приспособления, специальный и универсальный режущий инструмент, выгодно применять станки с ЧПУ.

1.2 Разработка технологического процесса сборки СЕ

1.2.1 Описание служебного назначения СЕ

Силовой гидроцилиндр В5312-20 используется в вертолете МИ-24.

Данный гидроцилиндр предназначен для открывания и закрывания створок трапа.

Жидкость под давлением поступает через штуцер в полость цилиндра (поз.1 ) и оказывает давление на поршень и шток (поз. 2), в следствии чего поршень совершает рабочий ход и, соответственно, створки трапа либо открываются , либо закрываются.

Режим работы СЕ-периодический.

Основные параметры:

1. Рабочая жидкость – АМГ-10 ГОСТ 6794-75.
2. Рабочее давление -160±2 …  кгс/см2 .
3. Давление начала срабатывания предохранительных клапанов - 230 кгс/см2 (не менее).
4. Рабочий ход - 123±1 мм.

1.2.2 Технические условия и нормы точности на СЕ и их связь со служебным назначением СЕ

Технические условия и нормы точности на СЕ являются прямым следствием служебного назначения СЕ.

1. Рабочее давление 160±2… кгс/см2. Необходимость поддержки рабочего давления заключается в том, что в случае, если давление опустится ниже 158 кгс/см2 , то система перестанет работать; если же давление будет больше 220 кгс/см2 . начнется разгерметизация системы, т.е. течь.

2. Перед сборкой цилиндров все детали промыть бензином Б-70 ГОСТ 1012-72 и тщательно протереть.

Невыполнение этого условия ведет к более быстрому износу трущихся поверхностей.

3. Рабочий ход 123±1 мм.

Если это условие не будет выполняться, то створки откроются не до конца и выдвинуть трап будет невозможно.

4. Отсутствие герметичности приведет к утечке жидкости и загрязнению окружающей среды.

1.2.3 Выбор методов достижения требуемой точности СЕ

Разработаны и применяются на практике шесть методов достижения точности замыкающего звена:

1. Полной взаимозаменяемости;
2. Неполной взаимозаменяемости;
3. Групповой взаимозаменяемости;
4. Метод пригонки;
5. Метод регулирования;
6. Метод подбора составляющих звеньев.

Метод полной взаимозаменяемости заключается в том, что требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается путем включения в нее при изготовлении машины или замене в ней при ремонте составляющих звеньев без выбора, подбора или изменения их величин.

Метод неполной взаимозаменяемости заключается в том, что требуемая точность замыкающего звена достигается не во всех изделиях, а у заранее оговоренной их части при включении в размерную цепь или замене в ней всех составляющих звеньев без выбора, подбора или изменения их величины.

Метод групповой взаимозаменяемости заключается в том, что требуемая точность замыкающего звена достигается при включении в размерную цепь составляющих звеньев из одной из групп, на которые они предварительно рассортированы.

Метод пригонки заключается в том, что требуемая точность замыкающего звена достигается изменением величины одного из составляющих звеньев путем съема слоя материала.

Метод регулирования заключается в том, что требуемая точность замыкающего звена достигается изменением величины одного из составляющих звеньев путем без съема с него материала.

Метод подбора составляющих звеньев заключается в том, что требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается подбором составляющих звеньев с частично или полностью компенсирующими отклонениями.

Для того, чтобы определить метод достижения точности данной сборочной единицы, проведем графическое и математическое описание его достижения на базе теории размерных цепей. Для удобства последующих расчетов, количественные значения всех звеньев построенной размерной цепи представим в виде таблицы 1.

Таблица 1- Параметры размерной цепи

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Физическая сущность звена | Обозначение | Чертеж. р-р | Номин. р-р | Передат. отн-е *j* | Поле доп. *ТАi* | Коорд. Сер поля доп. *ТАi* |
| 1 | Расстояние между кольцом и ступенькой штока | А0 | 123±1 | 123 | - | 2.0 | 0-А |
| 2 | Размер ступени кольца | А1 | 6-0,15 | 6 | +1 | 0,15 | -0,075 |
| 3 | Размер буксы | А2 | 38-0,25 | 38 | -1 | 0,25 | -0,125 |
| 4 | Размер гайки | А3 | 4-0.12 | 4 | +1 | 0,12 | -0,06 |
| 5 | Толщина шайбы | А4 | 4-0,12 | 4 | -1 | 0,12 | -0,06 |
| 6 | Размер штока | А5 | 170-0,4 | 170 | +1 | 0,4 | -0.2 |

Составим три уравнения:

1. Для номинальных размеров
2. Для полей допусков
3. Для координат середины полей допусков
4. *А0= А6 – А5 – А3 – А2 + А1 (4)*

*А0=170-4-4-38+6=130*

2.  (5)

3.  (6)

Таким образом, мы можем обеспечить точность замыкающего звена методом полной взаимозаменяемости.

Предварительный выбор вида и организационной формы сборки

В различных типах и при разных условиях производства организация сборки приобретает различные формы. По перемещению собираемого изделия сборка подразделяется на подвижную и неподвижную; по организации производства – на поточную и не поточную.

В нашем случае выбираем стационарную сборку. Изделие полностью от начала до конца собирается на одном рабочем месте.

1.2.5 Анализ технологичности конструкции СЕ

Оценивая соотношения массы и габаритных размеров, делаем вывод, что применение поддерживающих приспособлений не нужно, допускается ручное перемещение. Собираемость узла сомнений не вызывает. Необходимость в стапельной сборке не возникает, т.к. есть четко выраженная базовая деталь-цилиндр. В разборке необходимости нет. Все крепежные детали стандартизированы. Труднодоступных мест для сборки нет. Специальных ТУ нет. В заключении сборки необходимы испытания, для проверки работоспособности и герметичности цилиндра.

В целом конструкция силового цилиндра технологична, но в процессе сборки возникают некоторые неудобства для рабочих:

1. При сборке цилиндра необходимо обеспечивать соосность между поршнем, штоком и гайкой. При отклонениях в соосности иногда происходит заедание, либо поршень очень туго перемещается в цилиндре. В этом случае рабочему-сборщику приходится притирать рабочие поверхности;

2. Во время сборки необходимо обеспечивать затяжку гаек строго установленным моментом. В связи с этим возникает необходимость в использовании специальных ключей;

3. Уплотнительные кольца имеют линию разъема по периметру, поэтому устанавливать их в канавки необходимо, избегая скручивания. В случае скручивания (что происходит довольно часто) рабочему необходимо их поправлять, что приводит к потере времени.

* + 1. Выбор методов контроля качества сборки СЕ

Контроль качества выполнения сборочных операций считается обязательным.

Основными видами контроля качества машин при сборке является наружный осмотр и оценка качества на основе ощущений, а также контроль точности машин и их узлов с помощью различных технологических средств.

ТУ на сборку СЕ контролируется следующим образом:

- ход поршня: штангельциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-80;

- качество шплинтовки: визуально;

- отсутствие вмятин, забоин, заусениц, нарушений покрытий: визуально;

- проверка чистоты зеркала цилиндра: эталон чистоты;

- посторонние шумы при работе: на слух;

- просачивание рабочей жидкости: визуально.

1.2.7 Выбор методов балансировки и испытания СЕ

Дисбалансом называют состояние вращающихся частей СЕ или машины, характеризующееся распределением масс, вызывающем в процессе вращения переменные нагрузки на опорах ротора и его изгиб.

Балансировка – это определение значений и углов дебаланса ротора и уменьшение корректировкой массы до допускаемого значения дебаланса для условий эксплуатации данной машины. Балансировку разделяют на статическую и динамическую.

Используя конструкторскую документацию и технические требования на собираемое изделие, определяем, что вращающиеся части СЕ значительной неуравновешенности масс не имеют, следовательно, балансировка не нужна.

Испытание собранного изделия – заключительная контрольная операция качества его изготовления. Заключительными операциями технологического процесса сборки сборочной единицы В5312-20 является:

1. Приработка цилиндра за 10-12 двойных ходов;
2. Испытание на прочность, для чего: установить поршень в среднем положении цилиндра. Заполнить камеры жидкостью АМГ-10. Заглушить один штуцер заглушкой. Через другой долить жидкость АМГ-10 под давлением 250 кг/см2. Выдержать 10 минут.
3. Испытание на герметичность, для чего: испытать поочередно каждую камеру цилиндра давлением рабочей жидкости АМГ-10 160 кг/см2; 100 кг/см2; 20 кг/см2  и 10 кг/см2. Выдержка каждого давления по 5 минут;
4. Испытание на плавность хода, для чего проверить, чтобы поршень страгивался с места под давлением не более 5 кг/см2 и плавно перемещался по всей длине хода в обе стороны под давлением не более 3 кг/см2 . Повторить 5 раз.

1.2.8 Разработка последовательности сборки СЕ и составление технологической схемы сборки

Технологическая схема сборки - вспомогательный технологический документ, который показывает в графическом виде:

- последовательность соединения деталей и СЕ, входящих в изделие;

- выполнение операций не связанных с присоединением деталей и СЕ (контроль, регулировка, балансировка и т.д.);

Назначение ТСС:

1. Раскрытие структуры изделия и возможность применения узловой сборки;
2. Для формализации и алгоритмизации разработки ТП сборки;
3. Для оценки конструкции изделия с технологической точки зрения.

Технологическая схема сборки представлена на листе графической части проекта.

1.2.9 нормирование процесса сборки. Составление циклограммы сборки

Нормирование сборочных работ является заключительным этапом разработки технологических процессов сборки и заключается в определении времени выполнения сборки по переходам, сформированным при разработке последовательности сборки. Нормирование осуществляется методом аналогии по справочной литературе. /14/

Таблица 2 – Нормы времени ТП сборки силового гидроцилиндра   
В5312-20

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Содержание операции | Топ, мин |
| 5  5а  10  15  20 | Подготовительная  Контрольная БТК  Сборочная  Испытательная  Окончательный контроль | 0,908  0,144  4.787  51.15  0,41 |

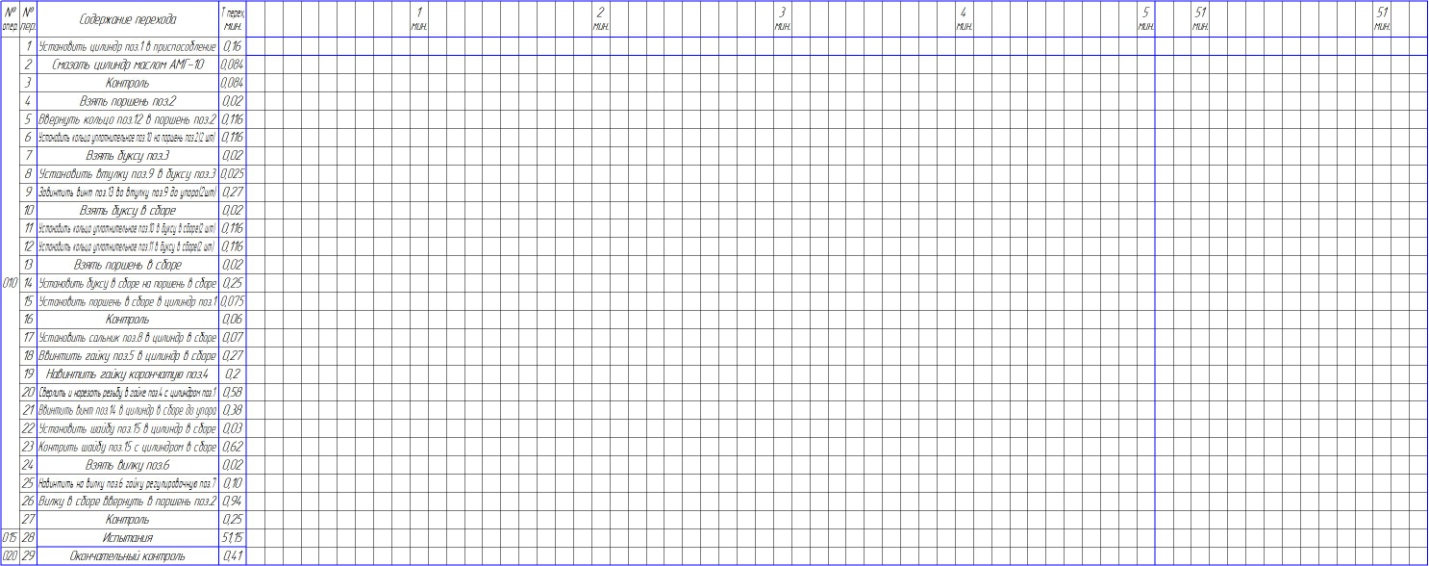
Циклограмма – вспомогательный технологический документ изображающий протекание процесса сборки во времени.

Назначение циклограммы:

1. Визуальное представление затрат времени на технологический процесс сборки в целом.
2. Для анализа ТП сборки и возможной корректировки ТСС.
3. Для синхронизации ТП сборки.

На этом этапе определяется только оперативное время.

Циклограмма:



1.2.10 Формирование сборочных операций, операций технического контроля и окончательный выбор организационной формы сборки

Проанализировав ТСС и циклограмму, принимаем стационарную сборку. Т.к. производство серийное и сборочная единица несложная, то объединяем все переходы в одну сборочную операцию. А так как сборка непоточная, то такт времени является величиной условной и, следовательно, формирование операций происходит по технологическому признаку.

В состав операций включены все работы, обеспечивающие качественную сборку (контроль качества выполнения сборки, подготовительная операция и т.д.).

Так как производство серийное, то контрольные операции будут проводиться на стационарном контрольном пункте. По степени охвата выбираем сплошной контроль, его осуществляем после операции сборки и в конце всего процесса сборки.

Перед контрольными операциями предусмотрены операции очистки проверяемых изделий.

1.2.11 Выбор методов окраски и консервации изготовленных СЕ

В соответствии с требованиями конструкторской документации изделие может быть подвергнуто окраске лакокрасочным покрытием.

Процесс окраски включает в себя очистку, обезжиривание, грунтовку, шпатлевку, шлифовку шпатлеванной поверхности и окраску.

Окраска осуществляется одним или несколькими слоями ручным способом, распылением в электростатическом поле, окунанием и т.д.

Сушку различают естественную и искусственную.

Все произведенные цилиндры подвергают консервации маслом и отправляют нам промежуточный склад.

1.2.12 Выбор технических средств технологической оснащенности сборки

Использование технических средств, предопределяет уровень технологической оснащенности операций сборки, а также уровень механизации и авторизации технологического процесса сборки.

В технологическом процессе сборки сборочной единицы В5312-20 используются технические средства контроля параметров, обеспечиваемых в процессе сборки. К этим техническим средствам относится испытательный гидростенд 6365/037/А.

На этом гидростенде производится контроль следующих параметров гидроцилиндра:

1. Точность;
2. Герметичность;
3. Плавность хода.

Максимальное давление развиваемое на гидростенде 300 кг/см2. Минимальное 0,5 кг/см2.

* 1. Проектирование участка сборки

1.3.1 Определение количества рабочих мест и рабочих сборщиков

Количество рабочих мест на участке сборки определяется по формуле:

, (7)

где: *В=7500* шт/год – объем выпуска сборочной единицы В5312-20;

*ТОП= 5,6* мин- оперативноевремя сборки сборочной единицы В5312-20;

*Фр=1860* час- действительный годовой фонд времени рабочего при 40 часовой рабочей недели.

*Ксм=1-* коэффициент сменности.



Примем число сборщиков *РСБ=1.*

1.3.2 Организация рабочих мест, процесса сборки, мероприятий по технике безопасности

В производственном помещении условия труда характеризуются совокупностью факторов производственной среды , оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда. Для создания оптимальных условий труда на рабочем месте необходимо учитывать экономические, эргономические, психофизиологические, антропологические, санитарно-гигиенические, эстетические, социальные требования.

Рабочее место является основным звеном производственной структуры цеха, поэтому очень важно, чтобы оно было рационально организовано.

Рациональная организация рабочего места включает его планировку, оснащение и обслуживание, позволяющее создать необходимые условия для высокопроизводительной, ритмичной и безопасной работы на протяжении всей смены.

Организация рабочего места должна обеспечивать устойчивое положение и свободу движений работающего, безопасность выполнения трудовых операций.

Рабочее место должно быть свободно от посторонних предметов, хорошо освещено.на полу не должно быть воды и масел.

Воздух рабочей зоны, шум, вибрации в помещении цехов и участков должны соответствовать требованиям стандартов ССТБ.

* 1. Расчет объема выпуска деталей. Выбор типа производства. Расчет такта (размера партии) выпуска деталей

Объем выпуска деталей равен программе выпуска.

В 5312-41 *N1=7500* шт/год; *В1=7500* шт/год,

где *N*-программа выпуска деталей, шт/год;

*В-* объем выпуска деталей, шт/год.

Таблица 3 – Программа выпуска деталей участка

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 90-6130-3114  1586-А-21  90-6101-101  19 ОСТ 110857-72  90-6106-254  90-6106-281  90-5850-3001 | *N2=7500* шт/год  *N3=7000* шт/год  *N4=8000* шт/год  *N5=7000* шт/год  *N6=7500* шт/год  *N7=7500* шт/год  *N8=7000* шт/год | *В2=7500* шт/год,  *В3=7000* шт/год,  *В4=8000* шт/год,  *В5=7000* шт/год,  *В6=7500* шт/год,  *В7=7500* шт/год,  *В8=7000* шт/год, |

Тип производства выбирается с учетом объема выпуска деталей, трудоемкости их изготовления и массы. На данном этапе величина трудоемкости изготовления принимается ориентировочно по сведениям завода-изготовителя.

Тип производства определяется в зависимости от коэффициента серийности.

, (8)

где: *τВ*- такт выпуска деталей, мин;

*tшт.ср*.- штучное время (среднее) по операциям, мин.

, (9)

где: *Fд*=1860 ч/год – действительный фонд времени работы оборудования при трехсменной работе;

*m=3*- количество смен;

*В*- объем выпуска деталей.

 мин/шт

 мин/шт

 мин/шт

 мин/шт

 мин/шт

 мин/шт

 мин/шт

 мин/шт

, (10)

где *tшт.ср-* штучное среднее время по операциям, мин;

*Тшт-* штучное время изготовления детали, мин;

*n*- количество операций, шт.

 мин, тогда 

 мин, тогда 

 мин, тогда 

 мин, тогда 

 мин, тогда 

 мин, тогда 

 мин, тогда 

 мин, тогда 

Так как коэффициент серийности входит в пределы от 1,25 до 20, то тип производства - серийный.

Для серийного типа производства необходимо определить размер партии:

, (11)

где: *f= 5÷10* дней – количество дней запаса;

*Фдн=271* день - количество рабочих дней в году.

 шт

 шт

 шт

 шт

 шт

 шт

 шт

 шт

Число запуска в месяц:

 (12)

















Необходимо обеспечить целое число запуска *iф=5* шт, тогда фактический размер партии:

, (13)

 шт

 шт

 шт

 шт

 шт

 шт

 шт

 шт

1.5 Разработка группового технологического процесса механической обработки деталей тел вращения

1.5.1 Разработка «комплексной детали»

Особенности группового технологического процесса состоят в том, что он представляет собой модель абстрактного технологического процесса механической обработки детали, которая отражает конструктивные особенности всех входящих в группу деталей.

Групповой технологический процесс разрабатывается с учетом оптимизации всех его операций, максимально возможной степени их механизации, возможности выполнения операции на данном технологическом оборудовании. Данный технологический процесс должен позволять осуществить обработку любой детали данной группы без значительных отклонений от общей технологической схемы.

Разработка «комплексной» детали начинается с выбора из группы ротационных деталей какой-либо детали, принятой за базовую. В качестве базовой детали выберем поршень В5312-41, которая имеет наибольшее количество базовой детали последовательно присоединяем недостающие поверхности. Для этого производим поиск в базовой детали для каждой поверхности присоединяемой детали эквивалентную поверхность. Вставляемые недостающие поверхности занимают определенные места в базовой детали. Полученная деталь принимается как очередная базовая, к которой присоединяются недостающие поверхности следующей детали и так далее. В случае эквивалентности двух поверхностей в «комплексную» деталь включается одна из них.

1.5.2 Выбор вида и метода получения заготовок

Выбор вида и метода получения комплексной заготовки имеет большое значение для проектирования технологического процесса механической обработки, полного удовлетворения служебному назначению данной группы деталей.

При выборе заготовки должны быть учтены следующие факторы:

1. Материал деталей - алюминиевый или дюралюминиевый сплавы;

2. Вид нагружения – статический или незначительный динамический;

3. Тип производства - серийный;

4. Тип и конструкция деталей - тела вращения типа «втулка»;

5. Максимальные размеры деталей – *Ø 85*, *l=67.*

Анализируя вышеизложенные факторы, целесообразно изготавливать комплексную заготовку из проката круглого сечения, разделяя его на полуфабрикаты необходимой длины.

Основными требованиями к данным заготовкам являются высокое качество металла и высокая точность на размеры сечения, так как это полностью отражается на точности детали.

Расчет диаметра и длины заготовки производится для каждой детали отдельно.

1.5.3 Выбор и обоснование методов окончательной обработки и плана обработки поверхностей

Принимая во внимание вид заготовки, решаем вопрос о выборе метода обработки. При обработке заготовки осуществляется снятие припуска, получение заданных размеров и формы взаимного расположения поверхностей, получения заданной шероховатости и качества поверхности. Методы обработки, оборудование и инструмент не позволяют выполнить все задачи за один ход режущего инструмента.

При черновой обработке действующие силы резания велики и заготовка сильно перегревается. В таких условиях получить точные размеры невозможно. Поэтому обработку необходимо проводить в несколько этапов.

Технологический процесс обработки поверхностей детали состоит из ряда принципиальных этапов, на каждой из которых решаются определенные задачи. В зависимости от требований к качеству детали, количество этапов в конкретном технологическом процессе может уменьшаться или увеличиваться.

Построим план обработки поверхностей. Для этого пронумеруем все поверхности детали.

План обработки поверхностей имеет вид:

1. Подрезать торец 1
2. Сверлить отверстие D0; L0
3. Точить поверхность 6
4. Точить поверхность 3
5. Точить фаску 5
6. Точить фаску 2
7. Точить канавку 10
8. Точить канавку 8
9. Расточить отверстие 31
10. Расточить отверстие 34
11. Расточить отверстие 36
12. Расточить фаску 32
13. Расточить фаску 35
14. Расточить фаску 37
15. Подрезать торец 22
16. Сверлить отверстие D0; L0
17. Точить поверхность 15
18. Точить поверхность 13
19. Точить поверхность 20
20. Точить поверхность 18
21. Точить поверхность 19
22. Точить фаску 11
23. Точить фаску 14
24. Точить фаску 16
25. Точить фаску 21
26. Расточить канавку 29
27. Расточить отверстие 27
28. Расточить отверстие 24
29. Расточить фаску 30
30. Расточить фаску 28
31. Расточить фаску 26
32. Расточить фаску 23
33. Нарезать резьбу 31
34. Нарезать резьбу 27
35. Нарезать резьбу 15

1.5.4 Обоснование выбора технологических баз

Так как вид заготовки – прокат круглого сечения, длина заготовки невелика, то в качестве технологической базы на первой операции могут быть выбраны торцевая поверхность и ось заготовки. Теоретическая схема базирования имеет вид представленыи на рисунке 1:



Рисунок 1 - Теоретическая схема базирования

1.5.5 Формирование операций технологического процесса изготовления деталей

В соответствии с выбранной последовательностью обработки поверхностей комплексной детали и принципиальной схемой базирования, а также стремясь к обработке максимально возможного количества поверхностей с одного установа, следует осуществлять формирование операций технологического процесса:

Таблица 4- Операции мехобработки

|  |  |
| --- | --- |
| 5  10  15  20  25 | Заготовительная  Контрольная  Токарная (программная)  Токарная (программная)  Окончательный контроль |

Так как одой из целей данного дипломного проекта является создание автоматизированного участка механической обработки деталей тел вращения, то в качестве технологического оборудования может быть использован токарный станок с ЧПУ модели 16К20Т1.

Обработка деталей на станке производится в самоцентрирующемся трехкулачковом патроне.

Наладки операций механической обработки представлены на листах графической части проекта.

Токарный станок с ЧПУ модели 16К20Т1.

Техническая характеристика:

|  |  |
| --- | --- |
| Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:  - над станиной  - над суппортом  Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя, мм  Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм  Шаг нарезаемой резьбы:  - метрический  - дюймовый, число ниток на дюйм  Частота вращения шпинделя, об/мин  Число скоростей шпинделя  Наибольшее перемещение суппорта, мм:  - продольная  - поперечное  Подача суппорта, мм/об:  - продольная  - поперечная  Число ступеней подач  Скорость быстрого перемещения суппорта:  - продольного, мм/мин  - поперечного, мм/мин  Мощность электродвигателя, кВт  Габаритные размеры (без ЧПУ), мм  - длина  - ширина  -высота  - масса, кг | 500  215  53  900  0,01÷40,959  10÷2000  24  900  250  0,01÷28  0,005÷1,4  б/с  6000  5000  11  3700  1770  1700  3800 |

1.6 Разработка технологического процесса механической обработки поршня В5312-41

1.6.1 Служебное назначение детали

Поршень В5312-41 выполняет в цилиндре особо важную роль. Поршень воспринимает давление жидкости, поступающей в полость цилиндра. Под давлением жидкости поршень сдвигается с места и перемещается на длину рабочего хода. При этом шток, скрепленный с поршнем, также перемещается и при этом воздействует на механизм открывания створок трапа. Таким образом поршень преобразует энергию жидкости в механическую работу механизма открывания створок трапа.

1.6.2 Анализ соответствия технических условий и норм точности служебному назначению детали

Технические условия и нормы точности на деталь являются прямым следствием служебного назначения детали:

1. Допуск на длину поршня 40-0,1. В случае невыполнения этой нормы точности поршень будет либо больше, либо меньше заданной длины. В первом случае рабочий ход поршня сократится, в следствии чего створки трапа будут открываться не полностью. Во втором случае рабочий ход поршня увеличиться, что вызовет увеличение рабочего хода поршня, в следствии чего возрастает нагрузка как на механизм открывания створок трапа, так и на гидроцилиндр , что приведет к более частому их выходу из строя.

2. Допуск на ширину канавок под уплотнительные кольца 5,5+0,018. В случае невыполнения этой нормы точности уплотнительные кольца будут либо устанавливаться в канавку туго, либо будет иметься люфт. В первом случае это приведет к тугому перемещению поршня в цилиндре (вплоть до заедания). Во втором случае будет происходить скручивание уплотнительных колец, в следствии чего рабочая жидкость будет просачиваться в соседнюю полость и работа гидроцилиндра будет неравномерной, снизятся технические характеристики гидроцилиндра.

3. Шероховатость в канавках под уплотнительные кольца 0,8 мкм. В случае несоблюдения этого технического условия резиновые кольца будут подвергаться повышенному износу, что приведет к более частому их выходу из строя, а следовательно, и всей сборочной единицы.

1.6.3 Анализ технологичности конструкции детали

Чертеж детали показывает, что габаритные размеры детали соответствует ее массе. Так как масса невелика, то использование грузоподъемных средств исключается.

Согласно служебному назначению поршень должен быть изготовлен из легкого, износостойкого, коррозионностойкого материала, каковым является алюминий и его сплавы.

Конфигурация и материал детали позволяет изготавливать заготовки из проката, разделяя его на полуфабрикаты.

Поверхностей труднодоступных для обработки или измерения нет.

Специальных требований к детали и требований к испытаниям нет.

* + 1. Методы контроля готовой детали

Выбор метода контроля готовых деталей зависит от выбора средств измерений и переналадок измерительных приборов. В данном случае готовые детали возможно контролировать методом непосредственной оценки.

Для измерения большинства диаметральных и линейных размеров применяется штангенциркуль. Для контроля прочих размеров применяют: калибры-пробки, для охватываемых размеров, калибры-скобы, для охватывающих, шаблоны - для остальных.

Контроль поршня осуществляется по следующим параметрам:

- диаметральные размеры:

Ø62-0,074; Ø56-0,046 – калибр-скоба;

Ø47-0,25; Ø60-0,3; Ø54-0,74; Ø42+0,62- штангенциркуль ШЦК-1 ГОСТ 166-80.

*l*=40-0,1; *l*=16+0,043; *l*=5,5+0,018- калибр-скоба;

- резьбовая поверхность М30х1,5 - резьбовой калибр М30х1,5 ГОСТ 100105-73;

- шероховатость контролируется эталонами чистоты.

* + 1. Выбор вида и метода получения заготовки. Определение общих припусков на механическую обработку и размеров заготовки

Расчет диаметра проката ведем по ступени с наибольшим диаметром, напуск имеющийся на остальных ступенях снимаем при черновой обработке.

Расчетный диметр проката:

 (14)

где *Rz*=0,05- высота неровностей профиля;

*h=0,01d=0,01·62=0,62* мм- глубина дефектного слоя;

суммарное отклонение расположения поверхностей:

 (15)

где : *∆1=0,01·l=0,01·15=0,15*- отклонение торца от перпендикулярности;

*∆2=0,3* мм- дефект отрезки;

*li=0,2*- нижнее отклонение;

*0,2*- дополнительный припуск точности проката.

мм

мм

Расчетный диаметр проката *dпр* округляем до ближайшего большего диаметра по ГОСТ 21488-76.

Принимаем диаметр *d=65-0,8.*

Длина меньшей ступени

 мм, (16)

где *l1*- длина ступени по чертежу

*(Rz+h) =0,2* мм – качество поверхности;



где: 

**

*li=1,0*

мм

мм

Длина большой ступени

 мм

мм,

где 

**

Суммарная длина заготовки:

 мм,

принимаем *l3=45-1,0* мм

* + 1. Выбор и обоснование метода окончательной обработки и плана обработки поверхностей. Формирование операций

При разработке индивидуального технологического процесса механической обработки деталей производят сравнение «комплексной» детали с конкретной деталью по структуре, взаимному расположению элементов детали, а также требований к их точности.

Произведем нумерацию поверхностей поршня в соответствии с нумерацией поверхностей «комплексной» детали рисунок 2.

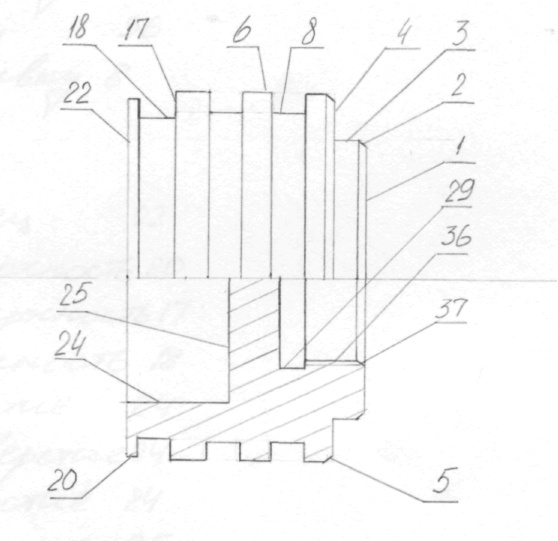


Рисунок 2 – Нумерция поверхностеи детали

Таблица – 5 Параметры поверхностей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер поверхности | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 17 | 18 | 22 | 25 | 24 | 20 | 29 | 36 | 37 |
| Квалитет | 10 | 10 | 12 | 12 | 10 | 9 | 8 | 14 | 14 | 10 | 14 | 14 | 12 | 14 | 8 | 8 |
| Rа, мкм | 3,2 | 3,2 | 6,3 | 6,3 | 3,2 | 1,6 | 0,8 | 6,3 | 6,3 | 3,2 | 25 | 25 | 6,3 | 12,5 | 3,2 | 3,2 |

Выделяя из группового технологического процесса необходимые переходы и операции составляем план обработки поверхностей поршня и производим формирование операций.

План обработки поверхностей имеет вид:

1. Подрезать торец 1
2. Проточить поверхность 6
3. Прочить поверхность 3
4. Точить фаску 2
5. Точить фаску 5
6. Сверлить отверстие 36
7. Расточить отверстие 36
8. Расточить фаску 37
9. Расточить канавку 29
10. Нарезать резьбу 36
11. Проточить канавку 8
12. Подрезать торец 22
13. Проточить поверхность 20
14. Проточить поверхность 17
15. Проточить поверхность 18
16. Сверлить отверстие 24
17. Рассверлить отверстие 24
18. Расточить отверстие 24
19. Точить поверхность 25
    * 1. Расчет промежуточных припусков, допусков и размеров. Уточнение общих припусков и размеров заготовки

Таблица 6- Припуски на поверхности деталей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Размер | Припуск | Допуск |
| Ø 62  Ø 47  Ø 30,3  Ø 56  Ø 60  Ø 54  Ø 42  40 | 3  15  1,8  6  5  6  2  4 | 0,074  0,25  0,62  0,046  0,3  0,74  0,62  0,1 |

* + 1. Расчет и выбор режимов резания. Расчет норм времени

Таблица 7- Режимы резания

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование переходов | D, мм | Lрх, мм | t, мм | i | S, м/об | υ, м/мин | n, об/мин | nф, об/мин | υф, м/мин | tм, мин |
| 1  2  3  4  5  6  7 | Подрезать торец  Проточить поверхность Ø 62  Проточить поверхность Ø 47  Проточить фаску 2х45°  Проточить фаску 2х45°  Сверлить отверстие Ø 27  Расточить  отверстиеØ28,43 | 65  62  47  47  62  27  28,43 | 35  64  5  2,8  2,8  15  31 | 3  0,75  1,8  1,4  1,4  13.5  0,72 | 1  2  5  1  1  1  1 | 0,1  0,1  0,1  0,1  0,1  0,1  0,1 | 181,58  214,44  187,95  189,52  189,52  134,3  184,51 | 789  810  794  799  799  814,39  851 | 710  710  710  710  710  710  710 | 144,9  138,3  104,78  104,78  138,22  55,73  63,53 | 0,492  0,901  0,281  0,004  0,004  0,211  0,436 |
| 8  9  10  11 | Расточить фаску 2х45°  Расточить  канавку  Нарезать резьбу  Проточить канавку | 28,5  30,3  30  56 | 2,8  2  12  10 | 1,4  4  1,5  5,5 | 1  1  1  2 | 0,1  0,1  0,1  0,05 | 184,51  199,8  17,46  205,68 | 851  1500  385,3  679 | 710  355  355  500 | 63,53  33,77  15,44  87,92 | 0,04  0,056  1,352  0,8 |

Таблица 8- Режимы резания

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование переходов | D, мм | Lрх, мм | t, мм | i | S, м/об | υ, м/мин | n, об/мин | nф, об/мин | υф, м/мин | tм, мин |
| 1  2  3  4  5  6 | Подрезать торец  Проточить поверхность Ø 60  Проточить канавку  Сверлить отверстие  Рассверлить отверстие  Расточить отверстие | 65  60  54  25  40  42 | 35  10  14  19  19  42 | 2  2,5  3  12,5  7,5  1 | 1  2  4  1  1  1 | 0,2  0,2  0,1  0,1  0,1  0,1 | 152,69  148,65  172,95  134,3  56,354  197,32 | 748,11  789,03  820  814,39  748,67  796,27 | 710  710  710  710  710  710 | 144,9  133,76  120,38  55,735  49,176  113,63 | 0,246  0,0704  0,197  0,267  0,267  0,591 |

Определим режимы резания для переходов:

1. Подрезать торец

Диаметр обработки D=65 мм;

Глубина резания t=3 мм. Подача S=0,1 мм/об принимается в зависимости от условий обработки, глубины резания и диаметра детали:

Скорость резания:

, (17)

где: *Сυ=485; х=0,12; y=0,25; m=0,28;*

*Т=60* мин – период стойкости инструмента

*Кυ*- поправочный коэффициент

, (18)

где: =0,8 – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

=1 – коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента;

=0,9 – коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

=1 – коэффициент многоинструментальной обработки;

=1 – коэффициент многостаночного обслуживания;

=1 – коэффициент, учитывающий влияние угла в плане резца;

=1 – коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца



 м/мин

Частота вращения шпинделя:

 об/мин

Фактическое значение частоты вращения определяем по таблицам в зависимости от расчетного. Фактическое значение частоты вращения: *nф=710* об/мин.

Фактическая скорость резания:

 (19)

 м/мин

Машинное время обработки:

, (20)

где: *Lpx=35*- длина рабочего хода инструмента

мин

2. Проточить Ø 62

Диаметр обработки D=62 мм;

Глубина резания t=0,75 мм;

Подача S=0,1 мм/об

Скорость резания:

 м/мин

Зная фактическое значение частоты вращения, определяем фактическую скорость резания:

м/мин

Машинное время обработки:

,

где: *Lpx=32*- длина рабочего хода инструмента

мин

3. Проточить поверхность Ø 47

Диаметр обработки D=47 мм;

Глубина резания t=1,8 мм;

Подача S=0,1 мм/об

Скорость резания:

 м/мин

Так как *nф=710* об/мин, то:

м/мин

Машинное время обработки:

, (21)

где: *i=4*- число рабочих проходов

мин

4. Проточить фаску 2х45° на Ø 47

Диаметр обработки D=47 мм;

Глубина резания t=2 мм;

Подача S=0,1 мм/об

Скорость резания:

 м/мин

м/мин

Машинное время обработки:

мин

5. Проточить фаску 2х45° на Ø 62

Диаметр обработки D=62 мм;

Глубина резания t=2 мм;

Подача S=0,1 мм/об

Скорость резания:

 м/мин

м/мин

Машинное время обработки:

мин

6. Сверлить отверстие Ø 27

Глубина резания при сверлении:

 мм, где:

*D*- диаметр отверстия

Подача S=0,1 мм/об выбирается в зависимости от обрабатываемого материала и диаметра сверла.

Скорость резания:

, (22)

где *Сυ=36,3; q=0,25; y=0,55; m=0,125;*

*T=75* мин- период стойкости инструмента;

*Кυ*- общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

, (23)

где =0,8 – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

=1 – коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента;

=1 – коэффициент, учитывающий глубину поверхности;



 м/мин

Частота вращения шпинделя:

 об/мин

Фактическое значение частоты вращения определяем по таблицам в зависимости от расчетного. Фактическое значение частоты вращения: *nф=710* об/мин.

Фактическая скорость резания:

м/мин

Машинное время обработки:

 мин

7. Расточить отверстие Ø28,43

Глубина резания:  мм

Подача S=0,1 мм/об

Скорость резания:

, (24)

где *Сυ=485; х=0,12; y=0,25; m=0,28;*

*T=60* мин- период стойкости инструмента;



 м/мин

Частота вращения шпинделя:

 об/мин

Полученное значение частоты вращения шпинделя сравниваем с паспортными данными станка и получаем фактическое значение частоты вращения: *nф=710* об/мин.

Фактическая скорость резания:

м/мин

Машинное время обработки:

 мин

8. Расточить фаску 2х45° на Ø 28,43

Глубина резания t=2 мм;

Подача S=0,1 мм/об

Скорость резания:

Зная фактическую частоту вращения шпинделя на этом переходе, можно сразу определить фактическую скорость резания:

м/мин

Машинное время обработки:

мин

9. Расточить канавку шириной 4 мм до Ø30,3 мм

Глубина резания t=0,94 мм;

Подача S=0,1 мм/об

Скорость резания:

 м/мин

Частота вращения шпинделя:

 об/мин

В данном случае, так как обработка проводится в закрытом пространстве, а, следовательно, вывод стружки из зоны резания затруднен, то фактическое значение частоты вращения: *nф=355* об/мин.

Фактическая скорость резания:

м/мин

Машинное время обработки:

 мин

10. Нарезать резьбу М30х1,5

Скорость резания:

, (25)

где: *Сυ=20; х=0; y=0,5; m=0,9;*

Глубина резания t=1,75 мм;

*Т=70* мин – период стойкости инструмента

*S=0,1* мм/об

*Кυ*- поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания:

, (26)

где =0,8- коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

=0,75- коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы;

=0,9- коэффициент, учитывающий материал режущей части инструмента;



Скорость резания:

 м/мин

Частота вращения шпинделя:

 об/мин

Принимаем *n=355* об/мин.

Фактическая скорость резания:

м/мин

Машинное время обработки:

 мин

11. Проточить канавку шириной 5,5 мм до Ø56

Глубина резания t=3 мм;

Подача S=0,05 мм/об

Скорость резания:

 м/мин

Частота вращения шпинделя:

 об/мин

Полученное значение сравниваем с паспортными данными станка и получаем фактическое значение частоты вращения: *nф=500* об/мин.

Фактическая скорость резания:

м/мин

Машинное время обработки:

 мин

12. Подрезать торец в размер *l=40*

Диаметр обработки D=65 мм;

Глубина резания t=2 мм;

Подача S=0,2 мм/об

Скорость резания:

 м/мин

Частота вращения шпинделя:

 об/мин

Принимаем *nф=710* об/мин.

Зная фактическое значение частоты вращения, определяем фактическую скорость резания:

м/мин

Машинное время обработки:

,

где: *Lpx=35*- длина рабочего хода инструмента

мин

13. Проточить поверхность Ø 60

Глубина резания t=2,5 мм;

Подача S=0,2 мм/об

Скорость резания:

 м/мин

Частота вращения шпинделя:

 об/мин

Принимаем *nф=710* об/мин, то:

м/мин

Машинное время обработки:

,

мин

14. Проточить канавку шириной 7 мм до Ø 54 мм

Глубина резания t=3 мм;

Подача S=0,1 мм/об

Скорость резания:

 м/мин

Частота вращения шпинделя:

 об/мин

Принимаем *nф=710* об/мин, то:

м/мин

Машинное время обработки:

мин

15. Сверлить отверстие Ø 25

Глубина резания при сверлении:

 мм, где:

*D*- диаметр отверстия

Подача *S=0,1* мм/об выбирается в зависимости от обрабатываемого материала и диаметра сверла.

Скорость резания:

, (27)

где: *Сυ=36,3; q=0,25; y=0,55; m=0,125;*

*T=75* мин- период стойкости инструмента;

*Кυ*=*0,8*

 м/мин

Частота вращения шпинделя:

 об/мин

Фактическое значение частоты вращения определяем по таблицам в зависимости от расчетного. Фактическое значение частоты вращения: *nф=710* об/мин.

Фактическая скорость резания:

м/мин

Машинное время обработки:

 мин

16. Рассверлить отверстие до Ø 40 мм

Глубина резания при рассверливании:

*t=0,5(D-d),* где:

*D*- диаметр полученного отверстия;

*d*- диаметр рассверливаемого отверстия

*t=0,5(40-25)=7,5* мм

Подача *S=0,1* мм/об

Скорость резания:

, (28)

где: *Сυ=23,4; q=0,25; y=0,4; m=0,125; х=0,1; Кυ*=*0,8*

*T=75* мин- период стойкости инструмента;

 м/мин

Частота вращения шпинделя:

 об/мин

Фактическое значение частоты вращения определяем по таблицам в зависимости от расчетного. Фактическое значение частоты вращения: *nф=710* об/мин.

Фактическая скорость резания:

м/мин

Машинное время обработки:

 мин

17. Расточить отверстие до Ø 42 мм

Глубина резания t=1 мм;

Подача S=0,1 мм/об

Скорость резания:

 м/мин

Частота вращения шпинделя:

 об/мин

Принимаем *nф=710* об/мин, то:

м/мин

Машинное время обработки:

,

мин

1.7 Описание деталей входящих в группу

1.7.1 Крышка 90-6130-3114

Крышка 90-6130-3114 является одной из деталей топливной группы и устанавливается на бак топливно-измерительного устройства. В паз крышки Ø 51 вставляется органическое стекло, через которое ведется наблюдение за уровнем топлива в баке. Стекло прижимается к баку крышкой.

Характер нагрузки детали - статический. Чертеж крышки представлен в графической части проекта.

1.7.2 Кольцо 1586-А-21

Кольцо 1586-А-21 выполняет функцию корпуса подшипника качения в блоке гидроцилиндров распределения маслосмазочной жидкости. В сферическую канавку кольца устанавливаются шарики, которые обеспечивают равномерное плавное движение штоков гидроцилиндров.

Кольцо испытывает динамические нагрузки.

Так как система гидроцилиндров герметична, то влияние окружающей среды на работоспособность детали незначительно.

Чертеж кольца представлен в графической части проекта.

1.7.3 Муфта 19ОСТ 110857-72

Муфта 19 ОСТ 110857-72 входит в маслосистему двигателя вертолета. Это элемент заделки рукава, соединяющий масляный бак с трубой маслорадиатора.

В резиновый рукав вставляется муфта и удерживается в нем за счет упругих свойств материала рукава и шероховатости поверхности муфты, которая является основой технологической базой.

С помощью внутренней резьбы М 21х1.5 муфта вместе с рукавом присоединяется к маслобаку или маслорадиатору. Резьбовая поверхность является вспомогательной базой. Характер нагрузки муфты - статический. Чертеж муфты представлен в графической части проекта.

1.7.4 Крышка 90-5850-3001

Крышка 90-5850-3001 бордзарядного штуцера применяется как заглушка сливного отверстия. Внутренняя резьбовая поверхность является основной базой. Рифление на наружной цилиндрической поверхности необходимо для удобства эксплуатации. Бобышка на торце крышки выполняется для крепления цепью крышки к штуцеру.

Характер нагружения - статический.

1.7.5 Винт регулировочный 90-6101-101

Винт регулировочный 90-6101-101 используется в блоке перепуска топлива. Винт регулирует жесткость пружины, одетой на обратный прижимной клапан, который соединяет две полости в топливном баке. При отказе одного из двух подкачивающих насосов, один из клапанов открывается давлением топлива, подаваемого вторым насосом, сжимая пружину.

Винт испытывает статические нагрузки со стороны пружины клапана.

Чертеж винта регулировочного представлен в графической части проекта.

1.7.6 Штуцер 90-6106-254

Штуцер 90-6106-254 является составной частью маслосистемы вертолета. Он расположен на корпусе маслонасоса и служит для подачи под давлением маслосмазывающей жидкости в насос. Штуцер крепится на корпусе насоса при помощи четырех винтов.

Характер нагрузки - статический.

Чертеж штуцера представлен в графической части дипломного проекта.

1.7.7 Фланец В90-6106-281

Фланец В90-6106-281 входит в несколько сборочных единиц топливной группы. Фланец является промежуточным звеном в топливной цепи. Крепится к поверхности при помощи четырех винтов.

Характер нагрузки фланца - статический. Чертеж фланца представлен в графической части дипломного проекта.

1.8 Проектирование гибкого автоматизированного участка механической обработки деталей тел вращения

1.8.1 Расчет количества оборудования и операторов ГАУ

Количество оборудования определяется по формуле:

, (29)

где: *Тшт.к.-* штучно-калькуляционное время на годовую программу. *Тшт.к.=60895 час*;

*Фоб*- действительный годовой фонд времени работы оборудования при трехсменной работе; *Фоб=5465 час*



Принятое количество оборудования:

 станков

Коэффициент загрузки оборудования:



Число операторов определяется по формуле:

, (30)

где: *Фр-* действительный годовой фонд рабочего времени при 40- часовой рабочей недели. *Фр*= 1860 час;

*Км=3*- коэффициент многостаночности;

*т=3*- количество смен

 чел

Принятое количество операторов *Ро=4* человека в смену.

1.8.2 Состав участка

Гибкий автоматизированный участок (ГАУ) предназначен для обработки деталей **те**л вращения .На участке могут обрабатываться детали диаметром до 150 мм и длиной до 150 мм. Соотношение диаметров и длин устанавливается в соответствии с технической характеристикой ГПМ. Количество наименований обрабатываемых деталей практически не ограничено.

На участке расположены ГПМ на базе токарных станков с ЧПУ модели 16К20Т1- 12 штук.

Установка деталей на станок и снятие их со станка, укладка в ячеистые поддоны осуществляется с помощью позиционных промышленных роботов (ПР) типа «Электроника НЦ-ТМ-01», которые совместно со станком образуют отдельные гибкие производственны модули.

Для накопления поддонов с заготовками, поступающих к ГПМ и накопления поддонов с обработанными деталями для принятия их автоматическим краном-штабелером в каждый ГПМ включается приемно-передающее устройство ППУ-4, работающее в автоматическом режиме.

Роботизированный складской комплекс РСК-50-2 состоит из следующих элементов: бесполочных стеллажей, ячеистых металлических поддонов, грузоподъемностью 50 кг, со сменными ячеистыми вкладышами и стеллажного автоматического крана- штабелера. В состав склада входят два перегрузочных устройства, представляющие собой роликовые накопительные конвейера грузоподъемностью 50 кг каждый.

Для бесперебойной работы металлорежущего оборудования в автоматическом режиме на ГАУ предусмотрено регулярное удаление стружки из зоны резания и от участка в целом. Для обеспечения получения элементообразной стружки выбираются соответствующие режимы резания. Комплекс уборки стружки входит в АТСС.

Ремонт приспособлений и инструмента, заточка инструмента на участке не предусмотрена и осуществляется централизовано.

На участке предусматривается помещение входного контроля, служебные помещения ОТК, пост операторов ГПМ, помещение группы технического обслуживания роботов, помещение управляющего вычислительного комплекса УВК, совместно с группой технического обслуживания.

УВК предназначается для оперативно-производственного планирования ОПП, главная цель которого - организация согласованного времени в маршрутно-технологическом ориентировании в производстве, движения деталей в данном ГАУ:

- полное комплексное планомерное выполнение производственной программы:

- наиболее рациональное использование оборудования;

- максимальное ускорение производства.

В систему ОПП входят технические средства ЭВМ, оборудованные дисплеями; информационное обеспечение – карты технологических процессов, нормативы, графики и разнообразные данные планово-учетной документации.

В помещении УВК должны быть созданы необходимые условия для нормального функционирования установленных там ЭВМ и обслуживания их персоналом.

1.8.3 Система управления ГАУ

Гибкое автоматизированное производство базируется на использовании оборудования с программным управлением, построенного по модульному принципу.

Программное управление ГАУ реализуется путем использования в качестве управляющего устройства ЭВМ. Функциональная схема системы управления ГАУ представлена на рисунке 4.

В рассматриваемом случае исполнительный комплекс ГАУ состоит из трех основных систем:

1. Совокупности ячеек, объединяющих обрабатывающие, контрольно-измерительные и робототехнические (транспортные) модули, номенклатура которых определяется технологией производства;

2. Транспортной системы, состоящей из автоматических транспортных средств, программно управляемых системой управления технологической системы;

3. Автоматического склада, программно управляемого системой управления.

Каждая ячейка, транспортная система и автоматический склад управляются выделенной для этой цели ЭВМ, на основе которой строится соответствующая система управления. Эти ЭВМ реализуют функции по управлению оборудованием на основе загружаемых в них программ управления и формируют сообщения о завершении операции или об особых ситуациях, возникающих при работе управляемого ими оборудования.

Совместное функционирование ячеек производства транспортной системы и склада обеспечивается системой управления (СУ).



Рисунок 4 – Функциональная схема управления участком, линией или цехом.

1.8.4 Описание устройства и техническая характеристика промышленного робота

Для обеспечения необходимой гибкости и учитывая, что время обработки деталей мало, целесообразно создавать однопозиционный технологический модуль, где манипулятор обслуживает один станок.

В качестве наиболее перспективной для роботизации технологического процесса принимаем модель промышленного робота «Электроника НЦ-ТМ-01».

ПР «Электроника НЦ-ТМ-01» предназначен для загрузки и разгрузки станка деталями типа «тел вращения», диаметром до 150 мм, длиной до 150 мм.

Рекомендуется для обслуживания токарных станков. Робот состоит из системы управления, электромеханического манипулятора и блока подготовки воздуха.

Система управления выполнена на базе ЭВМ «Электроника 100М» и запрограммирована на стандартный цикл манипулирования деталями; вводятся только переменные данные, характеризующие новую партию деталей: тип кассеты, число позиций в ряду кассеты, число деталей в кассете.

Информацию о партии деталей, поступивших на обработку вводят с клавиатуры дисплея, либо информация поступает в систему управления через устройство управления от системы высшего уровня.

Программное обеспечение системы управления обеспечивает самообучение по первой детали: зажим заготовки, транспортирование ее в рабочую зону станка и прекращение движения при столкновении с препятствием.

Манипулятор имеет 5 степеней подвижности и включает:

1. Механизм горизонтального перемещения, сообщающий манипулятору горизонтальное перемещение (А) вдоль оси шпинделя станка;

2. Механизм поворота (В), поворачивающий «руку» вокруг оси Z на 90°;

3. Механизм выдвижения руки (С);

4. Механизм вертикального перемещения (D);

5. Механизм поворота (Е) вокруг оси, расположенной под углом 45° к оси Z;

6. Механизм захвата с двумя схватами, расположенными под углом 90° друг к другу: (G)- настраивается на захват заготовки, (F)- на захват детали.

Приводы по всем степеням подвижности - электромеханические, привод схвата - пневматический.

Блок подготовки воздуха очищает и редуцирует сжатый воздух, подаваемый в пневмоцилиндры схватов и механизм поворота.

Техническая характеристика.

|  |  |
| --- | --- |
| Грузоподъемность робота, кг  Число степеней подвижности  Количество рук/схватов на руку  Тип привода линейных перемещений  Система управления  Количество программируемых координат  Способ программирования перемещений  Линейные перемещения схватов по оси, мм  X  Y  Z  Поворот руки в горизонтальной плоскости, град  Рабочее перемещение каждого кулачка схватов, мм  Средняя технологическая скорость по оси, мм/с  X  Y  Z  Точность позиционирования, мм  Наибольшая потребляемая мощность, кВт  Напряжение сети, В  Рабочее давление в пневмосети, Па  Габаритные размеры манипулятора, мм  Габаритные размеры  - пульта управления, мм  - блока подготовки воздуха, мм  Масса манипулятора, кг | 3х2 схвата  5  ½  Электромеханическая  Позиционная  3  Обучение  300±10  300±10  150±10  90  5  500±20%  100±20%  50±20%  ±0,4  0,6  220±10%  (3,4÷5,98)·105  1013х486х295  542х1240х690  440х276х90  73 |

1.8.5 Автоматическая транспортно-складская система

Автоматическая транспортно-складская система (АТСС) предназначена для хранения и транспортирования к ГПМ заготовок, полуфабрикатов, инструментов и приспособлений, а также выдачи с участка готовых изделий, удаления от станков образующейся в процессе резания стружки.

АТСС состоит из стеллажа-склада с автоматическим краном-штабелером, для более длительного хранения грузов по сравнению с транспортерами- накопителями. Склад выполнен в виде вытянутых в линию вдоль участка двух параллельных друг к другу многоярусных стеллажей, в ячейках которых хранятся груженые поддоны грузоподъемностью 50 кг, и двух кранов- штабелеров, перемещающихся вдоль стеллажей по двум осям координат. Кран- штабелер выполняет следующие операции: поиск в складе нужного поддона, доставка поддона к приемно - передающему, принятие поддона из приемно-передающего устройства, доставка поддона в ячейку склада, загрузка поддона с заготовками в склад, выгрузка готовых изделий для их отправки с участка.

Последние две операции осуществляются через два роликовых накопительных конвейера, расположенных в торце стеллажей.

Работа штабелера и накопительных конвейеров осуществляется от системы автономного управления.

Роботизированный складской комплекс выбран в зависимости от грузоподъемности и габаритов поддона и стеллажей. Примем роботизированный складской комплекс РСК-50-2. Роликовый накопительный конвейер принят 28.76.197.

В АТСС предусматривается раздельный и независимый от других станков сбор стружки на рабочих местах и транспортирование ее в места централизованного сбора. Система включает в себя находящиеся рядом со станками двухшнековые транспортеры. Линейные конвейеры, расположенные вдоль каждого ряда станков, транспортируют стружку к контейнерам. Для каждого ряда станков предусматривается три контейнера для раздельного сбора одного вида стружки (черные и цветные металлы). Контейнеры по мере их накопления удаляются межцеховым транспортом в отделение переработки металлической стружки предприятия.

1.8.6 Вспомогательные устройства

В качестве ячеистой тары для заготовок и деталей используются поддоны, которые комплектуются различными видами вкладышей. Число отверстий во вкладышах от 4 до 81.

Для автоматической подачи, установки и накопления поддонов используем приемно-передающее устройство типа ППУ-4.

ППУ-4 предназначено для межоперационного транспортирования тары с изделиями в гибких автоматизированных производствах мехобработки, сборки и др.

Устройство осуществляет транспортирование в ручном и автоматическом режиме и позволяет накапливать межоперационный задел.

ППУ-4 представляет собой приводной рольганг модульной конструкции из параллельно соединенных 3-рольганговых модулей с устройством передачи тары на параллельную ветвь.

Техническая характеристика

|  |  |
| --- | --- |
| Размер тары, мм  Масса тары с изделиями, кг  Скорость перемещения тары, м/мин  Точность позиционирования, мм  Электродвигатель (Г 19 523-81):  Тип  Исполнение  Мощность, кВт  Частота вращения, об/мин  Габаритные размеры, мм  - длина  - ширина  - высота  - масса, кг | 455х356х100  50  12  ±1,5  4АА50В4У3  1М108 I  0,9  0,4  1825  950  840-890  240 |

1.8.7 Размещение и площади ГАУ

Планировка участка представлена в графической части дипломного проекта.

Участок размещается в производственном корпусе механического цеха. Оборудование устанавливается в два параллельных ряда. Площадь занимаемая каждым АТМ равна 20 м2; суммарная производственная площадь занимаемая всеми АТМ, составляет:

 (31)

 м2,

где: *Рn=12* – количество АТМ.

Между двумя рядами АТМ располагаются два роботизированных складских комплекса РСК-50-2. необходимая площадь складских помещений определяется из условия нормативного запаса заготовок, межоперационного хранения и хранения готовых деталей.

Площадь части склада хранения заготовок определяется по формуле:

, (32)

где: *Q1*- масса заготовок, обрабатываемых на участке в течении года

, (33)

где: *Ni*- программа выпуска *i*-ой детали в год, шт/год;

*mji*- масса *i*-ой заготовки, кг.



*t1=20* дней – запас заготовок;

*D=250*день – число рабочих дней в году;

*q1=4,0* т/м2 – средняя грузонапряженность площади пола;

*К=0,35* – коэффициент использования площади пола при обслуживании штабелером.

 м2

Площадь межоперационного склада

, (34)

где: *Q2*- масса деталей, проходящих через склад в течении года

, (35)

где: *mji*- масса *i*-ой детали, кг.



*t2=20* дней – запас хранения деталей;

*q2=3,0* т/м2 – средняя грузонапряженность площади пола;

*i= 5, 875*- среднее число операций по обработке деталей;

 м2

Площадь части склада готовых деталей

, (36)

где: *Q3=Q2*- масса готовых деталей, кг;

*t3= 25* дней – запас хранения готовых деталей;

*q3=2,2* т/м2 – средняя грузонапряженность площади пола;

 м2

Площади частей склада для хранения инструмента и приспособлений определяется по числу станков в зависимости от площади пола занимаемого станком.

Учитывая, что на складе имеется место хранения порожней тары, бракованных деталей и прочих грузов, используемых в технологическом процессе, предусматривается дополнительное увеличение площади склада на 20%.

Суммарная площадь склада:

*Sсум=(S1+S2+S3+Sи+Sn+Sпр)·1,2=(2,5+0,68+0,68+12+9,6+9,7)·1,2=42,192 м2,*

где: *Sи=12 м2* - площадь склада для хранения приспособлений;

*Sn=9,6 м2*- площадь склада для хранения приспособлений;

*Sпр=9,7 м2*– площадь склада для хранения прочих материалов.

Принимаем два роботизированных складских комплекса РСК-50-2 со стеллажами высотой 5,8 м и площадью пола 31 м2 каждый. Перед стеллажами предусматривается площадь для прохода и манипулирования крана-штабелера, а между двумя роботизированными складскими комплексами предусматривается метровый проход для технического обслуживания и ремонтных работ стеллажей. В торце для передачи с комплекса на комплекс, приема поддонов и их выдачи за пределы склада, устанавливается два роликовых накопительных конвейера. Общая площадь автоматизированного складского модуля составляет 122, 5 м2.

У каждого ряда ГПМ располагаются по три конвейера для приема стружки с манипулятором. Площадь, занимаемая каждой секцией приема стружки, составляет 7 м2.

Распределение площадей и их величины приведены в таблице 8.

Таблица 8- Распределение площадей ГАУ

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование площадей | Площадь, м2 |
| Производственная площадь  Складской комплекс  Места приема стружки  Помещение входного контроля  Помещение ОТК  Операторская ГПМ  Группа технического обслуживания станков с ЧПУ  Группа технического обслуживания роботов  Помещение управления вычислительным комплексом с группой ТО УВК | 240  122,5  14  9  42  18  36  36  72 |
| Итого : | 589,5 |

1.8.8 Необходимые доработки оборудования ГПМ

Для работы ГПМ в автоматическом режиме необходимо:

1. Установить в шпиндель станка патрон, обеспечивающий зажим- разжим штучных заготовок автоматический;

2. Изменить конструкцию ограждения и автоматизировать его перемещение;

3. Оснастить станок устройством для дробления стружки;

4. Доработать электросхему станка с целью сопряжения системы управления робота с системой управления станка;

5. Провести стыковку системы управления робота с системой управления приемо-передающего устройства.

Кроме того, необходимо провести унификацию применяемого инструмента и использовать легко переналаживаемую, широко диапазонную технологическую оснастку, обеспечивающую без значительной переналадки высокоточное базирование и надежное крепление детали в процессе обработки.

1.8.9 Компановка ГПМ

Манипулятор электромеханический устанавливается на шпиндельной бабке обслуживаемого станка.

Блок подготовки воздуха крепится непосредственно с задней стороны станка и соединяется трубопроводом с манипулятором. Блок управления крепится с нижней стороны ППУ.

Дисплей символьный устанавливается в любом удобном для эксплуатации месте на расстоянии от блока управления не более 1000 мм.

Размещение робота с основными установочными размерами показано в графической части проекта.

1.8.10 Описание работы ГПМ

Цикл работы ГПМ проходит следующим образом:

- ППУ-4 перемещает поддон с заготовками в рабочую зону ПР; робот берет из ячейки поддона заготовку, а на ее место ставит обработанную деталь и перемещается в исходную позицию, ожидая конец обработки детали по программе;

- по окончании работы станка по программе открывается защитное ограждение, робот удаляет из патрона станка обработанную деталь, на ее место устанавливает заготовку и перемещается в исходную позицию; закрывается защитное ограждение, начинается обработка детали по программе;

- после установки на поддон последней обработанной детали ППУ-4 перемещает поддон с деталями, а на его место устанавливает поддон с заготовками.

Подробно перечень переходов выполняемых ПР «Электроника НЦ-ТМ-01» приведен в графической части дипломного проекта.

2.Конструкторская часть

2.1 Проектирование режущего инструмента

2.1.1 Служебное назначение резца проходного

Резец проходной применяется при подрезке торцов и при обтачивании наружного диаметра деталей на токарных станках с ЧПУ.

Материал обрабатываемых деталей алюминиевые и дюралюминиевые сплавы, вид заготовок - прокат круглого сечения.

Тяжелые условия работы, связанные с затруднительным отводом стружки из зоны резания, путаная стружка, а также большой вылет резца при малой головки, исключают применение резцов с пластинами твердого сплава. В подобных случаях целесообразно применение резцов с пластинами из быстрорежущей стали, которые крепятся к державке с помощью сварки.

Державки изготавливают из не дорогой стали марки сталь 45.

2.1.2 Геометрические параметры режущей части резца

Во избежание ослабления головки резца для резцов из быстрорежущей стали вспомогательный угол в плане φ1 устанавливаем в пределах 1,30°-2°. Угол φ2 принимается в пределах 1°-2°. Принимаем φ1=1 °30' и φ2=1.

Во избежание появления вибраций необходимо принять передний угол γ=0°÷15°, примем γ=5°.

Задний угол главной режущей кромки принимается равным 8° по пластине и 12° по державке.

Главная режущая кромка выполнена под углом φ1=90°.

2.1.3 Расчет державки резца на прочность и жесткость

Условие прочности державки выглядит следующим образом:

, (37)

где: - изгибающий момент, где

*Pz*- тангенциальная сила резания

*l*- вылет резца.

, (38)

где: *Ср=50; х=1,0; у=1,0;n=0* – выбраны для конкретных условий работы;

Глубина резания *t=2* мм; подача *S=0,1* мм/об, скорость резания *V=144,9* рассчитаны в п. 1.6.8. *Кр*- поправочный коэффициент.

 (39)



Н

 - момент сопротивления при изгибе (40)

*[τи]= 11 кг/мм2* – допустимое значение прочности державки.

Наиболее слабым местом державки является шейка головки резца. Проверим ее на прочность и определим размеры сечения шейки. Пусть *В:Н=1:5*, где *В,Н*- размеры сечения державки, тогда

 мм (41)

Примем *В=5* мм, тогда *Н=25* мм

Условие жесткости державки выглядит следующим образом

, (42)

где: *f=0,01÷0,005 мм*- стрелка прогиба;

*Е=2·106 кг/мм2* – модуль Юнга;

*l=50* мм – вылет резца;

- момент инерции прямоугольного сечения;

*Pz*- максимальная нагрузка.

*[Pz]=1500* кг- допустимое значение нагрузки

 кг

Условие жесткости выполнено, т.к. 1562,5 кг > 1500 кг, т.е. *Pz*>*[Pz]*, следовательно, державка удовлетворяет условию жесткости.

2.2 Конструирование схвата промышленного робота

2.2.1 Служебное назначение

Загрузка заготовок и выгрузка готовой детали из тары в станок и обратно происходит посредствам ПР «Электроника НЦ-ТМ-01».

Процесс работы робота имеет следующий вид:

1. Механизм горизонтального перемещения, сообщает манипулятору горизонтальное перемещение вдоль оси шпинделя станка, занимает заданное положение;
2. Механизм поворота, поворачивает «руку» вокруг оси Z на 90° и устанавливает её над ячеистой тарой;
3. Механизм вертикального перемещения опускает механизм захвата к таре;
4. Механизм захвата с двумя схватами, расположенными под углом 90° друг к другу: захватывает заготовку посредством схвата1;
5. Механизм вертикального перемещения поднимает механизм захвата над тарой;
6. Механизм захвата, меняет позиции схватов;
7. Механизм вертикального перемещения опускает механизм захвата к таре;
8. Механизм захвата опускает готовую деталь в тару посредством схвата2;
9. Механизм вертикального перемещения поднимает механизм захвата над тарой;
10. Механизм поворота, поворачивает «руку» вокруг оси Z на 90° и устанавливает её перед патроном станка;
11. Механизм захвата, меняет позиции схватов;
12. Пустой схват2 выгружает готовую деталь из патрона станка;
13. Механизм захвата, меняет позиции схватов;
14. Схват1 загружает заготовку в патрон станка
15. Механизм поворота, отводит руку в исходное положение;

2.2.2 Схема базирования в схвате

Так как детали и заготовки представляю собой тела вращения, а схват по сути является трёхкулачковым патроном, то теоретическая схема базирования в схвате будет иметь следующий вид рисунок 6:

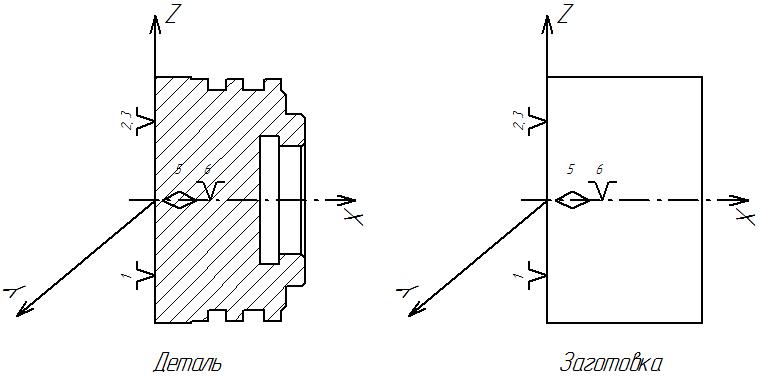


Рисунок 6 - Теоретическая схема базирования в схвате

2.2.3 Реализация теоретической схемы базирования

После выбора теоретической схемы базирования необходимо преобразовать ее в установочные элементы, то есть необходимо выбрать конструкцию, количество и расположение установочных элементов. Выбор установочных элементов для реализации разработанной теоретической схемы базирования осуществляем по методическому указанию "Реализация теоретической схемы базирования в приспособлении".

Комплект баз состоит из одной цилиндрической поверхности и перпендикулярной ей общей оси плоскости. После рассмотрения общего алгоритма, приведенного в методических указаниях, видим, что для выбора установочных элементов можно воспользоваться частным алгоритмом В. По этому алгоритму выбираем: - цилиндрическая поверхность – наружная (блок 2) – цилиндрическая поверхность – двойная направляющая база (блок 3) – установочно-зажимные механизмы выбираем по таблице столбец «А» (блок 4).

Тогда теоретическую схему базирования рекомендуется реализовать следующим набором установочных элементов – зажим в трёхкулачковом патроне с упором (рисунок 2).

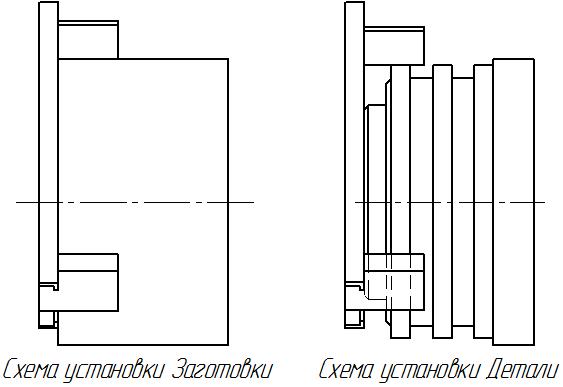


Рисунок 7 – Схема установки заготовки и детали в схвате

2.2.4 Определение силы зажима

Проанализировав процесс взаимодействия схвата с деталью и заготовкой, выявим, что наибольшая сила зажима необходима в тот период, когда оси схвата и детали находятся в вертикальном положении.

На рисунке 8 приведена схема действия сил на деталь.

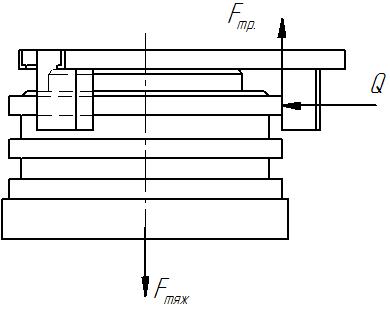


Рисунок 8 – Схема действия сил на деталь

Из схемы действия сил мы видим, что силой влияющей на извлечение детали из схвата, является сила тяжести (Fтяж). Этой силе противодействует сила зажима Q, которую мы прикладываем в трёх точках, посредством кулачков. Точки приложения сил примем на равном расстоянии и под одинаковым углом, это также исключит появление изгибающих моментов.

Анализируя схему действия сил, составим уравнение равновесия и определим силу зажима.

(43)

Расчитываем силу зажима Q:

(44)

где: – гарантированный коэффициент запаса; Кзап=1,5

=15Н

2.3 Конструирование ячеистой тары

2.3.1 Служебное назначение

Транспортирование заготовок от автоматизированного склада к станкам осуществляется с помощью транспортной ячеистой тары.

Транспортная ячеистая тара представляет собой поддон 1 с вкладышами, которые служат для ориентации заготовок.

Ячеистая тара должна удовлетворять требованиям безопасности труда, обеспечивать необходимый запас прочности. Поддоны и вкладыши не должны иметь режущих и колющих кромок и заусенцев, быть удобной и доступной для очистки.

2.3.2 Принципиальная схема ячеистой тары

Так как длина заготовок невелика (L<140 мм), то целесообразно ось заготовок в таре располагать вертикально. Теоретическая схема базирования деталей в ячеистой таре имеет вид рисунок 6:



Рисунок 9 - Теоретическая схема базирования деталей в ячеистой таре

Элементами, базирующими детали и заготовки, являются два вкладыша ячеистой тары. Они расположены в два ряда. Нижний вкладыш 3 представляет собой плоскую пластину, а верхний 2 имеет ряд отверстий, размеры которых зависят от размеров деталей и заготовок. Число отверстий во вкладыше 2 от 4 до 81.

2.3.3 Конструирование ячеистой тары

Исходя из технической характеристики применяемого промышленного робота, назначаем расстояние между осями крайних отверстий во вкладыше 2. Примем его равным *l* мм. Исходя из выбранного расстояния и диаметров деталей, определяем число отверстий во вкладыше 2 и расстояние между осями отверстий. Результаты сводим в таблицу.

Нижний вкладыш расположен на расстоянии *h* от верхнего вкладыша, которое зависит от высоты детали:

*h=0,5 lg*, где *lg* – высота детали.

Крепления нижнего вкладыша к верхнему производится с помощью винтов, а расстояние между вкладышами выдерживается с помощью сменных втулок, высота которых равна *h.*

Диаметры отверстий в верхнем вкладыше на 2 мм больше, чем диаметры заготовок и деталей.

Составим таблицу размеров ячеистой тары.

Таблица 9- Размеры ячеистой тары (варианты изготовления тары).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Обозначение детали | Кол-во отвер-стий | Расстояние между осями отв-ий *l*, мм | Высота втулок *h*, мм | Диаметры отв-й *D*, мм | |
| для заготовок | для деталей |
| 1 | В5312-41 | 25 | 70 | 12 | 65 | 62 |
| 2 | 90-6130-3114 | 9 | 140 | 8 | 92 | 56 |
| 3 | 1586-А-21 | 9 | 140 | 13 | 92 | 82 |
| 4 | 90-6101-101 | 36 | 56 | 21 | 47 | 42 |
| 5 | 19 ОСТ 110857-72 | 25 | 70 | 25 | 50 | 46 |
| 6 | 90-6106-254 | 16 | 93,3 | 19 | 70 | 64 |
| 7 | В90-6106-281 | 36 | 56 | 21 | 45 | 40 |
| 8 | 90-5850-3001 | 25 | 70 | 12 | 60 | 51 |

2.4 Конструирование патрона с пневмоприводом

2.4.1 Выбор системы приспособления

На первом этапе при проектировании приспособления необходимо выбрать систему приспособления, которая может быть взята за основу. Систему приспособления выбираем в соответствии с ГОСТ 14305-73. Станочное приспособление предназначено для оснащения нового технологического процесса. Тип производства по рассматриваемой детали (серийный), количество деталей, трудоёмкость выполнения технологической операции и её налаженность, позволяет использовать неразборное специальное приспособление (НСП). Такие приспособления позволяют без выверки придать заготовке требуемое положение относительно режущего инструмента и благодаря этому обеспечить точность и идентичность обработки всех деталей в партии. Кроме того, НСП позволяют обеспечить быстрое и надежное закрепление при помощи силового привода приспособления, что облегчает условия труда и сокращает вспомогательное время на операцию.

* + 1. Разработка теоретической схемы базирования заготовки

Для выявления теоретической схемы базирования рассмотрим конструкцию детали, а также направление взаимного перемещения заготовки и инструмента. Деталь – тело вращения, состоит из цилиндрических наружных и внутренних, также торцевых поверхностей. Также необходимо учесть, что операция, для которой разрабатывается приспособление.

Анализ показывает, что для нарезания резьбы в отверстие в качестве технологической базы, необходимо использовать следующую поверхность: наружная цилиндрическая поверхность, ∅65-0,8.. Торцевая поверхность является опорной базой и лишает деталь трёх степеней свободы. Теоретическая схема базирования заготовки представлена на рисунке 10. Схема базирования неполная, так как заготовка осесимметричная.

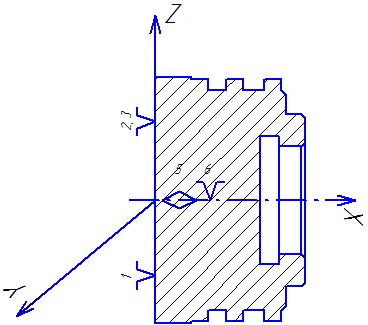


Рисунок 10 – Теоретическая схема базирования втулки шпинделя

* + 1. Реализация теоретической схемы базирования

После выбора теоретической схемы базирования необходимо преобразовать ее в установочные элементы, то есть необходимо выбрать конструкцию, количество и расположение установочных элементов. Выбор установочных элементов для реализации разработанной теоретической схемы базирования осуществляем по методическому указанию "Реализация теоретической схемы базирования в приспособлении".

Комплект баз состоит из одной цилиндрической поверхности и перпендикулярной ей общей оси плоскости. После рассмотрения общего алгоритма, приведенного в методических указаниях, видим, что для выбора установочных элементов можно воспользоваться частным алгоритмом В. По этому алгоритму выбираем: - цилиндрическая поверхность – наружная (блок 2) – цилиндрическая поверхность – двойная направляющая база (блок 3) – установочно-зажимные механизмы выбираем по таблице столбец «А» (блок 4).

Тогда теоретическую схему базирования рекомендуется реализовать следующим набором установочных элементов – зажим в трёхкулачковом патроне с упором (рисунок 11).

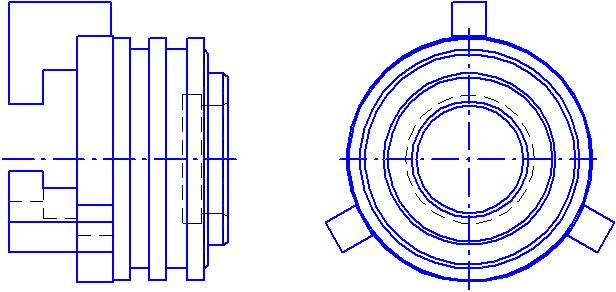


Рисунок 11 – Схема установки заготовки в приспособлении

2.4.4 Расчёт погрешности обработки

При проектировании токарных приспособлений следует учитывать что погрешности, возникающие при обработке, связаны не только с погрешностями базирования заготовки, но и с погрешностями изготовления самого приспособления. Поскольку операция на которой происходит обработка детали производиться на станке с ЧПУ то необходимость в установах и прочих вспомогательных приспособлениях отпадает, так как положения инструмента задается программой и корректируется при её написании.

Погрешности обработки определяются методом решения технологических размерных цепей. На рисунке 3 показана размерная цепь. Замыкающим звеном технологической размерной цепи А0 является размер, который необходимо получить при обработке детали. При нарезании резьбы необходимо выдержать соосность обрабатываемого отверсия относительно оси детали, которая является размерной конструкторской базой и технологической базой.

Так как важнейшим свойством самоцентрирующего трёхкулачкового патрона является то, что он совмещает свою ось симметрии с ось цилиндрической поверхности технологической базы, то в состав погрешности базирования и в размерную цепь войдут лишь звенья, определяющие положение инструмента относительно установочного элемента, погрешности установки патрона на шпинделе, допуск соосности поверхности закрепления и обрабатываемого отверстия. На рис. 12 показана размерная цепь, описывающая формирование заданного показателя точности (таблица 1).

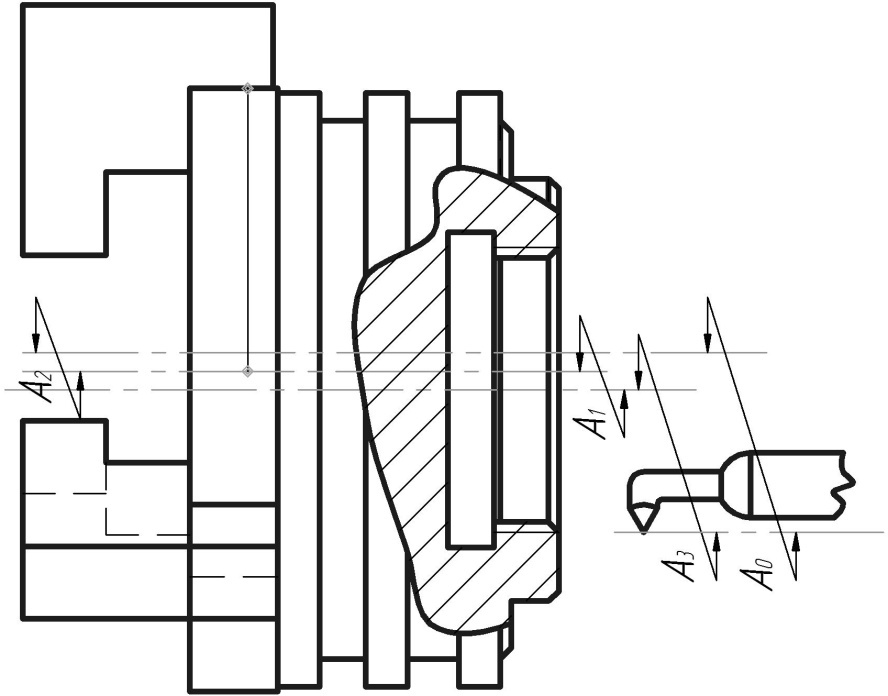


Рисунок 12 - Выбор конструкции элементов для определения положения и направления инструмента. Выявление технологической размерной цепи.

Таблица 10 – Расчетная таблица

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Физическая сущность звена | Обозн | ξ | Размер | Допуск | ЕсАi |
| Допуск соосности между поверхностью закрепления и обрабатываемым отверстием | А1 | -1 | 0 | -0,025 | -0,0375 |
| Соосность шпинделя и патрона (погрешность установочных элементов) | А2 | –1 | 0-0,006 | 0,006 | -0,0057 |
| Размер на установку инструмента | А3 | – | 15+0,018 | 0,036 | -0,0029 |

1. Уравнение номиналов.

Ао= А1+А2+А3

А0= 0-(-1)х0+(-1)х0+(-1)х15=15 мм.

2. Уравнение допусков. Допуск на симметричность шпоночного паза оси детали задан неявно и составляет ТА0=0,2 мм. Этот допуск обеспечивается работой всей технологической системы. Для подсистемы «приспособление» рекомендуется брать (30-50)% от ТА’0, т.е. ТА’0=0,3xТА’0=0,3x0,3=0,09 мм.

Допуски на звенья А1, А2, А3 определяем из соответствующих ГОСТов. Тогда допуск звена А0 равен:

ТА0=0,09-0,025-0,006-0,036=0,019мм.

Такой допуск соответствует 8 квалитету точности. Получение такой точности в условиях инструментального производства экономически целесообразно.

1. Координата середины поля допуска звена А0:

ЕсА0 =0-(-1)х(-0,0375)-(-1)х(-0,0057)-(-1)х(-0,029)=-0,0722.

Таким образом, проектируемое приспособление обеспечит требуемую точность обработки шпоночного паза.

2.4.5 Разработка схемы действия сил и определение величины силы зажима заготовки

2.4.5.1 Определение сил резания

Силы и моменты, возникающие при нарезании резьбы, стремятся нарушить, достигнутое при базировании положение заготовки. Поэтому необходимо закрепить заготовку, причем для минимизации силы закрепления необходимо правильно выбрать точку приложения и направление действия силы зажима.

Режимы резания приведены в операционной карте операции, выпишем их из нее и рассчитаем крутящий момент и силы, действующие на заготовку. Глубина резания t = 1,5 мм. Подача S = 0,10 м/об.

Скорость резания:

,

 м/мин

Частота вращения шпинделя n=*355* об/мин.

Силы:



Н

Mрез===30.54HxM

2.4.5.2 Выбор направления, точки приложения зажимной силы Q и построение схемы действия сил.

Так как формулы для расчетов режимов резания не учитывают самых неблагоприятных моментов, влияющих на величины сил и моментов резания, то для обеспечения безопасности работы рассчитываем величину К.

,

где =1,5 – гарантированный коэффициент запаса;

=1,0 - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях;

К2=1,2 - коэффициент, характеризующий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

К3=1,0- коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

К4=1,3 - коэффициент, характеризующий постоянство силы закрепления в ЗМ (пневмоцилиндр одностороннего действия);

К5=1,0 - коэффициент, характеризующий эргономику ручных зажимных механизмов

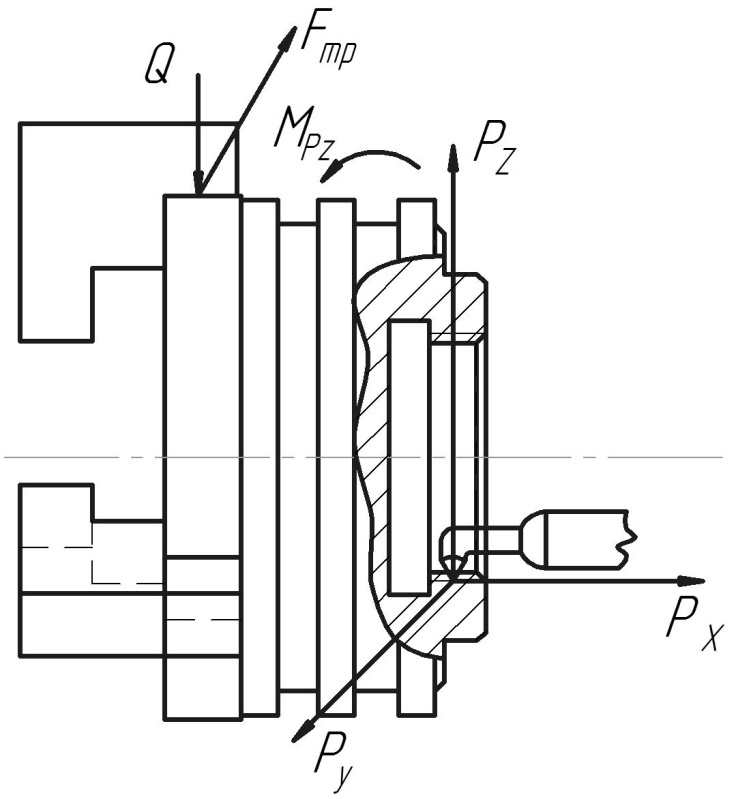
К6=1,0 - коэффициент, учитываемый только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоскостью на постоянные опоры.

Следовательно, .

2.4.5.3 Выбор направления, точки приложения зажимной силы W и построение схемы действия сил.

На рисунке 4 приведена схема действия сил на заготовку. Из схемы видно, что сила Рz действует на заготовку скручивая её вдоль оси. Согласно специфике токарной обработки, сила Pz является единственной значимой силой. Этой силе противодействует сила зажима Q, которую мы прикладываем в трёх точках, посредством кулачков. Точки приложения сил примем на равном расстоянии и под одинаковым углом, это также исключит появление изгибающих моментов.

2.4.5.4 Составление уравнений равновесия.

Анализируя схему действия сил, видим, что в противодействие моменту резания Мрез участвует сила трения, создаваемая силой закрепления Q.

Сила резания рассчитана в разделе 2.5.1 расчет режимов обработки, Мрез=30.54HxM

Составляем уравнение равновесия:

КзапМрез=QRfтр

Расчитываем силу зажима Q:

Q = =

где Kзап – коэффициент запаса учитывающий вид обработки; Kзап=2,34

Q = = 29,77 H

2.4.6 Выбор конструкции зажимного механизма и расчёт параметров силового привода

* + - 1. Выбор конструкции зажимного механизма

При конструировании станочного приспособления, основным условием выбора зажимного механизма, является отсутствие его элементов в зоне установки заготовки, а также зажимной механизм не должен мешать работе инструмента. Механизм на время установки должен отводиться, обеспечивая свободный доступ к установочным элементам. Поэтому в качестве зажимного элемента принимаем кулачки.

* + - 1. Разработка схемы закрепления заготовки

Учитывая конструктивные особенности детали, а также принятые установочные элементы, выбираем схему, при которой закрепление осуществляется тремя кулачками, установленным на корпусе. Диаметр пневмоцилиндра рассчитаем с учетом минимальной силы закрепления 29,77 H. Ход поршня пневмоцилиндра таков, чтобы деталь снималась с приспособления удобно, без дополнительных затрат вспомогательного времени. При подаче воздуха в левую полость пневмоцилиндра, поршень перемещается вправо, клиновая втулка патрона, соединенная со штоком пневмоцилиндра, воздействует на клиновые поверхности, которые в свою очередь воздействуют на кулачки. Заготовка зажимается (рисунок 6). Такая схема закрепления обеспечивает равномерное закрепление заготовки тремя кулачками. При стравливании воздуха из правой полости поршень под действием возвратной пружины смещается вправо, и все действия происходят в обратном порядке.

* + 1. Выбор конструктивно-размерных параметров зажимного механизма и силового привода

Зажим заготовки будем осуществляться тремя кулачками, установленными на корпусе, поэтому сила, создаваемая приводом, будет передаваться на заготовку практически без изменения W=Q (за исключением потерь на трение скольжение со смазкой). Конструктивно-размерные параметры зажимного механизма определяются окончательно после выбора силового привода.

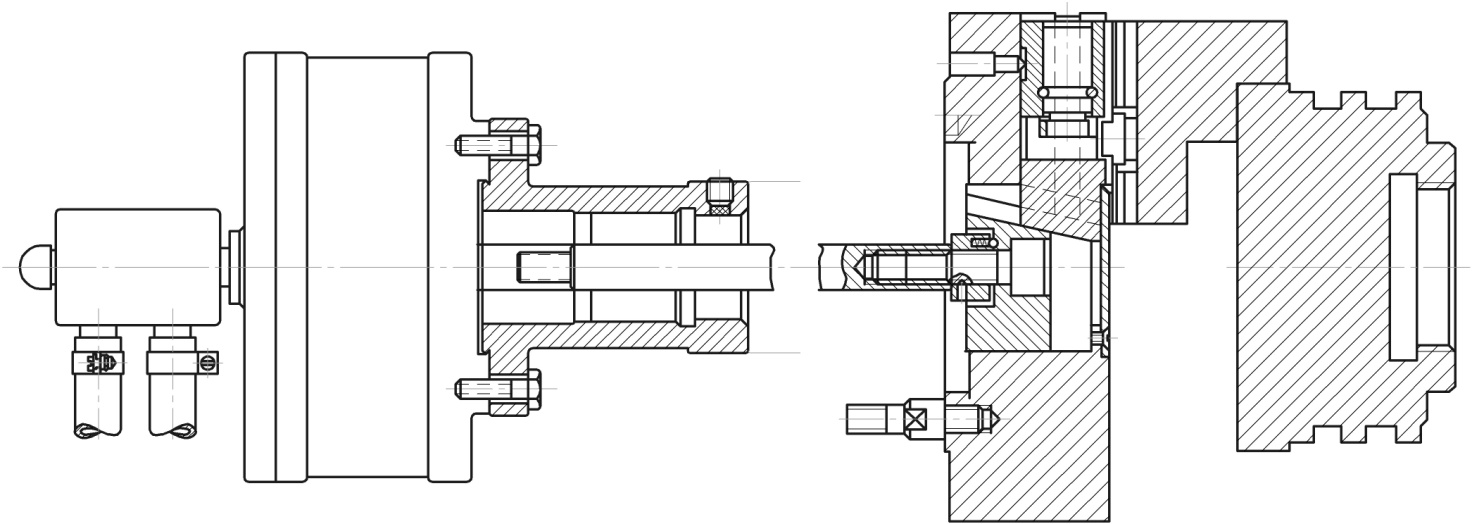


Рисунок 12 – Схема закрепления заготовки

Для выбранной конструкции зажимного механизма должен быть использован пневматический привод. Так как заготовка имеет небольшие габаритные размеры, а требуемая сила зажима (тяговая сила) достаточно невелика, то применяем пневмопривод одностороннего действия с возвратной пружиной 352 (ГОСТ13766-68). Сила пружины при максимальной деформации – 10 кГс.

* + 1. Расчёт параметров силового привода

Основным параметром пневмопривода одностороннего действия является диаметр поршня D и давление воздуха в сети р. Давление воздуха в сети принимаем 4 кГ/см2. По предварительной компоновке в конструкцию приспособления вводим пневмоцилиндр. Такая компоновка позволит обеспечить равномерность зажима и требуемую силу закрепления заготовки.

Рассчитаем диаметр поршня цилиндра по формуле:

,

где  - коэффициент полезного действия привода, =0,97.

см.

По ГОСТ 15608-81 выбираем пневмоцилиндр, имеющий параметры: диаметр поршня D=25 мм, диаметр штока d=12мм.

* + 1. Разработка эскиза расположения силового привода

Для того чтобы обеспечить требуемое направление тяговой силы, пневмоцилиндр необходимо расположить в задней части передней бабки и закрепить за шпиндель. В условиях серийного производства принимаем односторонний вращающийся пневмоцилиндр с креплением на обратной стороне шпинделя. Шток пневмоцилиндра будет соединяться со штоком и клиновой втулкой патрона.

3.Проектирование цеха

Расчет производственной программы цеха и определение требуемого количества оборудования и рабочих мест в цехе

В условиях мелко- и среднесерийного производства, т.е. при значительной номенклатуре выпускаемых изделий трудоемкость расчетов значительно возрастает. Для ее сокращения реальную многономенклатурную программу заменяют приведенной, выраженной ограниченным числом представителей, эквивалентой по трудоемкости фактической. С этой целью вес детали и СЕ разбивают на группы по конструктивным и технологическим признакам. В каждой группе выбирают изделие представитель по которому далее ведут расчет.

Исходными данными для проектирования цеха является действующее производство по выпуску силовых гидроцилиндров В 5312-20:

1. Участок корпусов со следующими характеристиками:

- производственная площадь участка F=460 м²;

- операций по техпроцессу – 6;

- количество оборудования на участке – 12 универсальных станков;

- количество рабочих -12 человек.

2. Гибкий автоматизированный участок обработки деталей тел вращения:

- производственная площадь участка F=590 м²;

- операций по техпроцессу – 2;

- количество оборудования на участке – 12 станков с ЧПУ;

- количество рабочих - 4 человка.

3. Участок вилок:

- производственная площадь участка F=200 м²;

- операций по техпроцессу – 3;

- количество оборудования на участке – 6 универсальных станков;

- количество рабочих - 6 человек.

4. Участок крышек:

- производственная площадь участка F=200 м²;

- операций по техпроцессу – 4;

- количество оборудования на участке – 8 универсальных станков;

- количество рабочих - 8 человек.

5. Участок трубопроводов:

- производственная площадь участка F=380 м²;

- операций по техпроцессу – 4;

- количество оборудования на участке – 8 универсальных станков;

- количество рабочих - 8 человек.

6. Участок сварки поршней:

- производственная площадь участка F=120 м²;

- операций по техпроцессу – 1;

- количество оборудования на участке – 2 сварочных поста;

- количество рабочих - 2 человека.

7. Участок окраски и упаковки:

-производственная площадь участка F=200 м²;

- операций по техпроцессу – 2;

- количество рабочих - 4 человка.

3.1.1 Проектирование участка сборки

Определение количества рабочих мест и рабочих сборщиков.

Количество рабочих мест на участке сборки определяется по формуле:

, (45)

где: *В=7500* шт/год – объем выпуска сборочной единицы В5312-20;

*ТОП= 5,6* мин- оперативноевремя сборки сборочной единицы В5312-20;

*Фр=1860* час- действительный годовой фонд времени рабочего при 40 часовой рабочей недели.

*Ксм=1-* коэффициент сменности.



Примем число сборщиков *РСБ=1.*

Число вспомогательных рабочих, работающих на участке сборки составляет 2, работающих на участке сборки составляет 20% от числа сборщиков:

Примем число вспомогательных рабочих Рв.сб=1.

Производственная площадь участка сборки определяется исходя из количества рабочих мест сборки размещаемых на участке:

(46)

где: Мсб – количество мест сборки, м²;

Sуд.пр. – удельная производственная площадь, приходящаяся на одно рабочее место сборщика, м².

Sпр.=1\*60=60м2

3.1.2 Определение общей и производственной площадей цеха

Площадь производственной системы по своему назначению делится на производственную, вспомогательную и служебную.

Производственная площадь цеха:

, (47)

где: Si – площадь i-того участка, м².

Sпр.ц.=460+200+590+200+380+120+60=2010м2

Общая площадь:

, (48)

где: Сn и Мсб – общее число станков расположенных на всех участках механической обработки и рабочих мест сборки расположенных на участке сборки;

Sуд.об – удельная производственная площадь приходящаяся на один станок, м².

*S*общ.=(12+12+6+8+6)\*60+(1+2)\*60=2720м2

Вспомогательная площадь:

(49)

*S*всп.=2720-2010-730м2

**Проектирование вспомогательной системы механосборочного производства**

**Проектирование заготовительного отделения.**

Заготовительное отделение размещается в непосредственной близости от склада материалов и заготовок и используется для разрезания и центрирования заготовок из прутка, обдирки прутков и труб, из которых изготавливают детали.

Площадь отделения определяют исходя из норм площади на один станок заготовительного отделения с учетом проходов и проездов.

*S*отд.=30\*2=60м2

Проектирование отделения по восстановлению режущего инструмента.

Число приведенных станков:

, (50)

где: Со – общее число станков;

Шп – общее количество шпинделей;

См – число многошпиндельных станков;

К – коэффициент, учитывающий не одновременность работы шпинделей.

Сп=46+(12-2)\*0,4=50шт.

Число универсальных заточных станков:

Сз,=Сп\*К, (51)

где: К=5% - процент обслуживаемых станков.

Сз=50\*0,05=2,5 принимаем 3 станка.

Вспомогательное оборудование – 20% от числа всех заточных станков:

Свсп=Сз\*0,2, (52)

Свсп=3\*0,2=0,6 принимаем 1 станок.

Площадь отделения по восстановлению режущего инструмента определяем на основе норм площади на один заточной станок:

Sотд.=4\*12=48м2

Число заточников:

(53)

где: Собщ. – общее число станков отделения по восстановлению инструмента

Фо – эффективный годовой фонд времени работы оборудования

К – коэффициент использования оборудования

Фр – эффективный годовой фонд времени работы рабочего

принимаем 3 человека.

Отделение располагаю в непосредственной близости с инструментально-раздаточными кладовыми. В отделении монтируется мощная вентиляционная система.

**Проектирование мастерской по ремонту инструментальной и технологической оснастки.**

Количество основных станков ремонтной мастерской – 3 станка исходя из норм.

Вспомогательное оборудование (обдирочно-шлифовальные станки; пресса и др.) составляет 30 % от основных станков подразделения:

Свсп.=3\*0,3=0,9, принимаем 1 станок.

Площадь мастерской определяем по норме на один станок отделения. Полученную площадь увеличивают на 30% под склад запасных частей:

Sотд.=4\*25+4\*25\*0,3=130м2

Число рабочих станочников:

, принимаем 3 рабочих;

Количество слесарей принимаем в размере 60% от числа станочников:

Рсл.=3\*0,6=1,8, принимаем 2 слесаря.

Численность подсобных рабочих составляет 20% от числа станочников и слесарей:

Рп.=(3+2)\*0,2=1

**Проектирование отделения по приготовлению и раздаче СОСТ.**

С целью снижения изнашивания режущего инструмента, улучшения качества обрабатываемой поверхности и повышения производительности труда в механических подразделениях используют смазочно-охлаждающие технологические средства.

Площадь отделения определяем по нормам:

Sотд.=48\*40/50=38,4м2

Площадь склада масел определяем из расчета 0,1 на один обслуживаемый станок:

Sскл.=0,1\*48=4,8м2

Для размещения и работы смазчиков предусмотрено помещение площадью 12,8 м². Количество смазчиков – 1 человек.

Общая площадь отделения СОТС:

Sобщ.отд.=38,4+4,8+12,8=56м2

**Проектирование отделения по переработки стружки.**

Организация удаления и переработки стружки должна обеспечивать сбор и переработку стружки с наименьшими приведенными затратами.

Отделение по переработке стружки размещают у наружной стены здания, вблизи от выезда. Площадь отделении определяют по числу обслуживаемых станков:

Sотд.=23м3

Стружка пакетируется и в дальнейшем вывозится для дальнейшей переработки.

**Проектирование складской системы.**

Склад механосборочного производства можно классифицировать по функциональному назначению: склад металла и заготовок, межоперационный склад, склад готовых деталей, склад комплектующих изделий.

Площадь складов определяется:

, (54)

где: Мз – масса заготовок, полуфабрикатов, деталей, проходящая в течение года, т.;

t – нормативный запас хранения грузов на складе (5 дней);

i – число доставок полуфабрикатов деталей на склад;

Д – число календарных дней в году;

q – средняя грузонапряженность пола(2 т/м²);

Ки – коэффициент использования площади, учитывающий проходы, проезды.

* 1. Площадь склада материалов и заготовок:

=10м2;

* 1. Площадь склада деталей, узлов, комплектующих изделий:

=9м2;

* 1. Площадь склада готовой продукции:

=9м2;

* 1. Площадь приемосдаточная секция в начале участка:

=9м2;

* 1. Площадь приемосдаточная секция в конце участка:

=9м2;

Количество кладовщиков – 5 человек.

Проектирование инструментально-раздаточной кладовой.

Предназначена для хранения, выдачи и проверки режущего, слесарно-сборочного и абразивного инструмента.

Площадь состоит из площадей хранения лезвийного и абразивного инструмента:

Sл=(46-2)\*1=44м2

Sа=2\*0,8=1,6м2

Sобщ.=44+1,6=45,6м2

Для обеспечения нормальной работы инструментального хозяйства предусматриваем наличие 1 ИТР; 1 служащего; 1 МОП.

Проектирование кладовой технологической оснастки.

Кладовая технологической оснастки предназначена для хранения и комплектации специальных, универсально-сборочных приспособлений, универсально-сборной переналаживаемой оснастки и вспомогательных материалов.

Площадь кладовых определяют по нормативам на один производственный станок или одного сборщика.

Кладовая приспособлений и инструмента:

S1=2\*46=92м2

Участок площади УСП:

S2=0,4\*46=18,4м2

Кладовая приспособлений:

S3=1м2

Общая площадь кладовой:

Sобщ.=92+18,4+1=111,4м2

Численность рабочих:

- 2 кладовщика для станков;

- 1 кладовщик для сборки.

Определение численности ИТР, служащих, МОП.

Численность ИТР для механических и сборочных производств определяем в процентном соотношении от числа производственных рабочих:

Ритр.ст.=0,2\*Рст.=0,2\*(12+12+6+8+6)=8,8 , принимаем 9; (55)

Ритр.сб.=0,2\*Рсб.=0,2\*1=0,2 , принимаем 1;

Ритр.=Ритр.ст.+Ритр.сб.=9+1=10

Число служащих механосборочного производства определяем по нормам в зависимости от числа производственных рабочих:

Рмсп=0,2\*Ритр=0,02\*(12+12+6+8+6)=0,88 , принимаем 1. (56)

Численность младшего обслуживающего персонала определяют по норме: один человек на 500-600 м² площади указанных помещений:

Рмоп=2720/600=4,53 , принимаем 5.

Выбор типа здания, компоновка цеха

Выбор здания под строительство

Для проектирования производственных зданий разработан типаж основных типовых унифицированных секций размером 72х72 м и 72х144 м, причем первый размер соответствует длине пролета, а второй – ширине здания. В данном случае принимаем 72х72 м.

Основные секции принимаем крановые с сеткой колонн 24х12 м при высоте пролетов 10,8 м.

**Проектирование служебно-бытовых помещений.**

Площадь служебно-бытовых помещений составляют гардеробные, умывальные, душевые, санитарные узлы, столовые, буфеты, медпункты и т.д.

При укрупненных расчетах площадь служебно-бытовых помещений можно определить исходя из нормы 5 м² на одного работающего по списочному составу с учетом всех смен. По своему назначению площадь служебно-бытовых помещений может быть распределена следующим образом:

- служебные помещения – 22 %;

- гардеробы, умывальные, душевые – 56 %;

- туалеты – 4,5%;

- общественное питание – 15%;

- медицинское обслуживание – 1,9%;

- курительные комнаты – 0,6%.

Sс.б.п=Робщ\*5=(12+12+6+8+6+1+3+6+1+5+3+2+9+1+1+5)\*5=405м2 (57)

Здание служебно-бытовых помещений обычно выполняют из типовых унифицированных секций с сеткой колонн 6х6 м. Ширина пристройки составляет 12 м, длина унифицированного ряда – 36 м, высота этажа (от пола до пола) – 3,3м.

Здание для бытовых помещений представляет собой одноэтажное здание, которое примыкает к торцу здания цеха. Пристройка к производственному зданию для размещения служебно-бытовых помещений располагается со стороны наиболее интенсивных людских потоков.

3.2.2 Разработка компоновки цеха

При оформлении компоновочного плана здание в плане изображаем в виде сетки продольных и поперечных разбивочных осей в масштабе 1:200. Продольные разбивочные оси, образующие пролеты здания, обозначают прописными буквами русского алфавита, поперечные арабскими цифрами.

* 1. Выбор внутрицехового и межцехового транспорта и подъемно-транспортных средств

Т.к. тип производства серийный целесообразно использовать в качестве внутрицехового перемещения мостовые краны (грузоподъемностью 3,2т.), электрокары, тележки.

Для межцехового транспортирования необходимо применение автотранспорта (трактора и др.).

4. Технико-экономическое обоснование проекта в виде бизнес-плана

4.1 Резюме.

В данном бизнес-плане предлагается проект участка механической обработки деталей, типа тел вращения, изготавливаемых по автоматизированным технологиям.

Под проектом участка понимается разработка производственной программы и оборудования с автоматизированными технологиями изготовления деталей, типа тел вращения и организацией производства на проектируемом участке. Применяемая технология обеспечивает необходимые качественные характеристики.

Предлагаемая технология позволяет:

* свести к минимуму трудоемкость и, следовательно, себестоимость деталей;
* получить наиболее минимальную внутрипроизводственную цену детали;
* охватить максимально возможный рынок сбыта.

Для организации производства деталей, типа тел вращения на проектируемом участке по предлагаемой технологии необходимы капитальные вложения на сумму 2470 тыс. рублей.

Срок возврата капитальных вложений: - 1,7 года. В 2012г. прибыль составит 2851,32 тыс.руб.

Объем безубыточности: 12664 тыс.руб. в 2012г..

Запас финансовой прочности: 4456 тыс.руб. в 2012г.

Коэффициент (покрытия) запаса финансовой прочности - 31 % при нормативе в 30%, что свидетельствует о стабильном финансовом положении.

4.2 Характеристика проектируемого участка.

Участок по изготовлению деталей, типа тел вращения является внутрипроизводственным подразделением цеха завода «Роствертол». Участок будет оснащен современным металлорежущим и прочим технологическим оборудованием в количестве 12 единиц, его работники - 4 рабочих - наладчика, которые работают в 3 смены, имеют высокую квалификацию.

В проекте рассмотрена автоматизированная технология изготовления деталей тел вращения на проектируемом участке.

Предлагаемая технология изготовления деталей, типа тел вращения на проектируемом участке позволяет свести к минимуму трудоемкость и себестоимость изготовления детали и в целом всего изделия.

Проведенные маркетинговые исследования проектирования участка по изготовлению деталей, типа тел вращения позволила создать маркетинговую модель проектирования участка, представленную на рисунке 10 - маркетинговая модель проектирования участка изготовления деталей тел вращения, т.е. данная технология рассмотрена:

* по замыслу: проектирования участка механообработки деталей тел вращения;
* в реальном исполнении: проектирования участка по проектируемой технологии предлагается изготовление деталей тел вращения в две операции на токарном станке с ЧПУ модели 16К20Т1, что позволяет получить трудоемкость операций составляющую (9,8+5,0=14,8)мин;
* область применения: предприятие разработчик, участие во внутрипроизводственном цикле;
* преимущества у изготовителя – снижение трудоемкости и себестоимости продукции машиностроения.

**Область применения результатов НТНВ**

Участие во внутрипроизводственном обороте

**По замыслу:**

Проектирование производства

на участке механообработки детали

**В реальном исполнении**:

Механосборочный цех по выпуску деталей и узлов летательного аппарата.

**Преимущества:**

**У производителя:** Повышение гибкости производства;

Снижение трудоемкости

Повышение коэффициента загрузки оборудования

**У потребителя:**

Снижение внутрипроизводственной цены

## Рисунок 10 – Маркетинговая модель проектирования

## участка изготовления деталей, типа тел вращения.

4.3 Исследование потенциальных потребителей

Технология изготовления деталей тел вращения найдет применение на заводе изготовителе.

В соответствии с проведенными исследованиями рынка потенциальных потребителей ориентировочная сегментация рынка представлена в таблице 10 - Сегментация рынка.

Таблица 10 - Сегментация потенциальных потребителей (шт.)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сегментация потенциальных потребителей | 2010 | | 2011 | | 2012 |
| 1-е п/г | 2-е п/г | 1-е п/г | 2-е п/г | год |
| 1.Внутрипроизводственный  оборот предприятия | 25750 | 25750 | 35000 | 35000 | 90000 |
| Итого (N) | 25750 | 25750 | 35000 | 35000 | 90000 |

4. 4 Организация производства продукции на проектируемом участке

4.4.1 Описание нового технологического процесса

При проектировании технологического процесса механической обработки деталей, типа тел вращения, по предлагаемой технологии предполагается получение детали в две токарно-сверлильные операции на станке с ЧПУ модели 16К20Т1.

Процесс изготовления поршня содержит следующие этапы:

* выбор вида и метода получения заготовки;
* разработка технологии изготовления детали;
* выбор необходимого оборудования и инструмента;
* проектирование необходимой оснастки и приспособлений;
* внедрение разработанной технологии изготовления поршня в производство;
* определение необходимого контроля качества продукции, окраски, консервации, упаковки.

4.4.2 Экономическое обоснование проектируемого технологического процесса по технологической себестоимости

Экономическое обоснование проектируемого технологического процесса заключается в подтверждении целесообразности его применения и производится на основе расчета и анализа технологической себестоимости обработки детали.

Предлагается изготовление деталей тел вращения в две операции на токарном станке с ЧПУ модели 16К20Т1, за (9,8+5,0=14,8) мин.

Рассчитаем элементы технологической себестоимости изготовления детали по проектируемому техпроцессу по изменяемым операциям.

Заработная плата станочника с начислениями:

Зс =  (58)

Зс.п.= = 17,12руб.

### Затраты на электроэнергию:

Эс =; tмаш ≈ 0.7 tшт (59)

Эсп. = 6,69 руб.

Затраты на ремонт оборудования:

Ср =  в 2010 году Nд = 51500шт. (60)

Ссп = ,

где: стоимость одного станка 16К20Т1 – 675000 руб.

Расходы на амортизацию оборудования:

Ау.с.= (61)

Ау.с.п.= 24,98руб.

Расходы на наладку станков:

Нс =  (62)

Нс п =руб.

Таблица 11 - Сравнение вариантов ТП

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элементы технологической  себестоимости | Заводской ТП | Проектируемый ТП |
| Заработная плата Зс  Затраты на эл.энергию Эс  Затраты на ремонт  Затраты на амортизацию Ау.с | 24,99  9,77  1,34  25,54 | 17,12  6,69  1,31  24,98 |
| Итого переменных расходов | Vб = 61,64руб. | Vп = 50,1 руб. |
| Расходы на наладку станков  Расходы на приспособления | 284,66  - | 189,77  20000 |
| Итого постоянных расходов | Wз = 284,66 руб. | Wп=20189,77руб. |

По данным постоянных и переменных затрат технологической себестоимости определим критическую программу, при которой оба варианта равноценны.

N кр. = шт. (63)

По величине критической программы и затратам постоянным технологической себестоимости строим график критической программы рисунок 11.

W руб.

## 

Э = 574404 руб.

W2

W1

N шт.

Nкр= 1725 шт. N=51500шт.

Рисунок 11 - график критической программы

Вывод: так как критическая программа выпуска деталей больше 0, то применение проектируемого техпроцесса является экономически выгодным при программе выпуска более 1725 шт.

Рассчитаем сумму экономии от внедрения предлагаемого техпроцесса изготовления деталей типа «втулка».

Э=(V1-V2)×N-(W2-W1)=(61,54-50,1)×51500-(20189,77-284,66)=574404 руб.(64)

4.4.3 Определение потребного количества оборудования

4.4.3.1 Расчет оборудования по технологическому процессу

Количество металлорежущего оборудования рассчитывается по каждому виду обработки на определенных станках в зависимости от содержания операций, выполнение которых необходимо для изготовления детали.

S р =  (65)

где:  - станкоемкость 1-ой детали по проектируемому участку

N – годовая программа выпуска в 2010 году (51500шт);

Фд – годовой действительный фонд времени единицы оборудования (5465час.);

Кв – коэффициент выполнения норм (1,2).

По проектируемому технологическому процессу две операции выполняются на двух станках.

Токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Т1



Принимаем 2 станка; кз=0,93.

4.4.3.2 Расчет оборудования по участку

Определим количество станков на участке мехобработки.

Количество оборудования определяется по формуле:

, (66)

где: *Тшт.к.-* штучно-калькуляционное время на годовую программу. *Тшт.к.=60895 час*;

*Фоб*- действительный годовой фонд времени работы оборудования при трехсменной работе; *Фоб=5465 час*



Принятое количество оборудования:

 станков

Коэффициент загрузки оборудования:

.

4.4.4 Определение численности основных производственных

рабочих на участке

Определим численность рабочих на участке на основе общей станкоемкости работ по проектируемому участку.

Число операторов определяется по формуле:

, (67)

где: *Фр-* действительный годовой фонд рабочего времени при 40- часовой рабочей недели. *Фр*= 1860 час;

*Км=3*- коэффициент многостаночности;

 чел

Принятое количество наладчиков *Ро=12* человек.

4.5 План по себестоимости и необходимым капитальным вложениям по проектируемому участку

Потребность в капитальных вложениях определяется потребностью оборотного капитала в виде запасов материалов и комплектующих, и средств, вкладываемых в незавершенное производство и проектные работы. С этой целью определяется технологическая себестоимость одного изделия (таблица 12 - калькуляция себестоимости и внутрипроизводственная цена деталей тел вращения)

Таблица 12 – Калькуляция себестоимости и внутрипроизводственная цена деталей тел вращения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование статей расходов | Обозначен. | Сумма руб. |
| 1.Затраты на основные материалы  2.Заработная плата производственных рабочих  Зо.пр.=  3.Единый социальный налог Нс = 26% от Зо.пр  4.Общепроизводственные расходы ОПР = 300%Зо.пр  5.Общехозяйственные расходы ОХР = 200% от Зо.пр.  6.Цеховая себестоимость выпуска детали за период Сч=∑стр.(1-5)  7.Общезаводские расходы ОЗР=Зо.пр.  8.Производственная себестоимость выпуска детали за период Спр=∑стр.(6-7)  9.Коммерческие расходы КР=2% от Спр. | Мо  Зо  Нс  ОПР  ОХР  Сч  ОЗР  Спр  Кр | 30  17,12  4,45  51,36  34,24  137,17  17,12  154,29  3,09 |
| 10.Полная себестоимость выпуска детали за период Сп=∑стр.(8-9)  11.Условная прибыль Пн =  (R=20%) | Сп  Пр | 157,38  33,5 |
| 12. Планово-расчетная цена детали (внутрипроизводственная) Цп=∑(10-11) | Цп | 190,88 |

Смета затрат на производство, по проектируемому участку в калькуляционном разрезе по периодам представлена в таблице 13 – смета затрат на производство

Таблица 13 – Смета затрат на производство ( в тыс.руб.)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статьи затрат | 2010 | | 2011 | | 2012 |
| 1-е п/г | 2-е п/г | 1-е п/г | 2-е п/г | год |
| 1. Материальные затраты | 807,3 | 807,3 | 1050 | 1050 | 2691 |
| 2. Заработная плата | 460,71 | 460,71 | 599,2 | 599,2 | 1535,7 |
| 3. Единый социальный налог | 119,76 | 119,76 | 157,5 | 157,5 | 57,85 |
| 4. Общепроизводственные расходы | 1382,07 | 1382,07 | 1796,7 | 1796,7 | 399,17 |
| 5. Общехозяйственные расходы | 783,43 | 783,43 | 1196,4 | 1196,4 | 3071,3 |
| 6. Цеховая себестоимость выпуска детали за период | 783,43 | 783,43 | 4800,95 | 4800,95 | 12304 |
| 7. Общезаводские расходы | 460,71 | 460,71 | 599,2 | 599,2 | 1535,7 |
| 8. Производственная себестоимость выпуска детали за период | 4151,94 | 4151,94 | 5400,15 | 5400,15 | 13840 |
| 9. Коммерческие расходы | 83,15 | 83,15 | 108,15 | 108,15 | 277,17 |
| 10. Полная себестоимость выпуска детали за период | 4235,08 | 4235,08 | 5508,3 | 5508,3 | 14117 |
| 11. Условная прибыль (наценка) | 901,49 | 901,49 | 1172,5 | 1172,5 | 3005 |
| 12. Объем поставок в планово – расчетных ценах Qпостав. | 5136,57 | 5136,57 | 6680,8 | 6680,8 | 17122 |

Общая потребность в капитальных вложениях отражена в таблице 14 - потребность в капитальных вложениях .

Таблица 14 – Потребность в капитальных вложениях (тыс.руб.)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Направления капитальных вложений | 2010 | | 2011 | | 2012 |
| 1 п/г | 2 п/г | 1 п/г | 2 п/г | год |
| Общая потребность в капитальных вложениях, в т.ч.:  Cтоимость дополнительного оборудования и других технических средств | 2470  1180 | -  - | -  - | -  - | -  - |
| Затраты на НИОКР (­≈1% от Qпостав.) | 51,37 | - | - | - | - |
| Технологическая подготовка производства (­≈2% от Qпостав.) | 102,74 | - | - | - | - |
| Пополнения оборотных средств (=5% от Мо) | 40,37 | 40,37 | 52,5 | 52,5 | 134,6 |
| Затраты на маркетинг (­≈2% от Qпостав.) | 102,74 | 102,74 | 133,6 | 133,6 | 342,4 |

Т.о. необходимы капитальные вложения на сумму 2470 тысяч рублей. В стоимость дополнительных технических средств входят:

- промышленный робот «Электроника ТМ-НЦ-01» - 12 шт., общей стоимостью 600 тыс.рублей;

- приемо-передающее устройство ППУ-4 – 12 шт., общей стоимостью 180 тыс.рублей;

- роботизированный складской комплекс РСК-50.2 – 2 шт., общей стоимостью 300 тыс.рублей;

- кран-штабелер РСК-50.2 – 2 шт., общей стоимостью 100 тыс.рублей.

4.6 План маркетинговых действий

План маркетинга в данном бизнес плане осуществляется по комплексу маркетинга "6Р" (people, product, production, price, provider, processing)People, product - маркетинговая ориентация представлена на рисунке 10 - маркетинговая модель технической реструктуризации участка мехобработки деталей тел вращения.

Production - предусмотрен прогрессивный техпроцесс в настоящее время. В дальнейшем возможно совершенствование технологии изготовления деталей в свете НТП.

Price - в настоящем бизнес плане цена детали определена исходя из издержек производства, в дальнейшем, возможно использование гибких цен, исходя из спроса и цен конкурентов.

Рrovider, processing - в перспективе возможно использование Интернет для создания банка и базы данных, а также использование программных продуктов по всему комплексу маркетинга.

4.7 Потенциальные риски

Производственные риски связаны с различными нарушениями в производственном процессе поставок сырья, материалов, комплектующих. Мерой снижения является действенный контроль за ходом производственного процесса.

Коммерческие риски при наличии коммерческого расчета на предприятии связаны с реализацией деталей другим производственным подразделением. Мерами снижения коммерческих рисков могут быть: систематическое изучение потребности предприятия в изготовляемых участком деталях; соответствующая внутрипроизводственная ценовая политика; формирование имиджа и стиля работы участка; реклама и т.д.

Финансовый план

Финансовый план обосновывает экономическую эффективность затрат, произведенных в связи с разработкой и реализацией усовершенствованной технологии изготовления детали. В данном разделе составлена таблица 15 для определения чистой прибыли с целью погашения капитальных вложений с учетом дисконтирования.

Таблица 15 – Доходы и затраты в тыс.руб.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Показатели | 2010 | | 2011 | | 2012 |
| 1-е п/г | 2-е п/г | 1-е п/г | 2-е п/г | год |
| 1 | Объем поставок в планово-расчетных ценах (Qпост=ЦпрхN) | 5136,57 | 5136,57 | 6680,8 | 6680,8 | 17122 |
| 2 | Себестоимость годового выпуска продукции – всего | 4235,08 | 4235,08 | 5508,3 | 5508,3 | 14117 |
| 3 | Условная прибыль | 901,49 | 901,49 | 1172,5 | 1172,5 | 3005 |
| Планируемый выпуск продукции, шт. (из табл. 10 ) | | 25750 | 25750 | 35000 | 35000 | 90000 |

Возможность погашения капитальных вложений представлена в таблице 16 – возможность погашения капитальных вложений.

Таблица 16 - Возможности погашения капитальных вложений.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Показатели | 2010 | | 2011 | | 2012 |
| 1 п/г | 2 п/г | 1 п/г | 2 п/г | год |
| 1 | Сумма капитальных вложений | 2470 | - | - | - | - |
| 2 | Ожидаемая условная прибыль | 901,49 | 901,49 | 1172,5 | 1172,5 | 3005 |
| 3 | Дисконтированная прибыль | 783,9 | 783,9 | 888,26 | 888,26 | 1977 |
| 4 | Непогашенный остаток капитальных вложений на конец периода | 1686,1 | 902,2 | 13,94 | - | - |
| 5 | Остаток прибыли на конец периода | - | - | - | 874,32 | 2851,32 |

Расчеты показывают, что погашение капитальных вложений возможно во втором полугодии 2011 года. Далее осуществляется капитализация дохода.

Дисконтный срок окупаемости капитальных вложений – 1,7 года.

Таблица 17 - содержит расчет объема безубыточности. Объемом безубыточности производства является объем продаж, при котором предприятие уже не несет убытков, но еще не имеет прибыли. Для определения объема безубыточности все затраты на производство продукции разделяются на переменные и постоянные. Переменные затраты прямо пропорциональны объему производства, постоянные затраты зависят от объемов производства. Переменные затраты (V) прямым счетом на единицу продукции, к ним условно можно отнести: материальные затраты, заработную плату, единый социальный налог. Постоянные затраты (W) определяют в целом на объем выпуска продукции за расчетный период, а при калькулированнии себестоимости единицы продукции эти затраты распределяются на продукцию. К постоянным затратам условно относятся: общепроизводственные, общехозяйственные и коммерческие расходы.

Таблица 17 - расчет безубыточности и запаса финансовой прочности.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование показателя | Единица  измерения | 2011 |
|
| Объем продаж (Qпост) | Тыс.руб. | 17122 |
| Условно- постоянные расходы(W) | Тыс.руб. | 9244,8 |
| Удельный вес условно-переменных расходов(V) в объеме продаж – (Кпер) | % | 27% |
| Объем безубыточности (QБ/УБ) | Тыс.руб. | 12664 |
| Запас финансовой прочности (ЗФП) | Тыс.руб. | 4456 |

Удельный вес условно-переменных расходов в объеме поставок равен:

Кпер== (68)

Объем поставок в точке безубыточности определяется по следующей формуле:

QБ/УБ = = тыс.руб. (69)

Запас финансовой прочности:

ЗФП=Qпост-QБ/УБ =17122–12664=4456тыс.руб. (70)

Коэффициент запаса финансовой прочности:

КЗФП = =% (71)

Доходы/затраты

(тыс.руб)

Прибыль

V+W( Издержки) в 2011 670,41тыс.руб.

Убытки

W (постоянные затраты) 9244,8 в 2011 тыс.руб.

Qпост (Объем поставок) в 2011г. 17122тыс.руб.

QБ/уб.2011

12664 тыс.руб.

0

Рисунок 9 - График определения безубыточности

5. Безопасность и экологичность проекта

5.1 Анализ опасных и вредных факторов на проектируемом участке и мероприятия по безопасности труда

Все опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на следующие группы в соответствии с ГОСТ 12.0003-74.

- физические;

- биологические;

- химические;

- психофичические.

В условиях гибкого автоматизированного производства при механической обработке ротационных деталей могут иметь место следующие факторы: движущиеся изделия, заготовки, материалы; подвижные части производственного и вспомогательного оборудования; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибраций; опасный уровень напряжения цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Все применяемые в машиностроении защитные устройства можно разделить на следующие основные группы: оградительные, предохранительные, блокирующие, сигнализирующие, а также системы дистанционного управления машинами и специальные устройства.

Оградительные устройства- средства защиты, препятствующие попаданию человека в опасную зону. Оградительные устройства применяются для изоляции систем привода машин и агрегатов, зоны обработки станков, прессов, ограждения токоведущих частей.

Защитные устройства, ограждающие зону обработки, должны защищать работающего от отлетающей стружки и смазочно - охлаждающих жидкостей.

Предохранительные защитные устройства предназначены для автоматического отключения агрегатов и машин при отключении какого-либо параметра, характеризующего режим работы оборудования, за пределы допустимых значений.

Блокирующие устройства исключают возможность проникновения человека в опасную зону, либо устраняют опасный фактор на время пребывания человека в этой зоне.

Сигнализирующие устройства – это средства информации о работе технологического оборудования, а также о опасных и вредных факторах, которые при этом возникают.

Металлообрабатывающие станки- основной вид оборудования проектируемого участка. Общие требования безопасности, предъявляемые к металлообрабатывающим станкам определены ГОСТ 12.2.009-15, а дополнительные требования, вызванные особенностями их конструкции и условий эксплуатации указываются в нормативно-технической документации на станки.

Конструкция защитных устройств не должна ограничивать технологические возможности станка и вызывать неудобства при работе.

Во всех случаях крепление защитных устройств должно быть надежным и не допускать самооткрывания.

Автоматы и полуавтоматы оборудуют автоматической блокировкой, не допускающей включение рабочего цикла при открытом защитном кожухе.

Условия труда на пультах управления ГПМ должны полностью отвечать правилам охраны труда для постоянных рабочих мест (воздух рабочей зоны, шум, вибрация).

Повсеместно должны использоваться системы блокировки, исключающие перевод автоматики на наладочный или автоматический режим, в последовательности, не отвечающей требованиям технологического процесса.

Следует широко применять сигнальные устройства, они предназначены для извещения о ходе технологического процесса, о наличии неисправностей и поломок, как основного оборудования, так и систем вентиляции, вспомогательного оборудования и прочих.

Основное внимание на производстве должно уделяться обеспечению безопасных условий труда при проведении ремонтных и наладочных работ.

Для периодической смены инструмента, регулировки и переналадки станков с ЧПУ, их смазки и чистки, а также мелкого ремонта, в цикле работы участка должно быть предусмотрено специальное время. Все перечисленные работы должны выполняться на обесточенном оборудовании.

Планировка роботизированных участков должна обеспечивать удобный и безопасный доступ обслуживающего персонала к основному и вспомогательному технологическому оборудованию и органам аварийного отключения и управления промышленными роботами. При планировке участка необходимо исключить пересечение трасс следования оператора и исполнительных устройств вспомогательного оборудования и обеспечить свободу перемещений обслуживающего персонала, сведя до минимума возможность появления посторонних лиц.

Пульт управления промышленными роботами должен размещаться вне рабочего пространства ПР; вокруг него должно предусматриваться достаточно места, чтобы оператору был обеспечен беспрепятственный доступ к кнопке аварийного отключения. Участок необходимо ограждать и обозначать сигнальными цветами и знаками безопасности, в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026-76.

Вход в зону ограждения следует блокировать с системой управления. Блокировка должна отключать оборудование, работающее в автоматическом режиме, при входе в зону ограждения человека.

Конструкция ограждения не должна затруднять проведения визуального контроля оператором за работой участка. Рекомендуемая высота ограждения- 1300 мм от уровня пола при условии, что расстояние от исполнительного устройства ПР до ограждения составляет не менее 800 мм. Ограждение выполняется из труб, обшитых металлической сеткой с ячейками 60х60 мм.

Факторы, являющиеся вредными при превышении норм:

- относительная влажность - ее повышение затрудняет теплоотдачу организма путем испарения при высокой температуре воздуха и способствует перегреву и наоборот усиливает теплоотдачу организма при низкой температуре, способствуя переохлаждению организма;

- интенсивность тепловых излучений, запыленность воздуха, освещенность, напряжение электрического поля, магнитного поля, радиоактивные излучения, содержание газов и паров в воздухе.

Производственным помещениям также необходимо наличие санитарно-гигиенических помещений: гардеробные со шкафчиками, душевые и умывальный комнаты, уборные, помещения для приема пищи, медпункт.

Вентиляцию необходимо предусматривать во всех производственных помещениях, независимо от загрязнения воздуха. Вентиляция может быть естественной, механической или смешанной. Чтобы вентиляция была эффективной, массы приточного и удаленного воздуха должны быть равны между собой и быть не менее значения, рассчитанного по формуле:

, [кг/г] /18/

Где *j=353/(273+t)* – плотность приточного (наружного) или удаляемого (внутреннего) воздуха;

*t*- температура воздуха наружного или внутреннего (°С).

*W*- требующийся воздухообмен (м3/ч).

Отопление предусматривается в бытовых и производственных помещениях, где люди находятся во время работы постоянно, а теплоты необходимой для условий работы зимой недостаточно.

Электробезопасность является одним из важнейших факторов безопасности людей при выполнении работы. Электробезопасность на производстве обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок, с применением технических способов и средств защиты, организационными и техническими мероприятиями (ГОСТ 12.1.009-76).

Основными техническими способами и средствами защиты от поражения электрическим током, используемых отдельно или в сочетании друг с другом являются: защитное заземление, защитное зануление, выравнивание потенциалов, малое напряжение, электрическое разделение цепей, защитное отключение, изоляция токоведущих частей, оградительные устройства, предупредительная сигнализация, блокировка, знаки безопасности, изолирующие защитные и предохранительные приспособления.

Защитным заземлением называется преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением (ГОСТ 12.1.009-76). Защитному заземлению подлежат металлические части электроустановок, доступные для прикосновения человека и не имеющие других видов защиты, обеспечивающих электробезопасность. Защитное заземление выполняют: во всех случаях при переменном номинальном напряжении 380В и выше, в помещениях с повышенной опасностью, в особо опасных и в наружных установках при номинальном переменном напряжении от 420В до 110В и постоянном напряжении от 440В до 110В. Таким образом, электроустановки напряжением до 420В переменного и до 110В постоянного напряжения не требуют защитного заземления за исключением некоторых случаев, специально оговариваемых ПУЭ.

Высокий уровень шума так же является вредным фактором. Шум повышает утомляемость, снижает трудоспособность, внимание к опасностям и может быть причиной постепенного развития глухоты и нервных расстройств, влияющих на деятельность сердечно-сосудистой системы, органов пищеварения. Как известно, при колебаниях какого-либо тела, в примыкающих к нему слоях воздуха, с одной стороны образуется избыточное давление, по сравнению с атмосферным, а с другой – разрежение. Эти колебания воздуха передаются его соседним слоям в виде звуковым волн.

Человек слышит звуковые колебания при частотах, приблизительно, от 20Гц до 20кГц. Ниже этого диапазона - инфразвуки, выше ультразвуки, которые не слышны, но могут вредно воздействовать на человеческий организм.

Чувствительность уха к слышимым звукам разных частот различна, и при равной интенсивности она воспринимается как звуки различной громкости. Кроме того, шум более высоких частот вреднее, поэтому допустимое звуковое давление разных частот, составляющих шум, нормируют по полосам частот стандартной ширины, у которых отношение верхних частот к нижним равно 2.

Такая полоса называется октавой. В нормах приводятся средние геометрические значения между нижними и верхними граничными частотами для восьми октавных частот среднее значение от 63 до 8000Гц.

Шум редко бывает однотонным. Чаще всего при разложении шума на частотные составляющие он дает сплошной спектр, то есть без провалов до нуля в какой-либо частотной полосе звукового диапазона и без резкого увеличения силы звука в какой-либо полосе, по сравнению с другими.

Если шум в какой-либо одной полосе имеет уровень не менее 10дБ и более превышающий уровень в соседних полосах, он называется тональным. Такой шум, а также импульсивный (прерывистый, например, как у отбойного молотка) вреднее для здоровья человека, чем шум со сплошным, широко полостным спектром. При сравнении с допустимыми нормами, это учитывается поправками, как будет указано ниже.

В таблице приведены предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах для шума со сплошным спектром, действующего на человека более 4 часов в смену, а также допустимый общий уровень (сразу для всех октавных полос), именуемый уровнем звука и измеряемый по шкале шумометра. Из таблицы видно, что: наибольший уровень звукового давления, допустимый на рабочем месте менее, чем 5 минут в смену для широко полостного шума при частоте 63 Гц составляет 123дБ, а для импульсного -118дБ.

Таблица 18 – Уровень шума

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поправки к уровню звука (дБ) при | | | | | | |
| Шуме | | Суммарной длительности воздействия широкополосного шума за смену, мин | | | | |
| Широко  полосном | Тональном или импульсном | 4…84 | 1…44 | 0,25…14 | 5…15 | Менее 5 |
| 0 | -5 | 0 | +6 | +12 | +18 | =24 |

Для сравнения укажем, что уровень звукового давления при работе судовых дизелей, составляет порядка 120дБ.

Шумным считается оборудование, при работе которого уровень шума на рабочем месте ближе, чем на 10дБ. В помещениях без шумного оборудования измерение делают не менее, чем на трех рабочих местах (или трех точках рабочей зоны) ближайших к источникам шума, приникающего в помещение извне, при включенной в данном помещении вентиляции и всех других источников шума. Постоянным является шум, у которого за период измерения уровень не меняется более чем нам 5дБ.

Сотрясения и вибрация возникают при работе на некоторых станках, на транспорте, при использовании ручного электрического или пневмонического инструмента. Под влиянием вибрации может поражаться нервная и сердечно-сосудистая системы, возникают спазмы капиллярных сосудов, наблюдается склонность к обморокам, гипертония, изменения в крови, общая слабость.

Различают общую и локальную вибрацию. Общая вибрация вызывает сотрясение всего организма, местная вовлекает в колебательное движение только отдельные части тела. Общей вибрации подвергаются транспортные рабочие, операторы мощных станков, грузоподъемных кранов. Локальной вибрации подвергаются работающие с ручным электрическим и пневматиче ­ским механизированным инструментом.

Различают гигиеническое и техническое нормирование вибрации.

В первом случае производят ограничения параметров вибрации рабочих мест и поверхности контакта с руками работающих, исходя из физиологиче­ских требований, исключающих возможность возникновения вибрационной болезни.

Во втором случае осуществляют ограничение параметров вибрации с уче­том не только указанных требований, но и технически достижимого на сего­дняшний день для данного вида машин уровня вибрации.

Разработку мероприятий по снижению вибрации следует производить од­новременно с решением основной задачи современного машиностроения - комплексной механизацией и автоматизацией производства. Введение дис­танционного управления цехами и участками позволит полностью решить проблему защиты от вибрации.

5.2 Расчет защитного заземления

Допустимое сопротивление заземляющего устройства Rдоп=4 Ом.

Тип заземления - контурное, выполнено из стальных стержней диаметром d=14мм, длиной l=3 м.

Расстояние между одиночными вертикальными заземлителями а=2 м., глубина заземления Но=0,5 м.

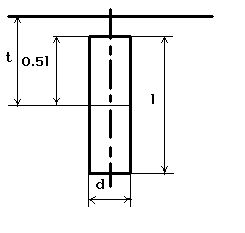
Определяем величину расчетного удельного сопротивления грунта

, /18/

где: =100Ом\*м., грунт- суглинок;

=1,5 - климатический коэффициент;

 = 100·1,5= 150Ом·м,



**h**

Рисунок 10 – Стержневой заземлитель

Рассчитаем сопротивление растеканию тока одиночного стержневого заземлителя:

, /18/

где: l - длина стержня; l=3м.;

d - диаметр стержня м.,d=0,014 м.;

Нст - глубина заложения, с., Нст=2 м.;

Ом.

Определяем ориентировочное число заземлителей:

 /18/

Примем *n=12*.

Определяем коэффициент использования вертикальных заземлителей:



Уточняем количество заземлителей:

 /18/

Примем *n=21*.

Определяем сопротивление соединительной полосы:

, /18/

где: b - ширина полосы, см., b=0,04 м.;

Нn - глубина заложения, см., Нn=0,52 м.;

Ln - длина соединительной полосы, Ln=1.05\*а\*n,

где: а - расстояние между заземлителями, а= 0,014м.;

n - количество заземлителей, n=21;

ln=1.05\*6\*7=44,1м.,

 Ом.

Определяем общее сопротивление защитного заземления:

, /18/

где: - коэффициент использования полосы , =0,7;

 Ом.

Условие Rобщ <Rдоп (2,51<4) выполняется, т.е. безопасная работа персонала обеспечена.

5.3 Расчет шума на участке

Общая классификация средств и методов защиты от шума приведена в ГОСТ 12.01.028-80 (СТ СЭВ 1928-79).

Шум при обработке резанием (70…100 дБ) зависит от материала резца, его формы, заточки, размера стружки и т.д. Поэтому снизить шум можно применением быстрорежущей стали для резца и смазочно-охлаждающей жидкости, заменой металлических частей станков пластмассовыми или покрытием их вибродемпфирующим материалом. Машины и механизмы являются сложными излучателями звука. Во многих случаях реальные источники можно свести к упрощенным моделям.

Уровни звукового давления или мощности являются логарифмическими величинами, поэтому уровень звукового давления суммарного звука от нескольких источников, создающих в данной точке уровни звукового давления может быть рассчитан по следующей формуле в дБ:

, /18/

где: *n-* общее число независимых слагаемых.

Суммарный уровень шума от нескольких одинаковых источников в удаленной от них точке определяется по формуле:

*zобщ=z1+∆z*, где /18/

*z1*- уровень звукового давления от одного источника;

*∆z*- поправка для суммирования одинаковых уровней шума.

На рассматриваемом участке механической обработки ротационных деталей имеется:

- 12 токарных станков с ЧПУ модели 16К20Т1 с уровнем звукового давления 47 дБ;

- 12 промышленных роботов модели «Электроника НЦ-ТМ-01» с уровнем звукового давления 18 дБ.

Общий уровень от 12 работающих станков:

 дБ

Общий уровень от 12 работающих роботов:

 дБ

Разность между найденным  и  составляет 30 дБ, чему соответствует *∆z=0.*

В замкнутом объеме акустическое поле, создаваемое источником шума, определяется как прямыми звуковыми волнами, излучаемыми самим источником, так и отражением от ограждающих объем поверхностей.

Предельный радиус τпр- расстояние от источника шума, на котором уровень звукового давления, создаваемого отраженными акустическими волнами, равен уровню звукового давления прямых акустических волн, излучаемых рассматриваемым источником.

Величина предельного радиуса для источников расположенных на полу определяется соотношением:

*τпр=0,2 В*, /18/

где: В- постоянная помещения. Постоянную В (м2) в октавных полосах частот определяем:

*В=В1000·М*, /18/

где: *В1000*- постоянная помещения (м2) на среднегеометрической частоте.

Для помещений с небольшим числом людей (металлообрабатывающий участок) определяем *В1000*  по формуле:

, /18/

где: *V=5900* м3- объем помещения

 м2

*М*-постоянный множитель, равный 0,5

Тогда постоянная помещения *В* будет равна:

*В=295·0,5=147,5* м2

Определяем предельный радиус *rпр*

*rпр=0,2·В=0,2·147,5=29,5*м.

Следовательно, весь участок находится в зоне прямого звука.

Допустимый октавный уровень звукового давления на участке

*zдоп* = 60дБ.

Из расчетов видно, что допустимый уровень звукового давления на участке меньше допускаемого, следовательно не требуется дополнительная установка ограждающих конструкций

.

5.4 Общая характеристика экологичности производства

Механосборочный цех по сравнению с цехами типа прокатный, литейный, считается относительно экологически чистым. Однако, при механической обработке происходит выделение пыли, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещения цеха в атмосферу. Количество паров воды, масляного тумана достигает около 100-150 граммов за один час при расчете на 1кВт мощности станка. Пыль, образующаяся в процессе абразивной обработки состоит на   
30-40% из материалов абразивного круга. Таким образом, отходы механосборочного цеха подразделяются на твердые, сточные и вредные выбросы в атмосферу.

Для полного использования отходов разработана их промышленная классификация на сорта – ГОСТ 1639-78.

Сбор, сохранение и сдача регламентируется специальным стандартом ГОСТ 2787-75. ежемесячно производят пакетирование лома. Стружку перерабатывают на пакетирующих прессах. Твердые отходы, в частности пыль, задержанную на пылеулавливающих установках, вывозят на специально оборудованные вне территории заводы свалки.

К группе сточных вод механосборочном цехе относятся обработанные водоэмульсионные жидкости, к ним также относится вода для технических целей. Из охлаждающей жидкости извлекаются масла, керосин, а затем используются для производственных целей. Использованную на производстве воду нельзя спускать в городскую канализационную сеть, ее направляют в очистные сооружения для очистки и обезжиривания.

После очистки ее повторно используют в промышленных целях (руководствуясь правилами и нормами по устройству очистных сооружений для сточных вод СНиП 2.04.03-84).

Предотвращение вредных выбросов в атмосферу в механосборочных цехах заключается в задержании, извлечении, нейтрализации содержащихся в воздухе вредных выбросов осуществляется фильтрами, находящимися на пути движения воздуха по вентиляционным трубам. В атмосферу попадает очищенный воздух, не содержащий примесей.

5.5 Устойчивость объекта к чрезвычайным ситуациям

В Ростовской области наиболее вероятными и разрушительными ЧС на производстве являются пожары.

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться:

- системой предотвращения пожара;

- системой противопожарной защиты;

- организационно- техническими мероприятиями.

Системы предотвращения пожара и противопожарной безопасности, в совокупности, должны исключать воздействие на людей опасных факторов пожара, имеющих значение, превышающее допустимые.

Вероятность воздействия, указанных факторов не должна превышать нормативную, равную 10-6 в год в расчете на каждого человека.

Пожарная безопасность объекта и его составляющих частей должна обеспечиваться как при эксплуатации, так и в случае реконструкции, ремонта или аварийной ситуации.

Основными факторами пожара, воздействующими на человека являются:

- открытый огонь и искры;

- повышенная температура окружающей среды, предметов и так далее;

- токсичные продукты горения;

- пониженная концентрация кислорода;

- падающие части строительных конструкций, агрегатов и прочего.

Предотвращение пожара достигается:

- предотвращением образования горючей среды;

- предотвращением образования в горючей среде источников зажигания.

Требования к системе противопожарной защиты:

Противопожарная защита должна обеспечиваться:

- применением средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники;

- применением автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения;

- применением основных строительных конструкций объектов с регламентируемыми пределами огнестойкости и пределами распространения огня;

- организацией своевременной эвакуации людей;

- применением средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара;

- применением средств противодымной защиты.

Из средств пожаротушения имеются в наличии воздушно-пенные установки, пенные огнетушители ОХП-10, внутренние пожарные краны, ящики с песком, лопаты, пожарные рукава.

Пожарная профилактика в цехе заключается:

1. В выполнении правил по пожарной безопасности при проведении сварочных, окрасочных и других работ на объектах народного хозяйства, разработанных ГУПО МВД.
2. Строгое выполнение правил пожарной безопасности при проведении работ на объектах народного хозяйства, разработанных ГУПО МВД.
3. Поддержание в рабочем порядке средств пожаротушения.
4. Обучение работников цеха правилам пользования средствами пожаротушения.
5. Запрещение бесконтрольного курения по цеху.
6. Постоянный осмотр всех токоведущих частей оборудования цеха и др.

При постоянном соблюдении всех требований пожарной безопасности в цехе возможность загорания будет сведена к минимуму.

* 1. Вывод

Из вышесказанного можно сделать вывод, что на заводе «Роствертол» уделяется большое внимание безопасности и экологичности производства.

Движущиеся части станков защищены специальными кожухами, что снижает риск травм на производстве.

Пожароопасности на заводе уделяется большое внимание. Помещения оснащены противопожарной сигнализацией. По всей территории завода размещены ящики с песком и пожарные щиты с огнетушителями. В штатном расписании имеется работник пожарной и экологической службы.

Рабочие своевременно проходят инструктаж по технике безопасности.

Система вентиляции завода обеспечивает требуемую очистку воздуха, так как находится в жилой зоне города.

Заключение

В результате анализа сборочной единицы был разработан технологический процесс сборки силового гидроцилиндра управления створками трапа вертолета, составлена технологическая схема сборки и циклограмма.

Проанализировав номенклатуру выпускаемых в цехе деталей, была отобрана группа деталей, для которых в настоящем проекте разработан групповой технологический процесс механической обработки.

Для обработки деталей тел вращения спроектирован гибкий автоматизированный участок, на котором применяется высокопроизводительное оборудование.

В проекте разработаны: МСЦ; ГАУ; ТП механической обработки перечень движений, выполняемых промышленным роботом; алгоритм работы гибкого производственного модуля…

Спроектированы варианты исполнения ячеистой тары, применяемой для транспортировки заготовок от роботизированного склада к гибким производственным модулям. Предусмотрен рациональный поток перемещения деталей по технологическим операциям.

Разработан бизнес-план спроектированного участка механической обработки деталей. В нем разработан план развития производства на первые три года.

Для организации производства деталей тел вращения на проектируемом участке по предлагаемой технологии необходимы капитальные вложения на сумму 2470 тыс. рублей.

Срок возврата капитальных вложений: - 1,7 года. В 2011 года образуется прибыль в размере 2851,32 тыс.руб.

Объем безубыточности: 12664 тыс.руб. в 2011г..

Запас финансовой прочности: 4456 тыс.руб. в 2011г.

Коэффициент (покрытия) запаса финансовой прочности - 31 % при нормативе в 30%, что свидетельствует о стабильном финансовом положении.

Список использованных источников:

1 Справочник технолога-машиностроителя. В двух томах. Москва «Машиностроение», 1986.

2 Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. Москва «высшая школа», 1976.

3 Мельников А.С. Размерные связи в машине. Ростов-на-Дону, 1991

4 СТП РИСХМ 019-87.

5 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя, «Машиностроение», 1969.

6 Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. Москва. «Машиностроение», 1969.

7 Методические указания по заполнению технологических документов. Слесарные, слесарно-сборочные и электромонтажные работы, Ростов-на-Дону, 1993 .

8 Методические указания по заполнению технологических документов. Механическая обработка, Ростов-на-Дону, 1993.

9 Методические указания по дипломному проектированию по специальности: «Технология машиностроения, металлообрабатывающие станки и инструмент», Ростов-на-Дону, 1981.

10 Задерский Е.И ., Жолнерчик С.Н. Технология обработки деталей на станках с программным управлением, Ленинград «Машиностроение», 1975.

11 Точность обработки заготовки и припуски в машиностроении. Москва, «Машиностроение», 1976.

12 Новиков М.П. основы технологии сборки машин и механизмов. Москва «машиностроение», 1969.

13 Режимы резания металлов. Москва «Машиностроение», 1972.

14 Толченов Т.В. Технологическое нормирование станочных и слесарно-сборочных работ. Серийное производство. Москва, «Машиностроение», 1975.

15 Жигало А.И., Киселев В.В. Проектирование и производство режущих инструментов, Минск, «Высшая школа», 1969.

16 Бизнес-план развития производственного подразделения (участка): Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов / Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2004. 21с.

17 Охрана труда в машиностроении. Под редакцией Юдина Я.Е., Москва «Машиностроение», 1976.

18 Методические указания к разделу «Безопасность и экологичность проекта» в дипломном проекте для студентов дневного, вечернего и заочного обучения для всех специальностей /ДГТУ. Ростов-на-Дону. 2003.12с.

19 Рабочая программа и методические указания по дисциплине «Проектирование механосборочных цехов» для студентов специальности 120100 заочного факультета./ДГТУ. Ростов-на-Дону. 2004.35с.

20 Стандарт предприятия «Требования к оформлению всех видов технических документов, разработанных в курсовых и дипломных проектах по специальности 0501 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструмент» для студентов дневного, вечернего и заочного обучения. СТП РИСХМ 019-87.