***Аннотация***

В данном дипломном проекте, темой которого является «участок групповой обработки деталей типа «Вал шнекового транспортера ПНРФ 745649.365.001» было выполнено:

1) рассмотрены основные направления проектирования технологических процессов изготовления деталей;

2) произведен анализ служебного назначения детали и технологичности конструкции, анализ технических требований к детали;

3) проанализирован технологический процесс базового предприятия, спроектирован новый технологический процесс;

4) выполнены технологические эскизы на каждую операцию;

5) произведен расчет режимов резания и норм времени;

6) разработана управляющая программа на одну из операций с ЧПУ;

7) разработан матричный технологический процесс на группу деталей;

8) произведены расчеты производственного подразделения: станкоемкость и трудоемкость детали, количество и тип основного и вспомогательного оборудования, состав и количество основных, вспомогательных рабочих и служащих, вспомогательные службы участка, организация ремонта, складская и транспортная система, технологических смазочно – охлаждающих жидкостей, материалы и грузооборот участка, энергетика;

9) спроектирована планировка расположения оборудования на технологическом участке;

10) в конструкторской части спроектировано:

станочное приспособление на сверлильно-фрезерную операцию;

контрольно измерительное приспособление для контроля семмитричности паза относительно наружного диаметра;

специальный контрольно–измерительный инструмент – калибр соосности;

станция гидропривода приспособлений;

11) произведен анализ на соответствие разработанных чертежей действующим стандартам ЕСКД и основополагающим общетехническим стандартам;

12) проанализирована организация производственного подразделения и произведен экономический расчет;

13) разработаны мероприятия по обеспечению требований техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны окружающей среды в соответствии с государственными стандартами по системе безопасности труда.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

2

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Разраб.

Шмырова Т.В.

Провер.

Петровский А.Н.

Реценз.

Н. Контр.

Тудакова Н.М.

Утверд.

Вал шнекового

транспортер

Лит.

Листов

НГТУ-СВФ

***Содержание***

Введение

1 Техническое задание

1.1 Назначение и основные технические характеристики объекта проектирования

1.2 Объем выпуска и тип производства

1.3 Режимы работы и фонды времени проектируемого подразделения

2 Технологическая часть

2.1 Основные направления проектирования технологических процессов изготовления деталей, анализ задач, решаемых с использованием ЭВМ

2.2 Служебное назначение детали

2.3 Анализ технологичности конструкции детали

2.4 Анализ технических требований чертежа

2.5 Анализ действующего технологического процесса

2.6 Анализ задач, решаемых с использованием ЭВМ

2.7 Выбор вида заготовки

2.8 Разработка маршрутного технологического процесса

2.9 Разработка операционного технологического процесса

2.9.1 Назначение оборудования

2.9.2 Эскизы обработки и схемы установки

2.9.3 Расчет операционных размеров и размеров заготовки

2.9.4 Выбор рабочих приспособлений

2.9.5 Назначение режущих инструментов

2.9.6 Расчет режимов резания

2.9.7 Техническое нормирование

2.9.9 Особенности проектирования групповой технологии

3 Технологические расчеты производственного подразделения

3.1 Станкоемкость и трудоемкость

3.2 Определение количества и типа основного и вспомогательного производственного оборудования

3.3 Состав и количество работающих производственного подразделения

3.4 Технологическое проектирование вспомогательных служб участка

3.4.1 Заготовительное отделение

3.4.2 Технологическое оснащение участка

3.4.2.1 Заточное отделение

3.4.2.2 Кладовые инструментального хозяйства

3.4.2.3 Мастерская для ремонта приспособлений и вспомогательного инструмента

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

3.4.2.4 Участок настройки инструмента для станков с ЧПУ

3.4.2.5 Контрольные пункты и отделения

3.4.3 Организация ремонта на участке

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

3.4.4 Складская и транспортная системы

3.4.5 Определение технологических смазочно-охлаждающих жидкостей

3.4.6 Отделение сбора и переработки стружки

3.4.7 Материалы и грузооборот участка

3.4.8 Энергетика

3.4.8.1 Электроэнергия

3.4.8.2 Сжатый воздух

3.4.8.3 Вода

3.4.8.4 Пар

3.4.9 Механизация и автоматизация

3.4.10 Планировка оборудования на производственном участке

4 Конструкторская часть

4.1 Проектирование станочного приспособления

4.1.1 Исходных данные для проектирования

4.1.2 Анализ схемы базирования

4.1.3 Выбор и расчёт установочных элементов

4.1.4 Расчет сил, действующих на заготовку

4.1.5 Расчёт силы закрепления и осевой силы на штоке

4.1.6 Анализ погрешности возникающей при закреплении заготовки

4.1.7 Минимальный ход силового механизма

4.1.8 Расчет приспособления на точность

4.1.9 Компоновка приспособления

4.2 Проектирование режущего инструмента

4.3 Проектирование контрольно – измерительного приспособления

* 1. Проектирование контрольно – измерительного инструмента
  2. Проектирование устройства механизации и автоматизации

5 Стандартизация и контроль качества продукции

5.1 Анализ на соответствие разработанных чертежей, сборочных единиц и деталей действующим стандартам ЕСКД

5.2 Описание и обозначение применяемых в технологическом процессе методов контроля

6 Организация и экономика производственного подразделения

6.1 Организация производства

6.1.1 Общая характеристика участка

6.1.2 Режимы работы и фонды времени

6.1.3 Определение количества и типа основного оборудования

6.1.4 Расчет производственных площадей

6.1.5 Состав и количество работающих производственного подразделения

* + - 1. Определение числа основных производственных рабочих
      2. Определение численности вспомогательных рабочих
      3. Определение численности руководителей, специалистов, служащих
    1. Организация труда на участке

6.1.7 Организация ремонта оборудования

6.1.8 Управление производственным участком

* 1. Экономическая часть

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

* + 1. Технико-экономическое обоснование дипломного проекта
    2. Определение стоимости основных фондов и амортизационных отчислений
       1. Расчет стоимости зданий и сооружений
       2. Расчет стоимости и амортизационных отчислений производственного оборудования
    3. Расчет стоимости основных материалов
    4. Расчет фондов заработной платы
    5. Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования
    6. Расчет и составление сметы цеховых расходов
    7. Калькуляция цеховой себестоимости детали
    8. Расчет годового экономического эффекта от внедрения новой технологии
    9. Технико-экономические показатели участка

1. Безопасность и экологичность
   1. Опасные и вредные производственные факторы
   2. Мероприятия по охране труда на проектируемом участке
   3. Микроклимат
   4. Вентиляция
   5. Электробезопасность
   6. Освещение производственных помещений
      1. Расчет искусственного освещения
   7. Мероприятия по снижению вибрации

7.8 Мероприятия по снижению шума

7.9 Пожарная безопасность

* 1. Охрана окружающей среды

8 Заключение

9 Научно-исследовательская работа

Список литературы

Приложения:

А – Операционные карты

Б – Спецификации

**Введение**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Наиболее эффективным методом автоматизации и механизации технологических процессов является метод внедрения специальных и спе­циализированных станков из стандарт­ных и нормализованных узлов. Производство этих станков в настоящее время становится одним из главных направлений развития обрабатывающей промышленности.

При создании участков ГПС, в первую очередь, должны решаться вопросы компоновки, надёжности и стоимости станков, транспортеров и другого оборудования.

При разработке технологических процессов обработки деталей на участках ГПС необходимо решать сле­дующие задачи:

— повышение технологичности деталей;

— повышение точности и качества заготовок; обеспече­ние стабильности припуска; совершенствование существующих и создание новых методов получения заготовок, снижающих их стоимость и расход металла;

— повышение степени концентрации операций и связанное с этим усложнение структур технологических си­стем машин;

— развитие прогрессивных технологических процессов и структурно-компоновочных схем оборудова­ния, разработка новых типов и конструкций режущего инстру­мента и приспособлений, обеспечивающих высокую производитель­ность и качество обработки;

— развитие агрегатного и модульного прин­ципа создания станочных систем, загрузочных и транспортных устройств промышленных роботов, систем управления.

На базовом производстве для изготовления деталей в качестве основного оборудования в большинстве слу­чаев используются токарно-универсальные, сверлильные и универсально-шлифовальные станки. Всё оборудо­вание выстроено по ходу технологического процесса без межоперационных заде­лов, а детали с операции на операцию передаются вручную, то есть на участках реализованы поточные линии.

В настоящее время в условиях жёсткой конкуренции на рынке всё более ужесточаются требования к экологичности транспорта, появляются новые виды топлива и более надёжные конструктивные материалы, поэтому более разумно будет перестраиваться на выпуск продукции средними сериями. Таким образом, целесообразнее обрабатывать детали по типовым и групповым технологическим процессам на гибких производственных системах и переналаживаемых автоматических линиях.

**1. Техническое задание**

* 1. Назначение и описание объекта проектирования.

Рассматриваемая деталь «Вал шнекового транспортера» входит в конструкцию транспортера для буровых установок. Транспортер передает отходы от места бурения скважины до отведенного для этого бункера.

Вал крепиться к муфте и к винту, который входит в конструкцию транспортера и передает вращательное движение от муфты и двигателя к винту.

Конструкторско-технологический код детали представлен в таблице 1.1.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-ТМ-НГТУ-01-ТМУ-019-05ПЗ**

Таблица 1.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Признак | код | Значение |
| Код классификационной характеристики конструкторских признаков | | |
| Класс | 71 | Тело вращения |
| Подкласс | 3 | Втулки |
| Группа | 3 | Без закрытых уступов ступенчатый односторонний без наружной резьбы |
| Подгруппа | 5 | С центровым отверстием, круглым в поперечном сечении, без резьбы, ступенчатым. |
| Вид | 4 | Без кольцевых канавок на торцах с пазами на наружной поверхности с отверстиями вне оси детали. |
| Технологический код детали | | |
| Размерная характеристика детали | Г | Максимальный наружный диаметр – 170мм |
| Ж | Длина детали – 206 мм |
| 8 | Диаметр центрального отверстия – 50мм |
| Группа материала | 12 | Сталь 40Х ГОСТ-4543-71 |
| Вид заготовки | 22 | Штамповка |
| Код классификационных группировок признаков, характеризующих вид детали | | |
| Квалитет наружной поверхности | 4 | к6 |
| Квалитет внутриней поверхности. | 4 | Н8 |
| Код шероховатости | 4 | От 0,32 до 2,5 включительно. |
| Код отклонения | Г | Отклонение соосности. |

Продолжение таблицы 1.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Код точности | 4 | IT: 6,7,8 |
| Код дополнительной обработки | 4 | Термообработка. |
| Код массы | Д | От 4 до 10 включительно – 8,2кг. |

Таким образом, полный конструкторско-технологический код детали имеет вид:

713354.ГЖ81222444Г44Д

1.2 Программа выпуска и тип производства.

Согласно заданию на дипломное проектирование общий годовой выпуск деталей всех наименований составляет 30000шт. Общее число наименований N=15.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-ТМ-НГТУ-01-ТМУ-019-05ПЗ**

Тип производства на данном этапе определяем ориентировочно, используя табличный метод в зависимости от объема выпуска деталей и ее массы. При m<10 и Q=2000 штук принимаем тип производства – среднесерийное. По ГОСТ 3.1108-74 среднесерийное производство характеризуется коэффициентом закрепления операций свыше 10 до 20 включительно. [7,c.42,т.3.1.]

Расчет точной - подетальной программы определяется по формуле:

(1.1)



где - - потери от брака,

- запчасти.

****

Расчет приведенной программы.

Общий коэффициент приведения:

 [7, c.55] (1.2)

- коэффициент приведения по массе:





(1.3)

Для геометрически подобных деталей используем более простую формулу:



(1.4)

- где  - масса приводимой детали,

- масса детали-представителя.

 - коэффициент приведения по серийности:

, где  - годовой выпуск приводимой детали, (1.5)

- годовой выпуск детали-представителя.

- коэффициент приведения по сложности:



[7, c.57] (1.6)

Данные расчетов сводим в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 Ведомость расчета приведенной программы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  изделия | Годо-вой  выпуск  шт. | Масса  т. | | Коэффициент приведения | | | | Приведенная програм-ма на годовой выпуск. |
| Одного  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-ТМ-НГТУ-01-ТМУ-019-05ПЗ**  изделия | Годовой программы | По массе | По серийности | По сложности | Общий |
| ПНРФ 745649.364.020 | 2000 | 7,6 | 15,2 | 0,95 | 1 | 0,79 | 0,75 | 1500 |
| ПНРФ745649.364.020-001 | 2000 | 8,0 | 16,0 | 0,98 | 1 | 0,79 | 0,77 | 1540 |
| ПНРФ 745649.365.101 | 2000 | 8,4 | 16,8 | 1,01 | 1 | 0,86 | 0,87 | 1740 |
| ПНРФ 745649.365.010 | 2000 | 8,5 | 17,0 | 1,02 | 1 | 0,86 | 0,88 | 1760 |
| ПНРФ 745649.365.001 | 2000 | 8,2 | 16,4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2000 |
| ПНРФ 745649.364.021 | 2000 | 7,6 | 15,2 | 0,95 | 1 | 0,79 | 0,75 | 1500 |
| ПНРФ 745649.364.022 | 2000 | 8,0 | 16,0 | 0,98 | 1 | 0,79 | 0,77 | 1540 |
| ПНРФ 745649.364.024 | 2000 | 8,4 | 16,8 | 1,01 | 1 | 0,86 | 0,87 | 1740 |
| ПНРФ 745649.364.025 | 2000 | 8,5 | 17,0 | 1,02 | 1 | 0,86 | 0,88 | 1760 |
| ПНРФ 745649.364.020 | 2000 | 8,0 | 16,0 | 0,99 | 1 | 0,91 | 0,9 | 1800 |
| ПНРФ 745649.365.102 | 2000 | 7,6 | 15,2 | 0,95 | 1 | 0,79 | 0,75 | 1500 |

Продолжение таблицы 1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПНРФ 745649.365.105 | 2000 | 8,0 | 16,0 | 0,98 | 1 | 0,79 | 0,77 | | 1540 | |
| ПНРФ 745649.365.106 | 2000 | 8,4 | 16,8 | 1,01 | 1 | 0,95 | 0,96 | | 1960 | |
| ПНРФ 745649.365.107 | 2000 | 8,5 | 17,0 | 1,03 | 1 | 0,86 | 0,89 | | 1780 | |
| ПНРФ 745649.364.030 | 2000 | 8,0 | 16,0 | 0,99 | 1 | 0,91 | 0,9 | | 1800 | |
| Сумма приведенной программы на годовой выпуск | | | | | | | | 32450 | |

1.3 Режим работы и фонды времени проектируемого подразделения.

Режим работы и фонды времени проектируемого подразделения согласно рекомендациям [7, c.34] приведены в таблице 3.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-ТМ-НГТУ-01-ТМУ-019-05ПЗ**

Таблица 3 Режим работы и фонд времени

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  подразделения | Режим  работы | Наименование  оборудования | Эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч. | Эффективный годовой фонд времени работы рабочих, ч |
| Участок групповой обработки деталей | Двухсменный | Металлорежущие станки с ЧПУ | 4015 | 1820 |

**2 Технологическая часть.**

2.1 Основные направления проектирования технологических процессов изготовления деталей.

Можно выделить следующие направления в организации и совершенствовании процессов обработки.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

а) Применение групповой обработки деталей

б) Использование станков с ЧПУ

в) Создание и внедрение ГПС

г) Использование вычислительной техники при технологической подготовке производства, в частности для проектирования технологических процессов

Применение групповой обработки способствует увеличению серийности производства и создает благоприятные условия для применения более производительного оборудования. Внедрение групповой обработки является основным условием применения станков с ЧПУ, а значит и успешного применения гибких производительных структур.

Использование станков с ЧПУ обеспечивает резкое сокращение времени на переналадку станка, при переходе от обработки одной партии деталей к другой. Особое внимание при этом должно уделяться:

* обеспечению максимальной загрузки станков;
* работе не менее чем в две смены;
* наиболее полному их использования по технологическим возможностям;
* использованию станков на всех операциях обработки детали.

Дальнейшее совершенствование производства выдвигает необходимость создания автоматизированных структур. Основным направлением развития серийного производства надо считать создание ГПС. Главные задачи, решаемые при внедрении ГПС - повышение производительности труда, повышение эффективности и качества продукции. Применение ГПС позволяет резко сократить число работающих.

Применение ЭВМ при проектировании технологических процессов, особенно в серийном производстве, позволяет резко сократить время проектирования технологических процессов; совершенствовать методику проектирования; повысить качество самих технологических процессов; освободить инженеров-технологов от непроизводительной работы; выбрать оптимальный или рациональный вариант технологического процесса.

В конечном итоге повышается уровень организации, повышается качество технологической подготовки производства.

2.2 Служебное назначение детали и описание.

Вал крепиться к муфте и к винту, который входит в конструкцию транспортера и передает вращательное движение от муфты и двигателя к винту.

Наружным торцом вал крепиться к муфте, точное положение детали контролируется пазом, расположенным на этом же торце. Для передачи движения на используются шпоночные соединения, поэтому на наружной цилиндрической поверхности ∅80к6 имеются два шпоночных паза.

В данной детали можно отметить следующие поверхности, имеющие решающее значение для выполнения деталью своего служебного назначения:

* наружная цилиндрическая поверхность ∅80к6, Ra0,8;
* наружная цилиндрическая поверхность ∅74h9, Ra3,2;
* внутренняя цилиндрическая поверхность ∅75Н8, Ra1,6;
* внутренняя цилиндрическая поверхность ∅50Н9, Ra1,6;

К поверхности ∅75Н8 предъявляется требование по точности расположения: допуск цилиндричности.

Деталь вал, исходя из ее эксплуатационного назначения, должна выдерживать нагрузки, связанные с кручением и растяжением, поэтому сталь 40Х ГОСТ 4543-71 подходит для изготовления данного вала, но данная сталь склонна к отпускной хрупкости, поэтому перед обработкой желательна термообработка.

Химический состав стали 40Х ГОСТ4543-71:

C=0,36-0,44%;

Si=0,17-0.37%;

Mn=0,5-0,8%;

Cr=0,8-1,1%;

P<0,035%;

Cu<0,3%;

Ni<0,4%.

Физические свойства, определяющие режим термообработки:

- закалка С через воду в масло, отпуск С воздух.

2.3 Анализ технологичности конструкции детали.

При анализе технологичности формы, можно отметить следующие:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

- поверхности детали легко доступны для обработки и измерения;

- поверхности детали расположены таким образом, что позволяют вести обработку за минимальное количество установов в этапе;

- съем металла осуществляется равномерно и безударно;

- отверстия расположены под прямым углом к плоскости поверхности;

- шпоночные пазы расположены с одной стороны детали;

- закругления в основании перепада сечений позволяют снизить опасность появления трещин при термообработке.

К элементам нетехнологичности можно отнести следующие моменты:

- деталь недостаточно жесткая.

2.4 Анализ технических требований к детали.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

ЕНТА

Анализируя имеющиеся на чертеже технические требования можно констатировать, что все они соответствуют правильному выполнению деталью ее служебного назначения. Представленные на чертеже ОСТы целесообразно заменить ГОСТами, либо убрать совсем. Так ГОСТ, где оговариваются требования к неуказанным предельным отклонениям размеров - неуказанные предельные отклонения размеров: валов h12, отверстий Н12, остальных ±IT12/2 заменен, целесообразно заменить надписью: Общие допуски по ГОСТ 30893.1-f.

Нормоконтроль чертежа детали выполняется согласно ГОСТ 2.111. С технологической точки зрения интересны следующие вопросы.

А) Действует ли ГОСТ 4543-71 на материал? По указателю стандартов было выявлено, что данный ГОСТ действующий.

Б) Соблюдены ли ряды предпочтительности для линейных размеров? Все линейные размеры по чертежу детали представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размер на чертеже | Ближайший из ряда предпочтительности | Размер на чертеже | Ближайший из ряда предпочтительности | Размер на чертеже | Ближайший из ряда предпочтительности |
| 170 | 170 | 206 | 205,210 | 1,6 | 1,6 |
| 90 | 90 | 26 | 26 | 53 | 53 |
| 75 | 75 | 8 | 8 | 130 | 130 |
| 60 | 60 | 8 | 8 | 16 | 16 |
| 10 | 10 | 4 | 4 | 6 | 6 |
| 1,6 | 1,6 | 80 | 80 | 12 | 12 |
| 38 | 38 | 170 | 170 | 4 | 4 |
| 12 | 12 | 50 | 50 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | 40 | 40 | 60 | 60 |
| 17 | 17 | 74 | 71,75 | 70 | 71,75 |
| 13 | 13 | 76 | 75,78 | 3 | 3 |
| 25 | 25 | 25 | 25 | 14 | 14 |
| 8 | 8 | 33 | 32,34 | 14 | 14 |

Продолжение таблицы 2.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 148 | 145,150 | 2,8 | 2,8 | 19 | 19 |
| 3 | 3 | 36 | 36 | 30 | 30 |

в) Соблюдение рядов предпочтительности для полей допусков. Данные по этому вопросу представлены в таблице 2.2.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Таблица 2.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Заданная точность на чертеже | Соответствие по ГОСТ | Правильное поле допуска |
| ∅75Н8+0,046 | стандартное | +0,046 |
| ∅80к6 | стандартное |  |
| ∅74h9 | стандартное |  |
| 206-1,15 | стандартное | -1,15 |
| 170+0,4 | стандартное | +0,4 |
| 25+0,21 | стандартное | +0,21 |
| 2,8+0,2 | не стандартное | +0,12 |
| 43,8+0,2 | не стандартное | +0,25 |
| 12 | не стандартное |  |
| 38 | не стандартное |  |
| 25 | не стандартное |  |
| 148 | стандартное |  |
| 10 | не стандартное |  |
| 16 | стандартное |  |
| ∅53Н12+0,43 | не стандартное (∅53Н13+0,46) | +0,3 |
| 60d11 | стандартное |  |
| М12-7Н | стандартное |  |
| М6-7Н | стандартное |  |
| ∅50Н9+0,062 | стандартное | +0,074 |
| 6D10 | стандартное |  |
| 4d10 | стандартное |  |
| 36 | стандартное |  |

Проведем нормоконтроль соответствия заданных допусков и точности выполняемых размеров, данные занесем в таблицу 2.3.

Таблица 2.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № поверхности | Данные чертежа | | | | Расчетные значения | | | | |
| Обозначение поверхности и её точность | Ra | Тф | Тр  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | Ra<0.05T | Тф | Тр | Окончате-льный этап обработки |  |
| 1. | НТП  206-1.15 | 3,2 | - | - | 3,2 | - | - | чистовой |  |
| 2. | НЦП ∅170h14 | 12,5 | - | - | 12,5 | - | - | получисто-вой |  |
| 7. | НТП  170 | 0,8 | - | - | 0,8 | - | - | высокой точности |  |
| 8. | НЦП  ∅80к6 | 0,8 | - | 0,05 | 0,8 | - | 0,01 | высокой точности |  |
| 9. | Ш паз  6D10 | 6,3 | 0,05 | 0,06 | 6,3 | 0,025 | 0,03 | чистовой |  |
| 10. | Паз  2,8+0,2 | 6,3 | - | - | 6,3 | - | - | черновой |  |
| 11. | НТП  36 | 6,3 | - | - | 6,3 | - | - | получисто-вой |  |
| 12. | НЦП  ∅74h9 | 3,2 | - | - | 3,2 | - | - | чистовой |  |
| 14. | НТП  206-1.15 | 12,5 | - | - | 12,5 | - | - | получисто-вой |  |

Продолжение таблицы 2.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 15. | ВЦП  ∅50Н9+0,062 | 1,6 | - | - | 1,6 | - | - | чистовой |  |
| 16. | ВЦП  ∅75Н8+0,046 | 1,6 | - | - | 1,6 | - | - | чистовой |  |
| 17. | ВТП  10±0,2 | 1,6 | - | - | 1,6 | - | - | чистовой |  |
| 21. | ВРП  М6-7Н | 6,3 | - | - | 6,3 | - | - | чистовой |  |
| 22. | НЦП  ∅70h14 | 12,5 | - | - | 12,5 | - | - | черновой |  |
| 23. | ВТП  25+0,21 | 12,5 | - | - | 6,3 | - | - | черновой | несоответствие |
| 24. | ВЦП  ∅40Н14 | 12,5 | - | - | 12,5 | - | - | черновой |  |
| 26. | Паз  16±0,1 | 3,2 | - | - | 3,2 | - | - | получисто-вой |  |
| 28. | ВРП  М12-7Н | 6,3 | - | - | 6,3 | - | - | чистовой |  |
| 30. | ВЦП  ∅60h14 | 12,5 | - | - | 12,5 | - | - | черновой |  |
| 31. | Ш паз  53Н12;4d10 | 6,3 | - | - | 6,3 | - | - | получисто-вой |  |
| 32-35 | НФП  60d10 | 6,3 | - | - | 6,3  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | - | - | получисто-вой |  |

Анализируя данные таблицы видно, что для поверхностей №23 не выполняется соответствие точности выполняемого размера и шероховатости. В качестве окончательного этапа обработки для поверхностей(23) будет получистовой этап, так как данный этап может обеспечить необходимые припуски, задаваемые на данную поверхность.

Диаметральные и линейные размеры вала могут быть измерены универсальными средствами измерений. Конфигурация детали обеспечивает доступ средств измерений ко всем контролируемым поверхностям.

2.5 Анализ действующего технологического процесса

Данный технологический процесс выполняется на универсальном оборудовании, что экономически не целесообразно (высокая себестоимость продукции) и большие человеческие трудозатраты связанные с обработкой данных деталей в условиях серийного производства.

В данном технологическом процессе применяемые методы обработки являются экономически целесообразным, т.е. на этапах от черновой до чистовой обработки применяются точение, на повышенных этапах применяется шлифование.

В качестве оборудования применяются токарно-универсальные станки, а на этапах повышенной обработки используются универсально шлифовальные станки. Данное оборудование соответствует единичному типу производства.

В качестве приспособлений используемых для обработки данной детали применяются универсально-сборочные приспособления и универсальные станочные приспособления. Данные приспособления характерны для использования в единичном и мало серийном производстве.

Рабочий инструмент, используемый при обработке данной детали, является универсальным и стандартизированным. В качестве рабочего инструмента применяются проходные резцы с γ=45° и γ=90°, подрезные резцы с γ=45.Данный режущий инструмент соответствует Е и МС типу производства.

Контроль качества на операциях ведётся в основном универсальными средствами контроля (штангенциркули, микрометры, скобы, пробки под резьбу). Быстрая изнашиваемость средств измерений и дополнительные затраты времени на контроль, в настоящее время полностью исключается применением бесконтактных методов измерений и автоматизацией контроля.

Анализируя действующий технологический процесс можно констатировать, что он представлен в виде маршрутных и операционных карт. Однако в маршрутных картах содержится только описание технологического процесса изготовления, по всем операциям в технологической последовательности с указанием оборудования, указана оснастка и материал. Трудовые нормативы в маршрутных картах не указываются. В операционных картах содержится только описание технологической операции с указанием средств оснащения. Кроме того, операционные карты не всегда сопровождаются технологическими эскизами.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Таблица 2.4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № опер. | План обработки | База | Оборудование | Тшт, мин |
| 005 | Контрольная |  |  |  |
| 010 | Токарная:  Тчер, Счер , Зчер | 14,8 | 16К20 | 11,98 |
| 015 | Токарная:  Тчер, Тчер , Тпч | 1,2 | 16К20 | 6,031 |
| 020 | Термообработка |  |  |  |
| 025 | Токарная:  Тпч; Тчер; Зчист; Растчер; Растпч; Растчист; Тчист | 14,8 | 16К20 | 10,23 |
| 030 | Токарная:  Тпч , Тчист | 1,2  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | 16К20 | 13,17 |
| 035 | Фрезерная:  Фчер , Фпч | 7,8 | 6Р81 | 2,384 |
| 040 | Токарная:  Фчист; Центровка; Зенковчист; Счер; НРчист | 2,8 | 6Р13РФ2 | 18,16 |
| 045 | Слесарная |  | Тиски | 2,119 |
| 050 | Фрезерная:  Фчист | 14,2 | 692Р | 3,42 |
| 055 | Фрезерная:  Фчист | 14,2 | 692Р | 3,42 |
| 060 | Слесарная |  | Тиски | 2,119 |
| 065 | Долбежная:  Дпч;Дчист | 14,8 | 7Д450 | 4,43 |
| 070 | Шлифовальная  Шчист;Шоконч. | 1,14 | 3Т160 | 5,39 |
| 075 | Контрольная |  |  | 0,6 |

Проанализировав таблицу можно констатировать, что при обработке детали используется на всех операциях, но в разном сочетании одинаковый набор баз: 1,2,7,8,14.

2.6 Анализ задач решаемых с помощью ЭВМ.

ЭВМ в базовом технологическом процессе использованы для создания программ работы станков с ЧПУ, управления режимами обработки и величинами перемещения режущего инструмента, скоростью вращения шпинделя.

В проектируемом технологическом процессе групповой обработки деталей на участке, электронно-вычислительная техника планируется как:

* использование для широкого применения оптимальных маршрутов обработки деталей внутри группового технологического процесса;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

* расчет планово экономических показателей эффективности ГПС;
* создание циклограммы производительности, как отдельных участков, так и всей системы в целом;
* разработка алгоритмов и создание программ для решения

отдельных технологических задач; выбора вида заготовок, расчет режимов резания, циклов транспортирования, линейных операционных размеров, усилий зажима, точности приспособлений, норм времени, производительности;

* разработка алгоритма и программ для создания автоматизированных обучающих систем (АОС) при решении отдельных технологических задач.

2.7 Выбор вида заготовки

Исходя из того, что рассматриваемая деталь относится к типу - вал, изготавливается из прутка, сталь 40Х ГОСТ4543-71, объем выпуска одной детали в год 2000 штук можно предложить следующие варианты заготовок.

В действующем технологическом процессе в качестве заготовки принят сортовой материал прессованный пруток, так как рассматриваемая деталь имеет круглое сечение. С торцев деталь имеем ряд поверхностей, расположенных на различных высотах от базовой плоскости. Для изготовления детали необходимо от прутка отрезать заготовку с полным диаметром прутка по максимальному размеру детали. Это не совсем рационально, так как имеется большой расход металла в отходы.

В качестве альтернативного варианта заготовки можно предложить - точную штамповку. Данный вариант вполне обоснован с точки зрения того, что обеспечивается форма близкая к форме готовой детали с минимальными припусками на обработку, а также точную штамповку вполне рационально применять в серийном производстве.

Учитывая то, что масса заготовки равна 12,87 кг при массе детали 8,2 кг, следовательно, КИМ (коэффициент использования материала) равен 0,64. Поэтому в качестве заготовки в разрабатываемом технологическом процессе принимаем вариант заготовки - точная штамповка, поскольку при нем КИМ выше,

а одной из основных задач, стоящих перед нами является экономия металла.

Эскиз заготовки представлен на рисунке 2 с учетом результатов расчетов диаметральных и линейных размеров, проведенных в разделе 2.8.3.

Подробные экономические расчеты, связанные с выбором заготовки, представлены в разделе 6 "Организация и экономика производственного подразделения".

* 1. **Разработка маршрутного технологического процесса**

Для разработки маршрутного технологического процесса изготовления детали составим план обработки элементарных поверхностей.

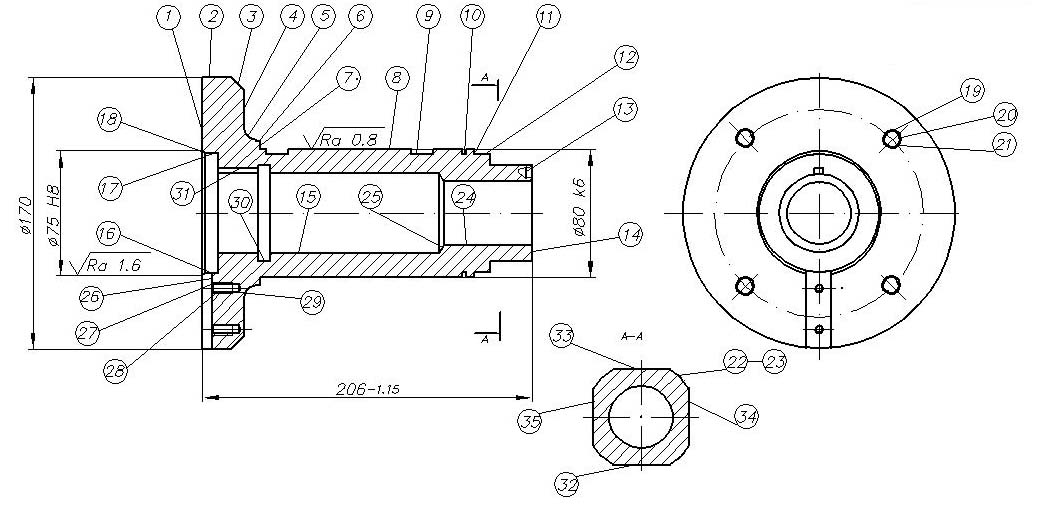


Рис.2.1 Обрабатываемые поверхности детали

Таблица 2.5 План обработки элементарных поверхностей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  поверхности | Вид  поверхности | Размер  поверхности,  мм | Квалитет  IT | Шероховатость  Ra, мкм | Окончательный метод и вид обработки | План обработки поверхностей | | | | | | |
| Этапы обработки детали | | | | | | |
| Эобд | Эчр | Эпч | Эч | Эп | Эв | Эов |
| 1 | НТП | 206-1,15 | 9 | 3,2 | Чистовое подрезание | Т | Т | Т | Т |  |  |  |
| 2 | НЦП | Ø170 | 12 | 12,5 | Черновое точение | Т | Т |  |  |  |  |  |
| 3 | Фн | 8×45О | 14 | 12,5 | Снятие фаски |  | Т |  |  |  |  |  |
| 4 | НТП | 26 | 12 | 12,5 | Черновое точение | Т | Т |  |  |  |  |  |
| 5 | R | 8 | 13 | 12,5 | Черновое точение | Т | Т |  |  |  |  |  |
| 6 | НЦП | Ø90 | 12 | 12,5 | Черновое точение | Т | Т |  |  |  |  |  |
| 7 | НТП | 170+0,4 | 6  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | 0,8 | Шлифовальная высокой точночти | Т | Т | Т | Т | Ш | Ш |  |
| 8 | НЦП | Ø80к6 | 6 | 0,8 | Шлифовальная высокой точности | Т | Т | Т | Т | Ш | Ш |  |

Продолжение таблицы 2.5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 | Шп | 6D10 | 10 | 6,3 | Получистовое фрезерование |  | Ф | Ф |  |  |  |  |
| 10 | Паз | 2,8+0,1 | 12 | 6,3 | Черновое точение |  |  |  | Т |  |  |  |
| 11 | НТП | 36 | 11 | 6,3 | Чистовое точение |  |  | Т | Т |  |  |  |
| 12 | НЦП | Ø74h9 | 9  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | 3,2 | Чистовое точение |  | Т | Т | Т |  |  |  |
| 13 | Фп | 1,6×45о | 12 | 12,5 | Снятие фаски |  |  |  | Т |  |  |  |
| 14 | НТП | 206-1,15 | 11 | 12,5 | Получистовое точение | Т | Т | Т |  |  |  |  |
| 15 | ВЦП | Ø50H9 | 9 | 1,6 | Чистовое развертывание |  | С | З | Р |  |  |  |
| 16 | ВЦП | Ø75H8 | 8 | 1,6 | Повышенной точности растачивание |  | Р | Р | Р | Р |  |  |
| 17 | ВТП | 10±0,2 | 10 | 1,6 | Чистовое растачивание |  |  | Р | Р | Р |  |  |
| 18 | Фв | 1,6×45о | 12 | 12,5 | Снятие фаски |  |  |  | Р |  |  |  |
| 19 | ВЦП | Ø11H11 | 11 | 6,3 | Черновое сверление | Ц | С |  |  |  |  |  |
| 20 | Фв | 1,0×45о | 12 | 12,5 | Снятие фаски |  |  | З |  |  |  |  |
| 21 | ВРП | М12-7Н | 7 | 6,3 | Нарезание резьбы |  |  |  | НР |  |  |  |
| 22 | НЦП | Ø70 | 12 | 12,5 | Черновое точение |  | Т | Т |  |  |  |  |
| 23 | НТП | 25Н11 | 11 | 6,3 | Черновое точение |  | Т | Т |  |  |  |  |
| 24 | ВЦП | Ø40 | 12 | 12,5 | Черновое рассверление | Ц | С | РС |  |  |  |  |
| 25 | Фвн | 30о | 12 | 12,5 | Снятие фаски |  |  |  | Р |  |  |  |
| 26 | Паз | 6 | 12 | 6,3 | Получистовое фрезерование |  | Ф | Ф |  |  |  |  |
| 27 | ВРП | М6-7Н | 7 | 6,3 | Нарезание резьбы |  |  |  | НР |  |  |  |
| 28 | Фв | 1,0×45о | 12 | 12,5 | Снятие фаски |  |  | З |  |  |  |  |
| 29 | ВЦП | Ø5H11 | 11 | 6,3 | Черновое сверление | Ц | С |  |  |  |  |  |
| 30 | ВЦП | Ø60 | 12 | 12,5 | Черновое растачивание |  |  |  | Р |  |  |  |
| 31 | Шп | 4D10 | 10 | 6,3 | Получистовое долбление |  | Д | Д |  |  |  |  |
| 32-33 | НПП | кв 60d11 | 11 | 6,3 | Получистовое фрезерование |  | Ф | Ф |  |  |  |  |
| 34-35 | НПП | 11 | 6,3 |  | Ф | Ф |  |  |  |  |

Примечание: Т - точение, Рс – растачивание, НР – нарезание резьбы, С - сверление, З – зенкерование, Рз – развёртывание, Ф – фрезерование, Ш - шлифование;

НЦП – наружная цилиндрическая поверхность, ВЦП – внутренняя цилиндрическая поверхность, ТП – торцевая поверхность, ПП – плоские поверхности, ВРП, НРП – внутренние и наружные резьбовые поверхности, П – паз.

Таблица 2.6 Потенциальные операции обработки детали

| Этапы обработки детали | Содержание операции | Оборудование | Кол-во потенциальных установов | Установ | № опер. |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эобд | Фцобд(1), Фцобд(14) |  | 1 | А | 010 |
| Эчерн | Тобд(2); Тчерн(1);Тчерн(2) | Токарный с ЧПУ | 1 | А | 015 |
| Эчерн | Тобд(3);Тобд(4); Тобд (5); Тобд (6); Тобд (7);Тобд (8); Тобд (12);Тобд (11); Тобд (14);  Тчерн(3);Тчерн(4); Тчерн(5); Тчерн(6); Тчерн(7);Тчерн(8); Тчерн(12);Тчерн(11); Тчерн(14); | Токарный с ЧПУ | 1 | А | 020 |
| Эп.чис | Тпч(6);Тпч (7); Тпч (8); Тпч (11); Тпч (12);Тпч (14); Тпч (9);Тпч (10); Тпч (32-35);Фпч(9);Фпч(32-35) | Многоцелевой станок с ЧПУ | 1 | А | 025 |
| Эчис | Тч(7);Тч(8); Тч (11); Тч(12)  Фч(32-35)  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | 1 | А | 025 |
| Эп.чис | Тпч(1); Счерн(24);РСчерн(24); Счерн(15); Спч(15); Рсчр(30);Рсчр(17);Рсп.чис(17); Рсчт(17);Рсчр(16); | Сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ | 1 | А | 030 |

Продолжение таблицы 2.6

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эчис | Тч(1);Тч(2); Разч(15); Рзчис(25);  Рзчис(17) Рсчт(17); Рзчис(16) Рсчт(16). |  | 1 | А | 030 |
| Эчр,Эпч,Эч | Фчр(26); Фпч(26);  Цч(29); Цч(21);Счр(21); Счр(29);  Зчр(19); Зчр(27); НРч(20); НРч(28) | Сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ | 1 | А | 040 |
| Эпч | Дпч(31) | Долбежный станок | 1 | А | 050 |
| Эч | Дч(31) | 1 | А | 050 |
| Эв.точ | Шв.точ(7);Шв.точ(8) | Кругло-шлифовальный с ЧПУ | 1 | А | 055 |
| Эпв.точ | Шпв.точ(7);Шпв.точ(8) | 1 | А | 055 |

Учитывая принятый тип производства – серийное и поточную форму организации производства, были внесены изменения в действующий маршрут с учетом следующих моментов, лежащих в основе разработки маршрутной технологии.

* При данных условиях рационально применять в основном станки с ЧПУ.
* Количество установов может быть различным.

Вновь разработанный маршрут обработки после уточнения потенциальных операций обработки представлен в виде таблицы 2.7.

Таблица 2.7 Маршрут обработки детали

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № опер. | План обработки | База | Оборудование |
| 005 | Контрольная |  |  |
| 010 | Фрезерно-центровальная  Фцобд(1), Фцобд(14) | 7,8 | Фрезерно-центровальный |  |
| 015 | Токарная  А: Тобд(2); Тчерн(1);Тчерн(2); | 7,8,14 | Токарный с ЧПУ |

Продолжение таблицы 2.7

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 020 | А: Тобд(3);Тобд(4); Тобд (5); Тобд (6); Тобд (7);Тобд (8); Тобд (12);Тобд (11); Тобд (14);  Тчерн(3);Тчерн(4); Тчерн(5); Тчерн(6); Тчерн(7);Тчерн(8); Тчерн(12);Тчерн(11); Тчерн(14); | 1,2 | Токарный с ЧПУ |
| 025 | А: Тпч(6);Тпч (7); Тпч (8); Тпч (11); Тпч (12);Тпч (14); Тпч (9);Тпч (10); Тпч (32-35);  Тч(7);Тч(8); Тч (11); Тч(12); Фпч(9);Фпч(32-35);  Фпч(32-35) | 1,2 | Многоцелевой станок с ЧПУ |
| 030 | Токарная  А:Тпч(1);Тч(1);Тч(2);Счерн(24);РСчерн(24); Счерн(15); Спч(15); Разч(15); Рзчис(25);  Рсчр(30);Рсчр(17);Рсп.чис(17);Рзчис(17) Рсчт(17);  Рсчр(16);Рсп.чис(16);Рзчис(16) Рсчт(16). | 7,8 | Многоцелевой станок с ЧПУ |
| 040 | Сверлильно-фрезерная  А: Фчр(26); Фпч(26);  Цч(29); Цч(21);Счр(21); Счр(29);  Зчр(19); Зчр(27); НРч(20); НРч(28) | 8,14 | Сверлильно-фрезерный с ЧПУ |
| 045 | Слесарная |  |  |
| 050 | Долбежная  А: Дпч(31); Дч(31)  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | 8,14 | Долбежный станок |
| 055 | Круглошлифовальная  А: Шп.точ(7);Шп.точ(8);  Шп.точ(7); Шв.точ(8); | 1, 19 | Кругло-шлифовальный с ЧПУ |
| 040 | Промывочная |  | Моечная  машина |
| 045 | Контрольная |  | Стол  контрольный |

**2.9 Разработка маршрутного технологического процесса**

**2.9.1 Назначение оборудования**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Первой задачей проектирования операционного технологического процесса является уточнение назначенного оборудования для выполнения каждой операции, а именно выбор типоразмера, то есть конкретной модели. При этом учитываются назначенные базы, количество технологических переходов в установе. При выборе модели станка необходимо исходить из вида обработки, требований к точности размеров и точности расположения поверхностей. Исходя из этих критериев, назначается класс точности станка. При выборе оборудования также необходимо учитывать следующие условия: соответствие габаритных размеров обрабатываемой детали и основных размеров станка: обеспечение заданной производительности; наиболее полное использование станка по мощности и технологическим возможностям.

Учитывая все вышеперечисленное, были выбраны следующие модели станков, сведенные в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 Модели станков

| № опер. | Тип станка | Модель станка | Класс точности станка |
| --- | --- | --- | --- |
| 010 | Фрезерно-центровальный | 2Г942Ф2 | H |
| 015 | Токарный станок с ЧПУ | 16К20Ф3 | H |
| 020 | Токарный станок с ЧПУ | 16К20Ф3 | H |
| 025 | Многоцелевой станок с ЧПУ | G 30HT | В |
| 030 | Многоцелевой станок с ЧПУ | М 680 | В |
| 040 | Сверлильно-фрезерный с ЧПУ | Е 320 | В |
| 050 | Долбежный станок | 7Д450 | Н |
| 055 | Круглошлифовальный с ЧПУ | 3В130Ф3 | В |

*Технические характеристики станка 16К20Ф3:*

1. Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:

над станиной 400

над суппортом 800 2. Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм: 1000

3. Частота вращения шпинделя, об/мин: 12,5-2000

4. Число скоростей шпинделя: 22 5. Мощность электродвигателя, кВт: 10

6. Габаритные размеры, мм (без ЧПУ): 3360х1710х1750

7. Масса, кг: 4000

*Технические характеристики станка G 30HT:*

1. Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм: 600

2. Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм: 2600

3. Наибольший диаметр сверления, мм: 100

4. Наибольшая длина сверления, мм: 2600

5. Частота вращения шпинделя, об/мин: 1425

6. Мощность электродвигателя, кВт: 7,5

7. Габаритные размеры, мм: 8050х1600х1350

8. Масса, кг: 6500

*Технические характеристики станка M680:*

1. Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм: 610

2. Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм: 1137

3. Частота вращения шпинделя, об/мин: 35-3000

4. Частота вращения инструмента, об/мин: 15-10000

5. Количество инструментов в револьверной головке, шт: 12 6. Мощность электродвигателя, кВт: 15

7. Габаритные размеры, мм (без ЧПУ): 5200х2500х2900

8. Масса, кг: 10000

*Технические характеристики станка 3В130Ф2:*

1. Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм: 280

2. Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм: 1000

3. Частота вращения шлифовального круга, об/мин: 1500

4. Размеры шлифовального круга, мм: 600х80х63

5. Мощность электродвигателя, кВт: 18

6. Габаритные размеры, мм (без ЧПУ): 3410х2020х2290

7. Масса, кг: 10000

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Уточнение технологического оборудования было произведено с учётом следующих принципов:

* соответствие оборудования принятому типу производства (среднесерийное);
* использование оборудования по основному назначению (по методам

обработки, по точности станка);

* наиболее полное использование технологических возможностей станков;

Следующей задачей проектирования операционного технологического процесса является уточнение последовательности формирования технологических переходов. При формировании технологических переходов необходимо осуществлять принцип максимально возможной концентрации элементарных переходов.

**2.9.2 Эскизы обработки и схемы установки**

Технологические эскизы выполняются для каждой технологической операции, которая включает в себя технологические переходы одного этапа обработки. На все основные операции механической обработки вычерчиваются технологические эскизы на ватмане (см. графическую часть).

Необходимое количество изображений (видов, разрезов, сечений) производится с учетом наглядности изображения обрабатываемых поверхностей, баз. Вверху эскиза пишется номер, название операции и модель станка, указывается установ и номер позиции. Обрабатываемая деталь на эскизе показывается в том положении, в котором она закреплена в рабочем приспособлении. Обрабатываемые поверхности обводятся толстыми линиями, базы и способы крепления показываются условными знаками в соответствии с ГОСТ 3.1107.

Центральной задачей формирования эскиза является рациональная простановка операционных размеров, при которой отсутствуют ошибки базирования.

Для операций выполняемых на станках с ЧПУ инструмент вычерчивается на свободном поле эскиза. Обязательно указываются координатная система детали, нулевая и исходные точки, необходимые константы, показываются траектории движения инструментов.

На операцию 015 и 040 рассчитываем траекторию движения режущего инструмента, определяем координаты опорных точек с учетом линейных и диаметральных размеров, определенных в разделе 2.8.3. Результаты расчета представляем в таблице 2.9 и 2.10. Траектория движения режущего инструмента показана в графической части. По результатам расчетов разрабатываем управляющую программу с учетом режимов резания, определенных в разделе 2.8.6., и представляет ее в таблице 2.14.

Таблица 2.9 Координаты опорных точек Х, Z и их приращения ΔХ, ΔZ для 015 операции

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Х | Приращение по оси Х, | Z | Приращение по оси Z, |
| точки |  |  |  |  |
| 0 | 120 |  | 50 |  |
| 1 | 90 | 30 | 0 | -50 |
| 2 | 20 | 70 | 0 | 0 |
| 3 | 20 | 0 | 10 | 10 |
| 4  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | 86,8 | -66,8 | 10 | 0 |
| 5 | 86,8 | 0 | -50 | -61 |

Продолжение таблицы 2.9

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 | 90 | -3,2 | -50 | 0 |
| 7 | 90 | 0 | 10 | 60 |
| 8 | 85,3 | 4,7 | 10 | 0 |
| 9 | 85,3 | 0 | -50 | -60 |
| 6 | 90 | -4,7 | -50 | 0 |
| 7 | 90 | 0 | 10 | 60 |
| 0 | 120 | -30 | 50 | 40 |

Таблица 2.10 Координаты опорных точек Х, Z и их приращения ΔХ, ΔZ для 040 операции

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  точки | Х | Приращение по оси Х, | Z | Приращение по оси Z, | У | Приращение по оси У |
| Фрезерование | | | | | | |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |
| 1 | -24 | 24 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | -24 | 0 | -4 | 9 | 0 | 0 |
| 3 | -100 | 76 | -4 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | -100 | 0 | 5 | -9 | 0 | 0 |
| 1 | -24 | -76 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | -24 | 0 | -6 | 11 | 0 | 0 |
| 6 | -100 | 76 | -6 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | -100 | 0 | 5 | -11 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | -100 | 5 | 0 | 0 | 0 |
|  |  | 0 |  | 0 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Cмена инструмента - центрование | | | | | | |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |
| 7 | -47 | 47 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | -47 | 0 | -8 | 13 | 0 | 0 |
| 7 | -47 | 0 | 5 | -13 | 0 | 0 |
| 9 | -73 | 26 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 10  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | -73 | 0 | -8 | 13 | 0 | 0 |
| 9 | -73 | 0 | 5 | -13 | 0 | 0 |
| 11 | -46 | -27 | 5 | 0 | 46 | -46 |
| 12 | -46 | 0 | -2 | 7 | 46 | 0 |
| 11 | -46 | 0 | 5 | -7 | 46 | 0 |
| 13 | 46 | -92 | 5 | 0 | 46 | 0 |
| 14 | 46 | 0 | -2 | 7 | 46 | 0 |
| 13 | 46 | 0 | 5 | -7 | 46 | 0 |

Продолжение таблицы 2.10

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 15 | 46 | 0 | 5 | 0 | -46 | 92 |
| 16 | 46 | 0 | -2 | 7 | -46 | 0 |
| 15 | 46 | 0 | 5 | -7 | -46 | 0 |
| 17 | -46 | 92 | 5 | 0 | -46 | 0 |
| 18 | -46 | 0 | -2 | 7 | -46 | 0 |
| 17 | -46 | 0 | 5 | -7 | -46 | 0 |
| 0 | 0 | -46 | 5 | 0 | 0 | -46 |
| Cмена инструмента - сверление | | | | | | |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |
| 7 | -47 | 47 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | -47 | 0 | -23 | 28 | 0 | 0 |
| 7 | -47 | 0 | 5 | -28 | 0 | 0 |
| 9 | -73 | 26 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | -73 | 0 | -23 | 28 | 0 | 0 |
| 9 | -73 | 0 | 5 | -28 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | -73 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Cмена инструмента - сверление | | | | | | |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |
| 11 | -46 | 46 | 5 | 0 | 46 | -46 |
| 21 | -46 | 0 | -19 | 24 | 46 | 0 |
| 11 | -46 | 0 | 5 | -24 | 46 | 0 |
| 13 | 46 | -92 | 5 | 0 | 46 | 0 |
| 22 | 46 | 0 | -19 | 24 | 46 | 0 |
| 13 | 46 | 0 | 5 | -24 | 46 | 0 |
| 15 | 46 | 0 | 5 | 0 | -46 | 92 |
| 23 | 46 | 0 | -19 | 24 | -46 | 0 |
| 15 | 46 | 0 | 5 | -24 | -46 | 0 |
| 17 | -46 | 92 | 5 | 0 | -46 | 0 |
| 24 | -46 | 0 | -19 | 24 | -46 | 0 |
| 17 | -46 | 0 | 5 | -24 | -46 | 0 |
| 0 | 0 | -46 | 5 | 0 | 0 | -46 |
| Cмена инструмента - зенкование | | | | | | |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |
| 7 | -47 | 47 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | -47 | 0 | -7 | 12 | 0 | 0 |
| 7 | -47 | 0 | 5 | -12 | 0 | 0 |
| 9 | -73 | 26 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | -73 | 0 | -7 | 12 | 0 | 0 |
| 9 | -73 | 0  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | 5 | -12 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | -73 | 5 | 0 | 0 | 0 |

Продолжение таблицы 2.10

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cмена инструмента - зенкование | | | | | | |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |
| 11 | -46 | 46 | 5 | 0 | 46 | -46 |
| 27 | -46 | 0 | -1 | 6 | 46 | 0 |
| 11 | -46 | 0 | 5 | -6 | 46 | 0 |
| 13 | 46 | -92 | 5 | 0 | 46 | 0 |
| 28 | 46 | 0 | -1 | 6 | 46 | 0 |
| 13 | 46 | 0  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | 5 | -6 | 46 | 0 |
| 15 | 46 | 0 | 5 | 0 | -46 | 92 |
| 29 | 46 | 0 | -1 | 6 | -46 | 0 |
| 15 | 46 | 0 | 5 | -6 | -46 | 0 |
| 17 | -46 | 92 | 5 | 0 | -46 | 0 |
| 30 | -46 | 0 | -1 | 6 | -46 | 0 |
| 17 | -46 | 0 | 5 | -6 | -46 | 0 |
| 0 | 0 | -46 | 5 | 0 | 0 | -46 |
| Cмена инструмента - нарезание резьбы | | | | | | |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |
| 7 | -47 | 47 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | -47 | 0 | -19 | 24 | 0 | 0 |
| 7 | -47 | 0 | 5 | -24 | 0 | 0 |
| 9 | -73 | 26 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | -73 | 0 | -19 | 24 | 0 | 0 |
| 9 | -73 | 0 | 5 | -24 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | -73 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Cмена инструмента - нарезание резьбы | | | | | | |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |
| 11 | -46 | 46 | 5 | 0 | 46 | -46 |
| 33 | -46 | 0 | -14 | 19 | 46 | 0 |
| 11 | -46 | 0 | 5 | -19 | 46 | 0 |
| 13 | 46 | -92 | 5 | 0 | 46 | 0 |
| 34 | 46 | 0 | -14 | 19 | 46 | 0 |
| 13 | 46 | 0 | 5 | -19 | 46 | 0 |
| 15 | 46 | 0 | 5 | 0 | -46 | 92 |
| 35 | 46 | 0 | -14 | 19 | -46 | 0 |
| 15 | 46 | 0 | 5 | -19 | -46 | 0 |
| 17 | -46 | 92 | 5 | 0 | -46 | 0 |
| 36 | -46 | 0 | -14 | 19 | -46 | 0 |
| 17 | -46 | 0 | 5 | -19 | -46 | 0 |
| 0 | 0 | -46 | 5 | 0 | 0 | -46 |

Используемый режущий инструмент для операции 015 представлен в таблице 2.11, с указанием величины вылета.

Таблица 2.11 Установка инструментов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Инструмент | | Резец контурный | Резец контурный | Сверло ∅6,3 |
| Вылет инструмента, мм | Wх | 150 | 150 | 150 |
| Wz | 350 | 310 | 310 |

Таблица 2.12 Управляющая программа на операцию 015.

|  |  |
| --- | --- |
| Отрезок пути | Управляющая программа |
|  | 5 G28 U0.0 W0.0 |
|  | 10 T0101 M08 |
| 0-1 | 15 G0 X209.3 Z0.0 |
|  | 20 G50 S1000 |
|  | 25 G96 S170 M3 |
| 1-2 | 30 G1 X20.0 F0.2 |
| 2-3 | 35 Z3.0 F3.0 |
| 3-4 | 40 G0 X173.6 |
| 4-5 | 45 G1 Z-50.0 F0.25 |
| 5-6 | 50 X174.6 F3.0 |
| 6-7 | 55 G0 Z3.0 |
| 7-8 | 60 G1 X170.6 F3.0 |
| 8-9 | 65 Z-50.0 F0.25 |
| 9-6 | 70 X173.0 F3.0 |
| 6-7 | 75 G0 Z3.0 |
| 7-0 | 80 G28 U0.0 W0.0 |
|  | 85 M30 |
|  |  |

**2.8.3 Расчет операционных размеров и размеров заготовки**

Подробный расчет диаметральных размеров проводим для наиболее точной поверхности: ∅80h6. Для наглядности расчет диаметральных операционных размеров сопровождаем построением схемы припусков и операционных размеров (см. рис. 2.1).

Минимальное значение припуска 2Zi MIN при обработке наружных и внутренних цилиндрических поверхностей определяется: [35, с.5]

2Zi MIN = 2((RZ + h)i-1 + √Δ2Σi-1 + ε 2i)(2.1)

где RZi-1 – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

[18, с.186, табл.12]

hi-1 – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе; [18, с.188, табл.25]

ΔΣi-1 – суммарные отклонения расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечений осей, позиционное) и в некоторых случаях отклонения формы поверхности;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

ε i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе;

[18, с.42, табл.13]

Общее отклонение оси детали от прямолинейности определяем по формуле:

Δзаг =  [18, с.177] (2.2)

Δ*к* = 1 мкм на 1 мм длины – удельная кривизна заготовки [18, с.186, табл. 16]

Δзаг = 

Для поверхностей, подвергаемых механической обработке величины отклонений определяем с использованием коэффициентов по формуле:   
Δ = К ⋅ Δзаг [6, с.12], согласно рекомендациям [18, с.190, табл.29]

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

черновое точение К =0,06; Δ = 0,06 ⋅ 206 = 10

получистовое точение К = 0,05; Δ = 0,05 ⋅ 206 = 8

чистовое точение К= 0,04; Δ = 0,04 ⋅ 206 = 7

шлифование повышенной точности К= 0,03; Δ = 0,03 ⋅ 206 = 5

шлифование высокой точности К= 0,02; Δ = 0,02 ⋅ 206 = 3

Определив, таким образом, все необходимые слагаемые в формуле (2.1) определяем величины припусков:

2ZMINчер = 2 ⋅ (200 + 250 + 432,6) = 1765 мкм = 1,765 мм

2ZMINп.ч. = 2 ⋅ (32 + 30+ 22,36) = 168 мкм = 0,68 мм

2ZMINчис = 2 ⋅ (50 + 50 + 17,88) = 236 мкм = 0,236 мм

2ZMINп.т. = 2 ⋅ (25 + 25 + 13,89) = 127 мкм = 0,127 мм

2ZMINв.т. = 2 ⋅ (5 + 15 + 9,43) = 58 мкм = 0,058 мм

Определяем значение максимальных припусков на каждом этапе обработки по формуле:

2ZMAX = 2ZMIN*i* + Тi-1 - Ti (2.3)

2ZMAXчер = 2ZMINчер + Тзаг - Тчер = 1,765 + 2,8 - 0,46 = 4,105

2ZMAXп.ч. = 0,68 + 0,46 - 0,19 = 0,438

2ZMAXчис = 0,236 + 0,19 - 0,074 = 0,352

2ZMAXп.т. = 0,127 + 0,074 - 0,046 = 0,155

2ZMAXвыс.т. = 0,058 + 0,046 - 0,019 = 0,085

Определяем предельные межпереходные размеры и окончательные размеры заготовки по формулам:

Аmaxi = Аmaxi-1+2ZMIN i-1 - Ti [6, с.13] (2.4)

Аmini = Аmaxi-1+2ZMIN i-1 (2.5)

Все полученные результаты сводим в таблицу 2.13.

Таблица 2.13 Расчет припусков по технологическим переходам на обработку поверхности ∅64h6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид заготовки и план обработки поверхности | Элементы припуска, мкм | | | | Допуск р-ра Т, мм | 2ZMIN мм | 2Z MAX мм | Предельные размеры | | Номин. знач р-ра с отклонениями |
| Rz | h | Δ | ε  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | Амах | Аmin |
| штамповка | 200 | 250 | 165 |  | 2,8 |  |  | 85,945 | 83,145 | Ø86 |
| Токарная:  точение черновое | 32 | 30 | 10 | 400 | 0,46 | 1,765 | 4,105 | 81,38 | 80,92 | Ø81.4-0,46 |
| точение получистовое | 50 | 50 | 8 | 20 | 0,19 | 0,168 | 0,438 | 80,752 | 80,562 | Ø80,8-0,19 |
| точение чистовое | 25 | 25 | 7 | 16 | 0,074 | 0,236 | 0,352 | 80,326 | 80,252 | Ø80,4-0,074 |
| Шлифование:  повыш. точности | 5 | 15 | 5 | 12 | 0,046 | 0,127 | 0,155 | 80,125 | 80,079 | Ø80,13-0,046 |
| высокой точности | 2,5 | 5 | 3 | 8 | 0,019 | 0,058 | 0,085 | 80,021 | 80,002 | Ø80 |

Рис. 2.2 Схема расположения припусков, допусков, межпереходных размеров

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

На остальные диаметральные размеры определяем припуски опытно-статистическим методом.

Таблица 2.14 Расчёт припусков, межпереходных размеров и размеров заготовки

| Вид заготовки и план обработки поверхности | | Допуск р-ра Т, мм | 2ZMIN мм | 2Z MAX мм | Предельные размеры | | Номин. знач. р-ра с отклонениями |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Амах | Аmin |
| штамповка | | 2,8 |  |  | 78,95 | 76,15 | Ø78 |
| Ø74h9  Токарная:  точение черновое | | 0,46 | 1,0 | 3,34 | 75,15 | 74,69 | Ø75,2-0,46 |
| точение получистовое | | 0,46 | 0,3 | 0,57 | 74,39 | 74,2 | Ø74,4-0,19 |
| точение чистовое | | 0,19 | 0,2 | 0,316 | 74 | 73,926 | Ø74-0,074 |
| Ø50Н9 | | | | | | | |
| штамповка | | 2,8 |  |  | 48,25 | 47,25 | Ø47 |
| Токарная:  сверление черновое | | 0,39 | 0,8 | 3,21 | 49,44 | 49,05 | Ø49+0,39 |
| сверление получистовое | | 0,16 | 0,25 | 0,48 | 49,85 | 49,69 | Ø49,7+0,16 |
| развертывание чистовое | | 0,062 | 0,15 | 0,248 | 50,062 | 50 | Ø50+0,062 |
| ø75Н8 | | | | | | | |
| штамповка | | 2,8 |  |  | 72,2 | 69,4 | Ø72+1,0 |
| ø75Н8  Токарная:  растачивание черновое | | 0,46 | 1,0 | 3,34 | 73,966 | 73,206 | ø73,8+0,46 |
| растачивание получистовое | | 0,19 | 0,3 | 0,57 | 74,656 | 74,266 | ø74,6+0,19 |
| растачивание чистовое | | 0,074 | 0,2 | 0,316 | 74,93 | 74,856 | ø75+0,074 |
| растачивание тонкое  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | | 0,046 | 0,07 | 0,098 | 75,046 | 75 | ø75+0,046 |



Рис.2.3 Схема операционных припусков на линейные размеры.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Для наглядности расчет линейных операционных размеров сопровождаем построением схемы операционных припусков на линейные размеры (см. рис. 2.3). Значения минимальных припусков на обработку линейных размеров определяются по аналогии с диаметральными размерами, с использованием тех же таблиц и формул.

Результаты расчета линейных операционных размеров сведены в таблицу 2.15.

Таблица 2.15 Расчет линейных операционных размеров

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Уравнения | Неизвестный размер | Zmin | Допуск неизвестного операционного размера | Значение неизвестного операционного размера |
| 1 | ZА3= А3– S25 | S25 | 0,017 | 0,040 | 169,943(+0,04) |
|  | ZА3min = А3min– S25max ⇒ S25max= А3min– ZА3min = 170-0,017 = 169,983 мм  S25min = S25max – δ25 =169,983 – 0,04 = 169,943 мм  Назначаем на S25 допуск по 7 квалитету δ25 = 0,04 S25 = 169,943(+0,04) мм | | | | |
| 2 | Z25= S25– S13 | S13 | 0,02 | 0,1 | 169,823(+0,1) |
|  | Z25min = S25min– S13max ⇒ S13max= S25min– Z25min = 169,943-0,02 = 169,923 мм  S13min = S13max – δ13 =169,923 – 0,02 = 169,823 мм  Назначаем на S13 допуск по 11 квалитету δ13 = 0,32 S13 = 169,823(+0,1) мм | | | | |
| 3 | Z24=- S24 – А9  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | S24 | 0,25 | 0,12 | 5,63(+0,12) |
|  | Z24min = А9min– S24max ⇒ S24max=А9min– Z24min = 6 – 0,25 = 5,75 мм  S24min = S24max – δ24 =5,75 – 0,12 = 5,63 мм  Назначаем на S24 допуск по 12 квалитету δ24 = 0,12 S24 = 5,63(+0,12) мм  Остальные размеры считаются аналогично. | | | | |
| 4 | Z23= A4- S23 | S23 | 0,09 | 0,036 | 9,674(+0,036) |
| 5 | Z22=– S22 + S23 | S22 | 0,13 | 0,09 | 9,454(+0,09) |
| 6 | Z21= S22 – S21 | S21 | 0,25 | 0,22 | 8,984(+0,22) |
| 7 | Z20= – S20 + А8+ А7 | S20 | 0,16 | 0,1 | 150,24(+0,1) |
| 8 | Z19= – S19 + S20 | S19 | 0,3 | 0,25 | 149,69(+0,25) |
| 9 | Z18= – S18 + S19 | S18 | 1,5 | 0,63 | 147,56(+0,63) |
| 10 | S17= – А3 + А1 | S17 | - | 0,062 | 35,656(-0,062) |
| 11 | Z17= – S17 + S16 | S16 | 0,13 | 0,16 | 35,946(-0,16) |

Продолжение таблицы 2.15

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 12 | Z16= –S16 + S10 - А3 | S10 | 0,25 | 0,115 | 206,711(-0,115) |
| 13 | Z14= – S14 + А6 | S15 | 0,9 | 0,33 | 23,77(+0,33) |
| 14 | Z14= А6 – S14 | S14 | 0,9 | 0,33 | 23,77(+0,33) |
| 15 | Z13= S13 – S11 | S11 | 0,06 | 0,062 | 35,8(+0,062) |
| 16 | Z12= – S12 + А5 | S12 | 0,13 | 0,25 | 169,513(+0,25) |
| 17 | Z11= S11 – S7 | S7 | 0,3 | 0,4 | 168,813(+0,4) |
| 18 | Z9= S12 – S9 | S9 | 0,25 | 0,16 | 35,398(+0,16) |
| 19 | Z8= S9 – S8 | S8 | 0,9 | 0,390 | 34,108(+0,93) |
| 20 | Z7= S7 – S6 | S6 | 1,5 | 1,0 | 166,313(+1,0) |
| 21 | ZА2= -S5 – А2+А1 | S5 | 1,5 | 0,63 | 177,9(+0,63) |
| 22 | Z10= S4 – S10 | S4 | 0,3 | 0,46 | 207,471(-0,46) |
| 23 | Z4= S3 – S4 | S3 | 1,1 | 0,46 | 209,29(-0,46) |
| 24 | Z3= S2 – S3 | S2 | 1,5 | 1,15 | 211,68(-1,15) |
| 25 | Z13= - S2 +S1 | S1 | 1,0 | 1,15 | 213,83(-1,15) |
| 26 | Z1= З1 – S1 | З1 | 1,2 | 2,8 | 216 |
| 27 | Z6= S6 – З2+Z4+Z2 | З2 | 0,8 | 2,8 | 165,8 |
| 28 | Z5= S5 – З3+Z4+Z2 | З3 | 1,0 | 2,8 | 176 |

**2.9.4 Выбор рабочих приспособлений**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

При серийном типе производства применяются специализированные, быстродействующие приспособления. Все эти приспособления являются переналаживаемыми. Подробно станочное приспособление рассматривается в разделе 4.1 "Проектирование станочных приспособлений".

Для оговоренных выше условий производства применяются переналаживаемые контрольные приспособления, которые состоят из стандартных и унифицированных элементов. Подробно контрольное приспособление рассматривается в разделе 4.3 "Проектирование контрольно-измерительного приспособления"

**2.9.5 Назначение режущих инструментов**

При принятом типе производства (серийное) и использовании станков с ЧПУ целесообразно применять стандартные и нормализованные режущие инструменты, которые обеспечивают возможность быстрой переналадки и подналадки, как вне станка, так и на станке, взаимозаменяемость, высокую производительность, большую жесткость и точность. Вид режущего инструмента определяется назначенным методом обработки определенного вида поверхности, что следует из названия технологического перехода. Тип режущего инструмента обуславливается видом технологического перехода. Резцы для станков с ЧПУ имеют определенные типовые конструкции. Все они являются сборными и оснащаются многогранными пластинами из твердого сплава, минералокерамики или сверхтвердых материалов.

Аналогичным требованиям соответствуют контрольно-измерительные инструменты.

Более подробно вопросы проектирования режущего инструмента и контрольно-измерительных средств рассмотрены соответственно в пунктах 4.2. "Проектирование специального режущего инструмента" и 4.4. "Проектирование контрольно-измерительного инструмента".

Таблица 2.16 Режущий инструмент

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Операция | Установ | Переход | Инструмент |
| 010 | А | 2 | Фреза 2214-0353 ГОСТ 26595-80 |
|  | 3 | Сверло 2317-0122 ГОСТ 14952-80 |
| 015 | А | 2-4 | Резец MDINR2525M15 CТ35 |
| 020 | А | 2-10 | Резец MDINR2525M15 CТ35 |
| 025 | А | 2-8 | Резец MDINR2525M15 CТ25 |
| 9 | Резец MDINR2525M15 CU45 |
| 10  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | Резец MDINR2525M15 CU45 |
| 11-12 | Фреза 2234-0202 ГОСТ 164463-80 |
| 13 | Фреза 2224-1012 ГОСТ 28435-90 |
| 11 | Фреза 2224-1003 ГОСТ 28435-90 |
| 030 | А | 2-4,11-14 | Резец MDINR2525M15 CТ25 |
| 10 | Резец MDINR2525M15 CU45 |
| 5 | Сверло Ø 20 |
| 6 | Сверло Ø 40 |
| 7 | Сверло Ø R416.2-0470L50-41 |

Продолжение таблицы 2.16

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | 8 | Сверло Ø R416.2-0490L50-41 |
| 9 | Развертка 830A-E06D5000H8S20 |
| 040 |  | 1 | Фреза 2220-0013 ГОСТ 17025-71 |
| 3 | Фреза 2220-0017 ГОСТ 17025-71 |
| 4 | Сверло 2317-0004 ГОСТ 10903-77 |
| 5 | Сверло 2301-3551 ГОСТ 10903-77 |
| 6 | Сверло 2301-3578 ГОСТ 10903-77 |
| 7 | Зенковка 2353-0108 ГОСТ 14953-80 |
| 8 | Зенковка 2353-0007 ГОСТ 14953-80 |
| 9 | Метчик 2629-0285 ГОСТ 17927-72 |
| 10 | Метчик 2629-0441 ГОСТ 17927-72 |
| 050 | А | 1 | Резец 2184-0551 ГОСТ 10046-72 |
| 2 | Резец 2184-0552 ГОСТ 10046-72 |
| 055 | А | 1 | Круг шлифовальный ГОСТ 17123-85 |
| 2 | Круг шлифовальный ГОСТ 17123-85 |

**2.9.6 Расчет режимов резания**

Подробный расчет режимов резания проводим для операции 015, выполняемой на токарном станке с ЧПУ 16К20Ф3

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Исходные данные:

Деталь:

- наименование детали - вал шнекового транспортера

- материал - 40Х

- точность обработки поверхностей - IT12

- шероховатость обработки поверхностей – Rа = 12,5

Заготовка:

- метод получения заготовки – штамповка

- состояние поверхности – без корки

- припуск на обработку поверхностей

Станок:

- модель станка - 16К20Ф3

- частота вращения шпинделя n, об/мин 12,5...2000

- диапазон подач Sм, мм/мин 3...1200

- мощность привода главного движения 10 кВт

Материал резца Т15К6

Принимаем следующие величины глубин резания на черновом этапе [14, с.37, карта 2]. Согласно рекомендациям [14, с.40, карта 4] выбираем значения подачи и сводим их в таблицу 2.17.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Таблица 2.17 Глубина резания и подача

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № поверхности | Размер, мм | Глубина резания t, мм | Подача табличная Sот, мм/об; |
| 1 | 209,3h13 | 2,2 | 0,73 |
| 2 | 174,6h14 | 3,6 | 0,63 |
| 2 | 170,6h12 | 2,0 | 0,83 |

По [14, с.42, карта 5] определяем поправочные коэффициенты на подачу для изменённых условий обработки в зависимости от:

инструментального материала Кsи;

способа крепления пластин Кsp;

сечения державки резца Кsд;

прочности режущей части Кsh;

механических свойств обрабатываемого материала Кsм;

схемы установки заготовки Ку;

состояния поверхности заготовки Кsп;

геометрических параметров резца Кsφ;

Окончательно подачу определяем по формуле:

Sо = Sот ⋅ Кsи ⋅ Кsp ⋅ Кsд ⋅ Кsh ⋅ Кsм ⋅ Ку ⋅ Кsп ⋅ Кsφ [14, с.30] (2.6)

Определенные поправочные коэффициенты, а также уточненные подачи представляем в таблице 2.21.

Таблица 2.18 Уточнённая подача

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № пов. | Кsи | Кsp | Кsд | Кsh | Кsм | Кsу | Кsп | Кsj | Кsφ | Подача принятая Sо, мм/об; |
| 1 | 1 | 1,05 | 0,9 | 1,05 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 0,95 | 0,37 |
| 2 | 0,85 | 0,27 |
| 2 | 0,95 | 1,0 | 0,40 |

Выбор скорости резания.

Рекомендуемые значения скорости резания выбираем [14, с.73, карта 21] и заносим в таблицу 2.22. Согласно рекомендация [14, с.82, карта 23] определяем поправочные коэффициенты на скорость для измененных условий обработки в зависимости от:

инструментального материала Кvи;

группы обрабатываемости материала Кvс;

вида обработки Кvо;

жесткости станка Kvj;

механических свойств обрабатываемого материала Кvм;

геометрических параметров резца Кvφ;

периода стойкости инструмента Кvт;

наличия охлаждения Кvж

Окончательно скорость определяем по формуле:

V = Vт ⋅ Кvи ⋅ Кvс ⋅ Кvо ⋅ Kvj ⋅ Кvм ⋅ Кvφ ⋅ Кvт ⋅ Кvж (2.7)

Определенные поправочные коэффициенты, а также уточненные скорости представляем в таблице 2.22.

Таблица 2.19 Рекомендуемые значения скорости резания

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № поверхности | Скорость табличная  Vт, м/мин | Кvи | Кvс | Кvо | Kvj | Кvм | Кvφ | Кvт | Кvж | Уточненная скорость резания V, м/мин |
| 1 | 203 | 1,0  1,1  1,0 | 1 | 1 | 1 | 0,6 | 0,95 | 1,2 | 1 | 153 |
| 2 | 194 | 142 |
| 2 | 203 | 153 |

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

n =  (2.8)

Определенные по формуле (2.8) значения частот вращения корректируются по паспорту станка и окончательно принимаются фактические значения частот, имеющихся на станке. Фактическую скорость резания определяем по формуле:

Vф =  (2.9)

Полученные значения nф и Vф сведены в таблицу 2.23.

Таблица 2.20 Фактические значения n и V

| № пов. | n, об/мин | nф, об/мин | Vф, м/мин |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 286 | 280 | 154,92 |
| 2 | 277 | 280 | 152,63 |
| 2 | 286 | 280 | 149,99 |

Проверка выбранных режимов по мощности привода главного движения.

По [14, с.73, карта 21] определяем табличные значения мощности Nт. По [10, с.85, карта 24] определяем поправочный коэффициент на мощность в зависимости от обрабатываемого материала – КN. Табличную мощность корректируем по формуле:

N = Nт ⋅ КN ⋅ Vф/Vт (2.10)

Результаты проверки по мощности резания представлены в таблице 2.21.

Таблица 2.21 Проверка по мощности резания

| № пов. | Табличная мощность Nт, кВт | КN | Фактическая мощность N, кВт |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 6,3 | 1,2 | 5,57 |
| 2 | 7,5 | 6,93 |
| 2 | 6,3 | 5,57 |

Поскольку, ни одно из рассчитанных значений не превышает мощности привода главного движения станка, то значит установленный режим резания по мощности осуществим.

Определение минутной подачи:

Минутную подачу определяем по формуле:Sм = nф ⋅ Sо (2.11)

Учитывая значения nф, представленные в таблице 2.20 и значения Sо, представленные в таблице 2.20, определяем значения Sм, а полученные значения сводит в таблицу 2.22.

Таблица 2.22 Минутная подача

|  |  |
| --- | --- |
| № пов. | Минутная подача Sм, мм/мин |
| 1 | 104 |
| 2 | 76 |
| 2 | 112 |

Определение времени автоматической работы станка по программе.

Время автоматической работы станка по программе определяем по общей части. Результаты расчета приведены в таблице 2.23.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Таблица 2.23 Время автоматической работы станка по программе

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № точки | Координаты по оси Х,мм | Приращения по оси Х, мм | Координаты по оси Z, мм | Приращения по оси Z, мм | Участок траектории, мм | Длина i-го участка траектории Li, мм | Минутная подача на i-м участке, мм (р.х.),Sм, мм/мин | Основное время автоматической работы станка Тм.о, мин | Минутная подача на i-м участке, мм (х.х.) Sм, мм/мин | Вспомогательное время автоматической работы станка Тм.в, мин |
| 0 | 120 |  | 50 |  |  |  |  |  |  |  |

Продолжение таблицы 2.23

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 90 | 30 | 0 | 50 | 0-1 | 80,0 |  |  | 7000 | 0,011429 |
| 2 | 20 | 70 | 0 | 0 | 1-2 | 70,0 | 104 | 0,67 |  |  |
| 3 | 20 | 0 | 10 | -10 | 2-3 | 10,0 |  |  | 5000 | 0,002 |
| 4 | 86,8 | -66,8 | 10 | 0 | 3-4 | 66,8 |  |  | 5000 | 0,01336 |
| 5 | 86,8 | 0 | -50 | 60 | 4-5 | 60,0 | 76 | 0,79 |  |  |
| 6 | 90 | -3,2 | -50 | 0 | 5-6 | 3,2 |  |  | 5000 | 0,00064 |
| 7 | 90 | 0 | 10 | -60 | 6-7 | 60,0 |  |  | 5000 | 0,012 |
| 8 | 85,3 | 4,7 | 10 | 0 | 7-8 | 4,7 |  |  | 5000 | 0,00094 |
| 9 | 85,3 | 0 | -50 | 60 | 8-9 | 60,0 | 112 | 0,54 |  |  |
| 6 | 90 | -4,7 | -50 | 0 | 9-6 | 4,7 |  |  | 5000 | 0,00094 |
| 7 | 90 | 0 | 10 | -60 | 6-7 | 60,0 |  |  | 5000 | 0,012 |
| 0 | 120 | -30 | 240 | -230 | 0-7 | 260,0 |  |  | 7000 | 0,037143 |
|  |  |  |  | -190 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | Тм.о=2,00 | | Тм.в=0,090451 | |

Окончательное время цикла автоматической работы станка по программе равно Тц.а=2,0+0,09=2,09 мин.

Подробный расчет режимов резания проводим для операции 045, выполняемой на круглошлифовальном станке с ЧПУ 3В130Ф2.

Исходные данные:

Деталь:

- материал - 38ХН3МФА

- точность обработки поверхностей - IT6

- шероховатость обработки поверхностей – Rа = 0,8

- обрабатываемые поверхности – М6-7Н, М12-7Н, 16±1

Станок:

- модель станка – сверлильно-фрезерный - Е 320А

- частота вращения шпинделя nз, об/мин - 6000

- мощность привода главного движения 18 кВт

Принимаем следующие величины глубин резания [14, с.127, карта 45], также согласно рекомендациям [14, с.112] выбираем значения подачи и сводим их в таблицу 2.24.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Таблица 2.24 Глубина резания и подача

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № поверхности | Размер, мм | Глубина резания t, мм | Подача табличная Sот, мм/об(мм/зуб) | КSМ | Подача принятая Sо, мм/об; |
| 19 | 1х45о | 1 | 0,3 | 0,65 | 0,2 |
| 20 | Ø11Н11 | 5,5 | 0,29 | 0,65 | 0,1 |
| 21 | М12-7Н | 1 | - | - | 1 |

Продолжение таблицы 2.24

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 27  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | 1х45о | 1 | 0,3 | 0,65 | 0,2 |
| 28 | Ø11Н11 | 2,5 | 0,15 | 0,65 | 0,19 |
| 29 | М12-7Н | 1 | - | - | 1 |
| 26пч | 12Н12 | 6 | 0,04 | - | 0,02 |
| центрование | Ø2 | 1 | 0,09 | 0,65 | 0,06 |
| 26ч | 16±0,1 | 2 | 0,05 | - | 0,024 |

По [14, с.217, карта 82] определяем поправочные коэффициенты на подачу при фрезеровании для изменённых условий обработки в зависимости от:

механических свойств обрабатываемого материала Кsм;

материала режущей части фрезы Ки;

отношения фактического числа зубьев к нормативному Кsz;

отношения вылета фрезы к диаметру КsВ;

Окончательно подачу определяем по формуле:

Sо = Sот ⋅ Кsо ⋅ Кsz ⋅ Кsм ⋅ Кsφ [14, с.154] (2.6)

Определенные поправочные коэффициенты, а также уточненные подачи представляем в таблице 2.25.

Таблица 2.25 Уточнённая подача

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № пов. | Кsо | Кsz | Кsм | Кsв | Подача принятая Sо, мм/зуб; |
| 26пч | 1 | 1,75 | 1,7 | 0,5 | 0,02 |
| 26ч | 0,024 |

Выбор скорости резания.

Рекомендуемые значения скорости резания выбираем [14, с.73, карта 21] и заносим в таблицу 2.26. Согласно рекомендация [14, с.82, карта 23] определяем поправочные коэффициенты на скорость для измененных условий обработки в зависимости от:

инструментального материала Кvи;

группы обрабатываемости материала Кvс;

вида обработки Кvо;

жесткости станка Kvj;

механических свойств обрабатываемого материала Кvм;

геометрических параметров резца Кvφ;

периода стойкости инструмента Кvт;

наличия охлаждения Кvж

Окончательно скорость определяем по формуле:

V = Vт ⋅ Кvи ⋅ Кvс ⋅ Кvо ⋅ Kvj ⋅ Кvм ⋅ Кvφ ⋅ Кvт ⋅ Кvж (2.7)

Определенные поправочные коэффициенты, а также уточненные скорости представляем в таблице 2.26.

Таблица 2.26 Рекомендуемые значения скорости резания

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № поверхности | Скорость табличная  Vт, м/мин | Кvи | Кvс | Кvо | Kvj | Кvм | Кvφ | Кvт | Кvж | Кvк | Уточненная скорость резания V, м/мин |
| 19 | 12,5 | 0,65 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8,13 |
| 20 | 21,6 | 14,04 |
| 21 | 14,1 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 6,05 |
| 27 | 12,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | 8,13 |
| 28 | 26,5 | 17,2 |
| 29 | 8,7 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 5,7 |
| центрование | 26,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | 17,23 |

Таблица 2.27 Рекомендуемые значения скорости резания

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № поверхности | Скорость табличная  Vт, м/мин | Кvо | Кvм | Kvu | Кvи | Кvn | Кvв | Кvж | Уточненная скорость резания V, м/мин |
| 26пч | 22 | 1 | 0,6 | 2,3 | 1,15 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 34,914 |
| 26ч | 22 | 1,0 | 30,36 |

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

n =  (2.8)

Определенные по формуле (2.8) значения частот вращения корректируются по паспорту станка и окончательно принимаются фактические значения частот, имеющихся на станке. Фактическую скорость резания определяем по формуле:

Vф =  (2.9)

Полученные значения nф и Vф сведены в таблицу 2.28.

Таблица 2.28 Фактические значения n и V

| № пов. | n, об/мин | nф, об/мин | Vф, м/мин |
| --- | --- | --- | --- |
| 19 | 199,2 | 250 | 10,21 |

Продолжение таблицы 2.28

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 20 | 406 | 355 | 15,7 |
| 21 | 243 | 250 | 9,42 |
| 27 | 369,8 | 355 | 7,8 |
| 28 | 1096 | 1000 | 12,26 |
| 29 | 302,5 | 250 | 4,71 |
| 26пч | 1369 | 1400 | 37,68 |
| центрование | 926,6 | 1000 | 8,79 |
| 26ч | 604,3 | 630 | 31,65 |

Проверка выбранных режимов по мощности привода главного движения.

По [14, с.136, карта 50] и [14, с.228, карта 87] определяем табличные значения мощности Nт. По [14, с.143, карта 53] и [14, с.227, карта 86] определяем поправочный коэффициент на мощность в зависимости от обрабатываемого материала – КN. Табличную мощность корректируем по формуле:

N = Nт ⋅ КN ⋅ Vф/Vт N = Nт/КNT (2.10)

Результаты проверки по мощности резания представлены в таблице 2.21.

Таблица 2.29 Проверка по мощности резания

| № пов. | Табличная мощность Nт, кВт | КNT | Фактическая мощность N, кВт |
| --- | --- | --- | --- |
| 19 | 3,3 | 0,65 | 5,08 |
| 20 | 1,1 | 1,7 |
| 21 | 0,2 | - | 0,2 |
| 27 | 3,3 | 0,65 | 5,08 |
| 28 | 0,4 | 0,62 |
| 29 | 0,13 | - | 0,13 |
| 26пч | 0,3 | 1,27 | 1,37 |
| центрование | 0,4 | 0,65 | 0,62 |
| 26ч | 0,31 | 1,14 | 1,19 |

Поскольку, ни одно из рассчитанных значений не превышает мощности привода главного движения станка, то значит установленный режим резания по мощности осуществим.

Определение минутной подачи:

Минутную подачу определяем по формуле:Sм = nф ⋅ Sо (2.11)

Учитывая значения nф, представленные в таблице 2.28 и значения Sо, представленные в таблице 2.27 и 2,26, определяем значения Sм, а полученные значения сводит в таблицу 2.30, также сведем данные по силе резания, возникающий при обработке.

Таблица 2.30 Минутная подача

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № пов. | Минутная подача Sм, мм/мин | Сила резания табличная, Рт, Н | Крм | Уточненная сила резания табличная, Р, Н |
| 19 | 50 | 434 | 0,65 | 668 |
| 20 | 63 | 1490 | 2292 |
| 21 | 250 | 4 | 6,15 |
| 27 | 80 | 434 | 668 |
| 28 | 100 | 1156 | 1778,5 |
| 29 | 250 | 6 | 9,23 |
| центрование | 80 | 1156 | 1778,5 |
| 26пч | 60 | Ру=1010  Рz=3140 | 0,75 | 757,5 |
| 26ч | 42 | 2355 |

Определение времени автоматической работы станка по программе.

Время автоматической работы станка по программе определяем по общей части. Результаты расчета приведены в таблице 2.31.

Таблица 2.31 Время автоматической работы станка по программе

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № точки | Координаты по оси Х,мм | Приращения по оси Х, мм | Координаты по оси Z, мм | Приращения по оси Z, мм | Координаты по оси , мм  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | Приращения по оси Z, мм | Участок траектории, мм | Длина i-го участка траектории Li, мм | Минутная подача на i-м участке, мм (р.х.),Sм, мм/мин | Основное время автоматической работы станкаТм.о, мин | Минутная подача на i-м участке, мм (х.х.) Sм, мм/мин | Вспомогательное время автоматической работы станкаТм.в, мин |
| Фрезерование | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | -24 | 24 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0-1 | 24,0 |  |  | 8000 | 0,003 |
| 2 | -24 | 0 | -4 | 9 | 0 | 0 | 1-2 | 9,0 |  |  | 8000 | 0,001125 |
| 3 | -100 | 76 | -4 | 0 | 0 | 0 | 2-3 | 76,0 | 60 | 1,27 |  |  |
| 4 | -100 | 0 | 5 | -9 | 0 | 0 | 3-4 | 9,0 |  |  | 8000 | 0,001125 |

Продолжение таблицы 2.31

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | -24 | -76 | 5 | 0 | 0 | 0 | 4-1 | 76,0 |  |  | 8000 | 0,0095 |
| 5 | -24 | 0 | -6 | 11 | 0 | 0 | 1-5 | 11,0 | 46 | 0,24 |  |  |
| 6 | -100 | 76 | -6 | 0 | 0 | 0 | 5-6 | 76,0 |  |  | 8000 | 0,0095 |
| 4 | -100 | 0 | 5 | -11 | 0 | 0 | 6-4 | 11,0 |  |  | 8000 | 0,001375 |
| 0 | 0 | -100 | 5 | 0 | 0 | 0 | 4-0 | 100,0 |  |  | 8000 | 0,0125 |
|  |  | 0 |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cмена инструмента - центрование | | | | | | | | | | | | 0,05 |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | -47 | 47 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0-7 | 47,0 |  |  | 8000 | 0,005875 |
| 8 | -47 | 0 | -8 | 13 | 0 | 0 | 7-8 | 13,0 | 80 | 0,16 |  |  |
| 7 | -47 | 0 | 5 | -13 | 0 | 0 | 8-7 | 13,0 |  |  | 8000 | 0,001625 |
| 9 | -73 | 26 | 5 | 0 | 0 | 0 | 7-9 | 26,0 |  |  | 8000 | 0,00325 |
| 10 | -73 | 0 | -8 | 13 | 0 | 0 | 9-10 | 13,0 | 80 | 0,16 |  |  |
| 9 | -73 | 0 | 5 | -13 | 0 | 0 | 10-9 | 13,0 |  |  | 8000 | 0,001625 |
| 11 | -46 | -27 | 5 | 0 | 46 | -46 | 9-11 | 73,0 |  |  | 8000 | 0,009125 |
| 12 | -46 | 0 | -2 | 7 | 46 | 0 | 11-12 | 7,0 | 80 | 0,09 |  |  |
| 11 | -46 | 0 | 5 | -7 | 46 | 0 | 12-11 | 7,0 |  |  | 8000 | 0,000875 |
| 13 | 46 | -92 | 5 | 0 | 46 | 0 | 11-13 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| 14 | 46 | 0 | -2 | 7 | 46 | 0 | 13-14 | 7,0 | 80 | 0,09 |  |  |
| 13 | 46 | 0 | 5 | -7 | 46 | 0 | 14-13 | 7,0 |  |  | 8000 | 0,000875 |
| 15 | 46 | 0 | 5 | 0 | -46 | 92 | 13-15 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| 16 | 46 | 0 | -2 | 7 | -46 | 0 | 15-16 | 7,0 | 80 | 0,09 |  |  |
| 15 | 46 | 0 | 5 | -7 | -46 | 0 | 16-15 | 7,0 |  |  | 8000 | 0,000875 |
| 17 | -46 | 92 | 5 | 0 | -46 | 0 | 15-17 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| 18 | -46 | 0 | -2 | 7 | -46 | 0 | 17-18 | 7,0 | 80 | 0,09 |  |  |
| 17  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | -46 | 0 | 5 | -7 | -46 | 0 | 18-17 | 7,0 |  |  | 8000 | 0,000875 |
| 0 | 0 | -46 | 5 | 0 | 0 | -46 | 0-17 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| Смена инструмента - сверление | | | | | | | | | | | | 0,05 |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | -47 | 47 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0-7 | 47,0 |  |  | 8000 | 0,005875 |
| 19 | -47 | 0 | -23 | 28 | 0 | 0 | 7-19 | 28,0 | 100 | 0,28 |  |  |
| 7 | -47 | 0 | 5 | -28 | 0 | 0 | 19-7 | 28,0 |  |  | 8000 | 0,0035 |
| 9 | -73 | 26 | 5 | 0 | 0 | 0 | 7-9 | 26,0 |  |  | 8000 | 0,00325 |
| 20 | -73 | 0 | -23 | 28 | 0 | 0 | 9-20 | 28,0 | 100 | 0,28 |  |  |
| 9 | -73 | 0 | 5 | -28 | 0 | 0 | 20-9 | 28,0 |  |  | 8000 | 0,0035 |
| 0 | 0 | -73 | 5 | 0 | 0 | 0 | 9-0 | 73,0 |  |  | 8000 | 0,009125 |
| Смена инструмента - сверление | | | | | | | | | | | | 0,05 |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 | -46 | 46 | 5 | 0 | 46 | -46 | 0-11 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| 21 | -46 | 0 | -19 | 24 | 46 | 0 | 11-21 | 24,0 | 63 | 0,38 |  |  |
| 11 | -46 | 0 | 5 | -24 | 46 | 0 | 21-11 | 24,0 |  |  | 8000 | 0,003 |
| 13 | 46 | -92 | 5 | 0 | 46 | 0 | 11-13 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| 22 | 46 | 0 | -19 | 24 | 46 | 0 | 13-22 | 24,0 | 63 | 0,38 |  |  |
| 13 | 46 | 0 | 5 | -24 | 46 | 0 | 22-13 | 24,0 |  |  | 8000 | 0,003 |
| 15 | 46 | 0 | 5 | 0 | -46 | 92 | 13-15 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| 23 | 46 | 0 | -19 | 24 | -46 | 0 | 15-23 | 24,0 | 63 | 0,38 |  |  |
| 15 | 46 | 0 | 5 | -24 | -46 | 0 | 23-15 | 24,0 |  |  | 8000 | 0,003 |
| 17 | -46 | 92 | 5 | 0 | -46 | 0 | 15-17 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |

Продолжение таблицы 2.31

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 24 | -46 | 0 | -19 | 24 | -46 | 0 | 17-24 | 24,0 | 63 | 0,38 |  |  |
| 17 | -46 | 0 | 5 | -24 | -46 | 0 | 24-17 | 24,0 |  |  | 8000 | 0,003 |
| 0 | 0 | -46 | 5 | 0 | 0 | -46 | 0-17 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| Смена инструмента - зенкование | | | | | | | | | | | | 0,05 |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | -47 | 47 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0-7 | 47,0 |  |  | 8000 | 0,005875 |
| 25 | -47 | 0 | -7 | 12 | 0 | 0 | 7-25 | 12,0 | 80 | 0,15 |  |  |
| 7 | -47 | 0 | 5 | -12 | 0 | 0 | 25-7 | 12,0 |  |  | 8000 | 0,0015 |
| 9 | -73 | 26 | 5 | 0 | 0 | 0 | 7-9 | 26,0 |  |  | 8000 | 0,00325 |
| 26 | -73 | 0 | -7 | 12 | 0 | 0 | 9-26 | 12,0 | 80 | 0,15 |  |  |
| 9 | -73 | 0 | 5 | -12 | 0 | 0 | 26-9 | 12,0 |  |  | 8000 | 0,0015 |
| 0 | 0 | -73 | 5 | 0 | 0 | 0 | 9-0 | 73,0 |  |  | 8000 | 0,009125 |
| Смена инструмента - зенкование | | | | | | | | | | | | 0,05 |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 | -46 | 46 | 5 | 0 | 46 | -46 | 0-11 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| 27 | -46 | 0 | -1 | 6 | 46 | 0 | 11-27 | 6,0 | 50 | 0,12 |  |  |
| 11 | -46 | 0 | 5  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | -6 | 46 | 0 | 27-11 | 6,0 |  |  | 8000 | 0,00075 |
| 13 | 46 | -92 | 5 | 0 | 46 | 0 | 11-13 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| 28 | 46 | 0 | -1 | 6 | 46 | 0 | 13-28 | 6,0 | 50 | 0,12 |  |  |
| 13 | 46 | 0 | 5 | -6 | 46 | 0 | 28-13 | 6,0 |  |  | 8000 | 0,00075 |
| 15 | 46 | 0 | 5 | 0 | -46 | 92 | 13-15 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| 29 | 46 | 0 | -1 | 6 | -46 | 0 | 15-29 | 6,0 | 50 | 0,12 |  |  |
| 15 | 46 | 0 | 5 | -6 | -46 | 0 | 29-15 | 6,0 |  |  | 8000 | 0,00075 |
| 17 | -46 | 92 | 5 | 0 | -46 | 0 | 15-17 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| 30 | -46 | 0 | -1 | 6 | -46 | 0 | 17-30 | 6,0 | 50 | 0,12 |  |  |
| 17 | -46 | 0 | 5 | -6 | -46 | 0 | 30-17 | 6,0 |  |  | 8000 | 0,00075 |
| 0 | 0 | -46 | 5 | 0 | 0 | -46 | 0-17 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| Смена инструмента – нарезание резьбы | | | | | | | | | | | | 0,05 |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | -47 | 47 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0-7 | 47,0 |  |  | 8000 | 0,005875 |
| 31 | -47 | 0 | -19 | 24 | 0 | 0 | 7-31 | 24,0 | 250 | 0,10 |  |  |
| 7 | -47 | 0 | 5 | -24 | 0 | 0 | 31-7 | 24,0 |  |  | 8000 | 0,003 |
| 9 | -73 | 26 | 5 | 0 | 0 | 0 | 7-9 | 26,0 |  |  | 8000 | 0,00325 |
| 32 | -73 | 0 | -19 | 24 | 0 | 0 | 9-32 | 24,0 | 250 | 0,10 |  |  |
| 9 | -73 | 0 | 5 | -24 | 0 | 0 | 32-9 | 24,0 |  |  | 8000 | 0,003 |
| 0 | 0 | -73 | 5 | 0 | 0 | 0 | 9-0 | 73,0 |  |  | 8000 | 0,009125 |
| Смена инструмента – нарезание резьбы | | | | | | | | | | | | 0,05 |
| 0 | 0 |  | 5 |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 | -46 | 46 | 5 | 0 | 46 | -46 | 0-11 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| 33 | -46 | 0 | -14 | 19 | 46 | 0 | 11-33 | 19,0 | 250 | 0,08 |  |  |
| 11 | -46 | 0 | 5 | -19 | 46 | 0 | 33-11 | 19,0 |  |  | 8000 | 0,002375 |
| 13 | 46 | -92 | 5 | 0 | 46 | 0 | 11-13 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| 34 | 46 | 0 | -14 | 19 | 46 | 0 | 13-34 | 19,0 | 250 | 0,08 |  |  |
| 13 | 46 | 0 | 5 | -19 | 46 | 0 | 34-13 | 19,0 |  |  | 8000 | 0,002375 |
| 15 | 46 | 0 | 5 | 0 | -46 | 92 | 13-15 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| 35 | 46 | 0 | -14 | 19 | -46 | 0 | 15-35 | 19,0 | 250 | 0,08 |  |  |
| 15 | 46 | 0 | 5 | -19 | -46 | 0 | 35-15 | 19,0 |  |  | 8000 | 0,002375 |
| 17 | -46 | 92 | 5 | 0 | -46 | 0 | 15-17 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
| 36 | -46 | 0 | -14 | 19 | -46 | 0 | 17-36 | 19,0 | 250 | 0,08 |  |  |

Продолжение таблицы 2.31

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 17 | -46 | 0 | 5 | -19 | -46 | 0 | 36-17 | 19,0 |  |  | 8000 | 0,002375 |
| 0 | 0 | -46 | 5 | 0 | 0 | -46 | 0-17 | 92,0 |  |  | 8000 | 0,0115 |
|  |  |  |  |  |  |  |  | Сумма То=5,54 | | | Сумма Тмв=0,726875 | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Сумма Тца=6,27 | | |  |

Окончательное время цикла автоматической работы станка по программе равно Тц.а= 6,27 мин.

По аналогии определяются режимы резания и для остальных операций обработки. Результаты расчета режимов резания по остальным операциям приведены в таблице 2.32.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Таблица 2.32 Режимы резания

| № оп. | № ус. | № пер. | Реж. матер. | № пов. | t, мм | n, об/мин | V, м/мин | Sм, мм/мин | То, мин |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 010 | А | 1 | Р6М5 | 1,14 | 2,5 | 250 | 138,32 | 400 | 2,1 |
| 2 | Р6М5 | 1,14 | 2,5 | 355 | 19,78 | 80 | 0,2 |
| 020 | А | 2 | СТ35 | 14 | 1,7 | 630 | 170,13 | 196 | 0,14 |
| 3 | 7,8 | 2,5 | 500 | 135,02 | 205 | 0,81 |
| 4 | 4-6 | 2,5 | 500 | 149,15 | 205 | 1,46 |
| 5 | 3 | 0,41 | 500 | 154,34 | 205 | 0,05 |
| 6 | 11,12 | 0,41 | 500 | 122,46 | 205 | 0,17 |
| 7 | 7,8 | 0,27 | 280 | 66,12 | 76 | 0,46 |
| 020 | А | 8 |  | 4-6 | 0,27 | 560 | 142,08 | 152 | 0,89 |
| 9 | 11-12 | 0,41 | 500 | 189,19 | 205 | 0,2 |
| 10 | 3 | 0,41 | 500 | 267,37 | 205 | 0,04 |
| 025 | А | 2 | CU45  CT25  P6M5 | 14 | 0,3 | 1000 | 255,6 | 100 | 0,32 |
| 3 | 7,8 | 0,2 | 1000 | 233,62 | 100 | 1,86 |
| 4 | 11,12 | 0,3 | 1000 | 253,7 | 100 |
| 5 | 22,23 | 2 | 1400 | 221,06 | 42 | 4,43 |
| 6 | 7,8 | 0,2 | 1400 | 307,72 | 42 |
| 7 | 11,12 | 0,2 | 1400 | 325 | 42 |
| 8 | 22,23 | 0,2 | 355 | 353,44 | 46 | 0,9 |
| 9 | 10 | 2,8 | 355 | 82,49 | 46 | 0,11 |
| 10 | 7 | 1,5 | 250 | 89,18 | 80 | 0,09 |
| 11 | 9 | 3 | 800 | 15,07 | 54 | 0,72 |
| 12 | 9 | 3 | 800 | 15,07 | 54 | 0,72 |
| 13 | 32-34 | 4 | 315 | 49,45 | 132 | 2,44 |
| 14 | 32-34 | 1 | 355 | 22,29 | 86 | 2,8 |

Продолжение таблицы 2.32

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 030 | А | 2 | СТ25  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**  СU25  Т15К6  CU45 | 1 | 0,8 | 1000 | 427,79 | 100 | 1,67 |
| 3 | 1 | 0,3 | 1000 | 534,74 | 42 | 2,59 |
| 4 | 2 | 0,15 | 1000 | 534,74 | 42 | 1,57 |
| 5 | 24 | 10 | 400 | 25,12 | 63 | 1,5 |
| 6 | 24 | 10 | 200 | 25,12 | 150 | 1,88 |
| 7 | 15 | 2,5 | 160 | 22,61 | 100 | 1,91 |
| 8 | 15 | 1,5 | 250 | 37,68 | 80 | 0,59 |
| 9 | 15,24 | 1 | 80 | 12,56 | 63 | 1,88 |
| 10 | 30 | 8 | 125 | 78,5 | 85 | 0,15 |
| 11 | 16,17 | 1,5 | 500 | 115,08 | 260 | 0,59 |
| 12 | 16,17 | 0,8 | 500 | 116,65 | 215 | 0,34 |
| 13 | 16-18 | 0,3 | 1000 | 234,87 | 190 | 0,18 |
| 14 | 16-18 | 0,1 | 1000 | 235,5 | 150 | 0,24 |
| 050 | А | 1 | СТ25 | 31 | 3 | - | 31,95 | 46 | 0,9 |
| 2 | 31 | 0,5 | - | 28,35 | 40 | 0,7 |
| 055 | А | 1 | Круг | 7,8 | 0,14 | 120 | 36,48 | 2400 | 1,28 |
| 2 | 7,8 | 0,075 | 120 | 30,14 | 2400 | 1,28 |

Вопросы выбора вида СОЖ, требования, предъявляемые к ним, способы подвода СОЖ подробно рассмотрены в разделе 3 «Технологические расчеты производственного подразделения». Вопросы связанные с разработкой мероприятий по предотвращению загрязнения ими сточных вод и меры по противопожарной безопасности подробно рассмотрены в разделе 7 «Безопасность и экологичность».

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

**2.8.7 Техническое нормирование**

Техническое нормирование (подробное) производим на операцию 010, на которую подробно рассчитывали режимы резания.

Для серийного типа производства нормой времени выступает штучно-калькуляционное время, которое определяем по формуле:

ТШ-К = ТШ + ТП.З./n (11)

где ТШ – штучное время, мин;

ТП.З. - подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии, шт.

Поскольку на операции 010 обработка осуществляется на токарном станке с ЧПУ, то норму штучного времени определяем по формуле [9, с. 5]

ТШ = (ТЦА + ТВ) ⋅ (1 + [аТЕХ + аОРГ + аОТЛ]/100) (12)

гдеТЦА = То + Тмв – время цикла автоматической работы (13)  
станка по программе, мин;

где Тмв – машинно-вспомогательное время по программе, мин;

Тв = Тву + Твоп + Твизм – вспомогательное время, мин (14)

где Тву – время на установку и снятие детали, мин;

Твоп – вспомогательное время, связанное с операцией, мин;

Твизм – вспомогательное неперекрываемое время, мин;

аТЕХ , аОРГ , аОТЛ – время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, на отдых и личные потребности при одностаночном обслуживании, в % от оперативного времени.

Вспомогательное время на установку и снятие детали Тву = 1,8 мин, с учетом переустановки детали [13, с.52, карта 3, поз. 15]

Вспомогательное время, связанное с операцией Твоп включает в себя время на включение и выключение станка, проверку возврата инструмента в заданную точку после обработки, установку и снятие щитка, предохраняющего от забрызгивания эмульсией [13, с.79, карта 14]

Твоп = 0,32 + 0,15 + 0,31 = 0,47 мин

Вспомогательное время на контрольные измерения [13, с.81, карта 15]

Твизм=0,16+0,31=0,47 мин

Суммарное вспомогательное время составляет

Тв = 0,75 + 0,47 + 0,5 = 1,72 мин.

Время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, на отдых и личные потребности приводится в процентах от оперативного времени [13, с.90, карта 16]

аТЕХ + аОРГ + аОТЛ = 7%

Учитывая данные таблицы 26 время цикла автоматической работы станка по программе получаем ТЦА =5,472 мин.

Окончательно норма штучного времени равна

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

ТШ = (2,09 + 1,72) ⋅ (1 + 0,07) = 4,02 мин

Подготовительно-заключительное время определяем по формуле [13, с.8]

ТП-З. = ТП-З.1 + ТП-З.2 + ТП-З.3,

где ТП-З.1 – норма времени на организационную подготовку, мин;

ТП-З.2 – норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента, мин;

ТП-З.3 – норма времени на пробную обработку, мин.

Норму времени на организационную подготовку принимаем [13, с.96, карта 21] ТП.З.1 = 17 мин

Норму времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств принимаем [13, с.96, карта 21] ТП-З.2 = 16,1 мин.

Норму времени на пробную обработку принимаем [13, с.104, карта 28]

ТП.З.3 = 7,9 мин.

Окончательно подготовительно-заключительное время равно

ТП-З. = 41

Величину партии деталей: n = N∙a/254, [2, с.23]

где а – периодичность запуска в днях, а=12

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

n = 30000∙12/254 =172 шт.

Окончательно штучно-калькуляционное время для операции 010 равно

ТШ-К = 4,2 + 41/172 =4,42 мин.

Техническое нормирование (подробное) производим также на операцию 030.

Для серийного типа производства нормой времени выступает штучно-калькуляционное время, которое определяем по формуле: ТШ-К = ТШ + ТП.З./n (11)

Норму штучного времени определяем по формуле [14, с. 274]

ТШ = (ТЦА + ТВ) ⋅ (1 + [аТЕХ + аОРГ + аОТЛ]/100) (12)

Вспомогательное время на установку и снятие детали Тву = 1,1 мин, с учетом переустановки детали [13, с.59, карта 7, поз. 1]

Вспомогательное время, связанное с операцией 040 Твоп включает в себя время на включение и выключение станка, проверку возврата инструмента в заданную точку после обработки, установку и снятие щитка, предохраняющего от забрызгивания эмульсией [13, с.79, карта 14]

Твоп = 0,6 + 0,2 + 0,2+ 0,04 = 1,04 мин

Вспомогательное время на контрольные измерения [13, с.81, карта 15]

Твизм=0,14∙2 +0,44∙4 +0,14 = 2,7 мин

Суммарное вспомогательное время составляет

Тв = 1,18 + 0,06 + 1,04 + 2,7 = 3,98 мин

Время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, на отдых и личные потребности приводится в процентах от оперативного времени [13, 90, карта 16]

аТЕХ + аОРГ + аОТЛ = 8%

Учитывая время цикла автоматической работы станка по программе

ТЦА =2,9 мин, окончательно норма штучного времени равна

ТШ = (6,7 + 3,98) ⋅ (1 + 0,07) = 10,89 мин

Подготовительно-заключительное время определяем по формуле [13, с.8]

ТП-З. = ТП-З.1 + ТП-З.2 + ТП-З.3,

Норму времени на организационную подготовку принимаем [13, с.103, карта 27] ТП.З.1 = 18 мин

Норму времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств принимаем [15, с.103, карта 27] ТП-З.2 = 17,6 мин.

Норму времени на пробную обработку принимаем [13, с.104, карта 28]

ТП.З.3 = 24,08 мин.

Окончательно подготовительно-заключительное время равно

ТП-З. = 18 + 17,6+ 24,08 = 56,17 мин

Величину партии деталей принимаем равной n = 1134 шт.

Окончательно штучно-калькуляционное время для операции 025 равно

ТШ-К = 10,89 + 56,17/172 = 11,12 мин.

По аналогии определяются нормы времени и для остальных операций. Результаты расчета норм времени для всех операций представлены в таблице 2.32.

Таблица 2.33 Нормы времени

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  опер | Наименование операции | То, мин | Тм.в., мин | Тв, мин | Тп-з, мин | Тшт.к., мин |
| 010 | Фрезерно-центровальная | 1,04 | 0,9 | 1,5 | 60,94 | 4.04 |
| 015 | Токарная | 2,2 | 0,08 | 1,41 | 24,89 | 4.2 |
| 020 | Токарная | 3,3 | 0,12 | 2,03 | 35,82 | 6.0 |
| 025 | Токарная | 15,69 | 0,89 | 2,54 | 58,68 | 18.17 |
| 030 | Токарная | 13,92 | 0,82 | 1,85 | 72,73 | 18.17 |
| 040 | Сверлильно-фрезерная | 5,54 | 0,73 | 3,98 | 56,17 | 11.12 |
| 050 | Долбежная | 1,5 | 0,78 | 1,72 | 40,3 | 4.57 |
| 055 | Шлифовальная | 2,56 | 0,63  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | 1,63 | 40,19 | 5.39 |

**2.8.8. Особенности проектирования групповой технологии**

Основные особенности групповой обработки связаны с формированием групп деталей с учетом различных организационно-технологических факторов. В серийном производстве наибольшее распространение получил метод группирования по типу оборудования, применяемого для обработки, единству комплексной детали или детали-представителя, включающей все основные признаки группы деталей. При разработке группового технологического процесса необходимо исходить из следующих положений:

- последовательность технологических операций и переходов должна обеспечить полную обработку любой детали данной группы в соответствии с чертежом и техническими требованиями;

- технологическая оснастка группового процесса (приспособления, инструменты) должна обеспечивать возможность изготовления любой детали данной группы;

- применение оборудования и технологическое оснащение должно обеспечивать высокопроизводительную обработку деталей группы и минимальные затраты времени при обработке всех деталей одной группы, а также при переходе с обработки одной группы деталей на другую.

Для рассматриваемой группы деталей можно выделить элементарные поверхности (см.рис. 2.4).

Групповой технологический процесс представляем в виде матрицы (см. табл. 2.34

Таблица 2.34 Матрица группового технологического процесса

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер детали | | | | | Технологические переходы |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Черновое фрезерование поверхности 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Черновое фрезерование поверхности 14 |

Продолжение таблицы 2.34

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Центрование поверхности 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Центрование поверхности 14 |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Обдирочное точение поверхности 2 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Черновое точение поверхности 2 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Черновое точение поверхности 14 |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Обдирочное точение поверхности 3 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Обдирочное точение поверхности 4  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Обдирочное точение поверхности 5 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Обдирочное точение поверхности 6 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Обдирочное точение поверхности 7 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Обдирочное точение поверхности 8 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Черновое точение поверхности 3 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Черновое точение поверхности 4 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Черновое точение поверхности 5 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Черновое точение поверхности 6 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Черновое точение поверхности 7 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Черновое точение поверхности 8 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Черновое точение поверхности 11 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Черновое точение поверхности 12 |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Получистовое точение поверхности 7 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Получистовое точение поверхности 8 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Получистовое точение поверхности 10 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Получистовое точение поверхности 11 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Получистовое точение поверхности 12 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Получистовое точение поверхности 14 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Чистовое точение поверхности 7 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Чистовое точение поверхности 8 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Чистовое точение поверхности 11 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Чистовое точение поверхности 12 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Чистовое точение поверхности 13 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Фрезерование получистовое поверхности 9 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | Фрезерование черновое поверхности 32 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | Фрезерование черновое поверхности 33 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Фрезерование черновое поверхности 34 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Фрезерование черновое поверхности 35 |

Продолжение таблицы 2.34

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | Фрезерование получистовое поверхности 32 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | Фрезерование получистовое поверхности 33 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Фрезерование получистовое поверхности 34 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Фрезерование получистовое поверхности 35 |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Получистовое точение поверхности 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Чистовое точение поверхности 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Чистовое точение поверхности 2 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | Сверление черновое поверхности 24 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Рассверление черновое поверхности 24 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Рассверление черновое поверхности 15 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Получистовое рассверливание поверхности 15  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Чистовое развертывание поверхности 15 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Чистовое развертывание поверхности 25 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Черновое растачивание поверхности 17 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Получистовое растачивание поверхности 17 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Чистовое растачивание поверхности 17 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Тонкое растачивание поверхности 17 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Черновое растачивание поверхности 16 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Получистовое растачивание поверхности 16 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Чистовое растачивание поверхности 16 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Чистовое растачивание поверхности 18 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Тонкое растачивание поверхности 16 |
|  |  |  |  |  |  |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | Фрезерование черновое поверхности 26 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | Фрезерование получистовое поверхности 26 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | Центрование поверхности 29 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Центрование поверхности 21 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | Зенкование поверхности 27 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Зенкование поверхности 19 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Сверление черновое поверхности 21 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | Сверление черновое поверхности 29 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Нарезание резьбы поверхности 20 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | Нарезание резьбы поверхности 28 |
|  | | | | | |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | Долбление черновое поверхности 31 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | Долбление получистовое поверхности 31 |
|  | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Шлифование чистовое поверхности 7 |

Продолжение таблицы 2.34

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 1  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | 1 | 1 | Шлифование чистовое поверхности 8 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | Шлифование тонкое поверхности 7 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | Шлифование тонкое поверхности 8 |
|  | | | | | |

**3 Технологические расчеты производственного подразделения**

**3.1 Станкоемкость и трудоемкость**

Составим групповой технологический процесс деталей на основе детали-представителя:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Таблица 3.1 Матрица группового технологического процесса

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  опер. | Наименование операции | Группа деталей | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5(деталь-представитель) |
| 010 | Фрезерно-центровальная | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 015 | Токарная | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 020 | Токарная | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 025 | Токарная | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 030 | Токарная | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 040 | Сверлильно-фрезерная | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 050 | Долбежная | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 055 | Шлифовальная | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Таблица3.2 Матрица времен группового технологического процесса (Тшт-к)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  опер. | Наименование операции | Группа деталей | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5(деталь-представитель) |
| 010 | Фрезерно-центровальная | 4.04 | 4.04 | 4.04 | 4.04 | 4.04 |
| 020 | Токарная | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 4.2 |
| 025 | Токарная | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 6.0 |
| 030 | Токарная | 11.89 | 14.86 | 14.86 | 17.83 | 18.17 |
| 035 | Токарная | 12.13 | 16.15 | 18.17 | 18.18 | 18.17 |
| 040 | Сверлильно-фрезерная | 0 | 11.12 | 11.12 | 0 | 11.12 |
| 050 | Долбежная | 0 | 0 | 4.57 | 4.57 | 4.57 |
| 055 | Шлифовальная | 5.39 | 5.39 | 5.39 | 5.39 | 5.39 |

Рассчитаем Тшт-к по операциям всех деталей группы:

Тшт-кi=Тшт-к о×ni/no, мин, (3.1)

где Тшт-кi, Тшт-к о  - штучно-калькуляционное время по операциям детали-представителя и i-й детали группы;

ni,no –число обрабатываемых поверхностей по операциям детали-представителя и i-й детали группы.

Среднее штучно-калькуляционное время на группу деталей:

Тшт-к ср.=  (3.2)

где - сумма штучно-калькуляционных времен по операциям i-х деталей группы;

N - количество представленных деталей в группе.

Тшт-к ср.= 

Станкоемкость - это сумма затрат станочных работ, необходимых для изготовления деталей.

Применительно к данной детали станкоемкость для каждой операции определяется:

Тст.ч.опер. =Тшт-к., [34, с.33] (3.3)

Тшт-к.=(Тц.а.+Тв.)×(1+)+Тп-з/n; [25, с.13] (3.4)

где Тц.а - время цикла автоматической работы станка, мин.:

Тцюа= То + Тм.в..,

где То - основное время на обработку одной детали на одной операции, мин.;

Тм.в. - машинное время (на подвод инструмента от исходной точки в зону обработки и отвод; установка инструмента на размер и т.д.), мин.;

Тв= Тв.у. + Тв.оп..+Твюизм.,

где Тв.у - время на установку и снятие детали, мин.;

Тв.оп. – вспомогательное время, связанное с операцией, мин.;

Тв.оп. – вспомогательное время на измерения, мин.;

Тп-з.= Тп-з1. + Тп-з2.+Тпр.обр.,

Тп-з1. - подготовительно- заключительное время организационную подготовку, мин;

Т п-з2. - подготовительно- заключительное время на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств, мин;

Т пр.обр. - подготовительно- заключительное время на пробную обработку детали.

n=172 шт. - число деталей в партии, см п. 2.7.

Расчеты станкоемкости по операциям с учетом данных проектируемого техпроцесса и нормативов представлены в табл.3.1.

Расчет станкоемкости ведется по средним значениям группы деталей.

Таблица 3.3 Расчеты станкоемкости по операциям

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  опер | Наименование операции | То, мин | Тм.в., мин | Тв, мин | Тп-з, мин | Тост.ч., мин |
| 010 | Фрезерно-центровальная | 1,04 | 0,9 | 1,5 | 60,94 | 4.04 |
| 015 | Токарная | 2,2 | 0,08 | 1,41 | 24,89 | 4.2 |
| 020 | Токарная | 3,3 | 0,12 | 2,03 | 35,82 | 6.0 |

Продолжение таблицы 3.3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 025 | Токарная | 15,69 | 0,89 | 2,54 | 58,68 | 18.17 |
| 030 | Токарная | 13,92 | 0,82 | 1,85 | 72,73 | 18.17 |
| 040 | Сверлильно-фрезерная | 5,54 | 0,73 | 3,98 | 56,17 | 11.12 |
| 050 | Долбежная | 1,5 | 0,78 | 1,72 | 40,3 | 4.57 |
| 055 | Шлифовальная | 2,56 | 0,63 | 1,63 | 40,19 | 5.39 |

Таблица 3.4 Матрица станкоемкости на группу деталей

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  опер. | Наименование операции | Группа деталей | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5(деталь-представитель) |
| 010 | Фрезерно-центровальная | 4.04 | 4.04 | 4.04 | 4.04 | 4.04 |
| 015 | Токарная | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| 020 | Токарная | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| 025 | Токарная | 11.89 | 14.86 | 14.86 | 17.83 | 18.17 |
| 030 | Токарная | 12.13 | 16.15 | 18.17 | 18.18 | 18.17 |
| 040 | Сверлильно-фрезерная | 0 | 11.12 | 11.12 | 0 | 11.12 |
| 050 | Долбежная | 0 | 0 | 4.57 | 4.57 | 4.57 |
| 055 | Шлифовальная | 5.39 | 5.39 | 5.39 | 5.39 | 5.39 |

Тст.ч.ср.=  (3.5)

Станкоемкость для всех деталей группы:

Тст..общ..=  (3.6)

Трудоемкость - это затраты основного производственного рабочего на выполнение данной операции.

Трудоемкость выполнения одной операции:

Тв= Тв.у. + Тв.оп..+Твюизм+ Та.+ Тп.+ Тобс.+ Тп-з./n [25, с.14] (3.6)

где Тв.у - время на установку и снятие детали, мин.;

Тв.оп. – вспомогательное время, связанное с операцией, мин.;

Тв.оп. – вспомогательное время на измерения, мин.;

Та.- время активного наблюдения за ходом технологического процесса, мин;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Тп.- время переходов оператора от одного станка к другому, мин;

Тобс.- время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности в условиях многостаночного обслуживания, мин;

Тп-з.= Тп-з1. + Тп-з2.+Тпр.обр.,

Тп-з1. - подготовительно- заключительное время организационную подготовку, мин;

Т п-з2. - подготовительно- заключительное время на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств, мин;

Т пр.обр. - подготовительно- заключительное время на пробную обработку детали;

n=172 шт. - число деталей в партии.

Расчеты трудоемкости по операциям представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.5 Расчеты трудоемкости по операциям

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  опер | Наименование операции | Тв, мин | Та.,  мин | Тп., мин | Тобс., мин | Тп-з, мин | Тчел.ч., мин |
| 010 | Фрезерно-центровальная | 1,5 | 0,22 | 0,2 | 0,14 | 60,94 | 2,41 |
| 015 | Токарная | 1,41 | 0,17 | 0,2 | 0,4 | 24,89 | 2,47 |
| 020 | Токарная | 2,03 | 0,17 | 0,2 | 0,4 | 35,82 | 2,09 |
| 025 | Токарная | 2,54 | 0,50 | 0,2 | 1,16 | 58,68 | 4,74 |
| 030 | Токарная | 1,85 | 0,5 | 0,2 | 1,03 | 72,73 | 4,01 |
| 040 | Сверлильно-фрезерная | 3,98 | 0,4 | 0,2 | 0,44 | 56,17 | 5,35 |
| 050 | Долбежная | 1,72 | 0,15 | 0,2 | 0,16 | 40,3 | 2,46 |
| 055 | Шлифовальная | 1,63 | 0,25 | 0,2 | 0,22 | 40,19 | 2,54 |

Таблица 3.6 Матрица трудоемкости по операциям на группу деталей

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  опер. | Наименование операции | Группа деталей | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5(деталь-представитель) |
| 010 | Фрезерно-центровальная | 2,41 | 2,41 | 2,41 | 2,41 | 2,41 |
| 015 | Токарная | 2,47 | 2,47 | 2,47 | 2,47 | 2,47 |
| 020 | Токарная | 2,09 | 2,09 | 2,09 | 2,09 | 2,09 |
| 025 | Токарная | 2,71 | 3,387 | 3,387 | 4,064 | 4,742 |
| 030 | Токарная | 2,67 | 3,56 | 4,005 | 4,005 | 4,005 |
| 040 | Сверлильно-фрезерная | 0 | 5,345 | 5,345 | 0 | 5,345 |
| 050 | Долбежная | 0 | 0 | 2,464 | 2,464 | 2,464 |
| 055 | Шлифовальная | 2,537 | 2,537 | 2,537 | 2,537 | 2,537 |

Трудоемкость для всех деталей группы:

Тчел.ч.ср.=  (3.7)

Тчел.ч.общ..=  (3.8)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Таблица 3.7 Сводные данные по трудоемкости и станкоемкости

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  Изд. | Станкоемкость и трудоемкость  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | | | | Куст.ч. | Куч.ч. |
| По настоящему проекту | | По существующим данным | |
| Тсч | Тч.ч | Тсч | Тч.ч |
| 1 | 0,73 | 0,25 | 1,19 | 0,595 | 1,635 | 2,38 |
| 2 | 1,03 | 0,36 | 1,68 | 0,86 | 1,635 | 2,38 |
| 3 | 1,14 | 0,41 | 1,86 | 0,98 | 1,635 | 2,38 |
| 4 | 1,01 | 0,334 | 1,65 | 0,795 | 1,635 | 2,38 |
| 5 | 1,194 | 0,40 | 1,952 | 0,952 | 1,635 | 2,38 |

**3.2 Определение количества и типа основного и вспомогательного производственного оборудования**

Количество и тип основного производственного оборудования для участка определяется для каждой технологической операции, исходя из суммарной

станкоемкости в соответствии с технологическим процессом механической обработки.



[25, c.39] (3.9)

где Тст.ч.=30730 ст.ч.- общая станкоемкость участка;

Фэ.о.= 4015 час - эффективный годовой фонд времени работы оборудования при 2-х сменной работе;

Ки.о.= 0,85- коэффициент технического использования, учитывающий время обслуживания и потери, связанные с выходом из строя инструментов, станков, электрооборудования и т.д.;

Кз.=0,85- коэффициент, учитывающий затраты времени на переналадку станков и зависящий от объема выпуска.

С`Pi = 30730/(4015×0,85×0,85)=12,805 единиц.

Округляем С`Pi  до целого числа, получаем принятое число станков СР.=13 станков. Уточненное количество станков по операциям приведено в табл. 3.8.

Коэффициент загрузки каждой единицы оборудования на участке определяется по формуле:



[25, c.39] (3.10)

- где С`P- расчетное количество станков на данной операции;

СР. - принятое количество станков на данной операции.

Таблица 3.8 Расчетное и принятое число станков, и коэффициент закрепления по операциям

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № опер. | Наименование операции | Расчетное число станков С`P, шт. | Принятое число станков СР., шт. | Коэффициент загрузки оборудования КЗ , %. |
| 010 | Фрезерно-центровальная | 0,696 | 1 | 69,6 |
| 015 | Токарная | 0,879 | 1 | 87,9 |
| 020 | Токарная | 0,879 | 1 | 87,9 |
| 025 | Токарная | 3,585 | 4 | 89,6 |
| 030 | Токарная | 3,132 | 3 | 104,4 |
| 040 | Сверлильно-фрезерная | 1,917 | 2 | 95,8 |
| 050 | Долбежная | 0,788 | 1 | 78,8 |
| 055 | Шлифовальная | 0,929 | 1 | 92,9 |
| Итого | | | | 619,1 |

Средний коэффициент загрузки оборудования на участке:

КЗср= Σ КЗ/m,

где m- количество операций, m=7.

КЗср= 619,1/7=84,4%

Окончательно принимаем количество основного производственного оборудования СР.=14 единиц.

Также необходимо предусмотреть наличие на участке одной моечной машины. Штучное время обработки на моечной машине Тшт.= 0,2 мин.

**3.3 Состав и количество рабочих производственного подразделения**

Определение численности работающих на участке начинаем с расчета рабочих основного производства - производственных рабочих.

Число рабочих на участке определяется по формуле:



[25, c.45] (3.11)

где Р`осн.- расчетное число рабочих;

Срi- число станков на i-ой операции;

Фэ.о.- эффективный фонд времени работы оборудования, Фэ.о.= 4015 час;

Кз.i – коэффициент загрузки оборудования на i-ой операции;

Фэ.р. – эффективный фонд работы рабочего, Фэ.р.= 1820 час;

Км. – коэффициент многостаночного обслуживания, Км. =2.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

А

Рассчитанное количество производственных рабочих на каждую операцию сведем в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 Расчетное количество производственных рабочих

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опер. | 010 | 020 | 025 | 030 | 035 | 040 | 050 | 055 |
| Кз | 0,696 | 0,879 | 0,879 | 0,896 | 1,04 | 0,958 | 0,788 | 0,929 |
| Р`осн. | 0,916 | 0,715 | 1,02 | 1,803 | 1,523 | 2,033 | 0,937 | 0,965 |
| Росн. | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |

Росн.- принятое число основных рабочих.

Общее число производственных рабочих на участке: Росн.ΣΣ=11 чел.

Численность вспомогательного персонала при укрупненном расчете определяется в зависимости от числа производственных рабочих [18, прил. 15]:

Рвсп.ΣΣ= 0,22× Росн.ΣΣ

Рвсп.ΣΣ= 0,22× 11= 2,42 ≈ 3 чел.

Численность руководителей, специалистов, служащих и работников технического контроля определяется аналогично по [18, прил. 16…19]:

Ритр.ΣΣ= 0,12× 11= 1,42 ≈ 2 чел.

Рмоп.ΣΣ= 0,12× 11= 1,42 ≈ 2 чел.

Рскп.ΣΣ= 0,14× 11= 1,54 ≈ 2 чел.

Работники технического контроля:

Ртех.контр.= (0,07+ 0,0085)× Росн.ΣΣ

Ртех.контр.= (0,07+ 0,0085)× 11= 0,86 ≈ 1 чел.

Итого, суммарное число работающих на участке: ΣР= 22 чел.

Все данные сведены в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 Сводная ведомость работающих

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория работающих  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | Общее число работающих | Число работающих в  % -ом отношении | | Число работающих в смену | |
| К числу производственных рабочих | К общему числу работающих | 1 | 2 |
| Рабочие:  -производственные основные  -вспомогательные | 11  3 | 100  27,3 | 50  13,6 | 7  2 | 4  1 |
| Всего | 14 | - | - | 11 | 5 |
| Руководители  Специалисты  Служащие  ОТК | 2  2  2  1 | 18,2  18,2  18,2  9,1 | 9,1  9,1  9,1  4,5 | 1  1  1  1 | 1  1  1  - |
| Всего по участку | 21 | - | - | 13 | 8 |

**3.4 Технологическое проектирование вспомогательных служб участка**

**3.4.1 Заготовительное отделение**

На заводе существует несколько механических цехов, все их обслуживает один специально спроектированный заготовительный цех. Поэтому в цехе, где располагается проектируемый участок, заготовительное отделение отсутствует.

**3.4.2 Технологическое оснащение участка**

3.4.2.1 Заточное отделение

При современной организации металлообрабатывающих цехов заточка инструмента осуществляется, централизовано в заточных отделениях, оснащенных специальными станками и приспособлениями. Ввиду малого количества оборудования, нецелесообразно проектировать отдельное заточное отделение. Однако, при проектировании общецеховых служб, нужно учесть количество заточных станков, необходимых для разрабатываемого участка. При укрупненном способе количество заточных станков определяется в % от количества обслуживаемого оборудования без учета шлифовальных станков и прессов [14, с.51, табл.11.2.1]. Таким образом, число заточных станков, при серийном производстве составляет 4% от количества обслуживаемых станков.

Площадь заточного отделения [14, с.53]:

Fз.отд.= fо × Сзат.,

где fо- коэффициент площади на единицу оборудования, fо = 15.

Fз.отд.= 15×1= 15 м2

Количество рабочих заточного отделения определяется по количеству заточных станков:



[25, c.51] (3.12)

где Ки - коэффициент использования оборудования, Ки=0,85.



Принимаем РЗ= 2 чел.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

3.4.2.2 Кладовые инструментального хозяйства

Количество инструментальных кладовых в цехе определяется масштабом обслуживания производства. Так, для цехов с количеством производственного оборудования менее 200 единиц делается одна общая кладовая для всех видов инструментов (за исключением абразивного) вспомогательного и мерительного инструментов и кладовой приспособлений. Поэтому, в виду малого количества оборудования на проектируемом участке, кладовая инструментального хозяйства проектируется отдельно, на другом участке цеха.

Рассчитываем, укрупнено площади под указанные кладовые:

F= fо× Ci,

где fо- норма площади кладовой на один станок;

Ci- количество станков соответствующей группы обслуживаемых данной кладовой.

По [14, с.22, табл.6] определяем

площадь инструментально- раздаточной кладовой:

Fирк =1,6×10=16 м2;

площадь кладовой приспособлений:

Fкп =0,9×12 = 11 м2;

площадь кладовой абразивов:

FКА =0,5×2= 1 м2.

3.4.2.3 Мастерская для ремонта приспособлений и вспомогательного инструмента

В цехе организуется мастерская по ремонту приспособлений и вспомогательного инструмента, так как их ремонтный цикл отличается от ремонтного цикла технологического оборудования.

Количество основных станков отделения согласно [14, с.53, табл. 11.2.4]:

См.р.о.= 3шт.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

В состав отделения по ремонту оснастки, кроме основных станков входят вспомогательное оборудование в количестве: См.р.в.= 3шт.

Число рабочих станочников отделения:



[25, c.53] (3.13)

Количество слесарей принимаем в размере 40…50% от числа станочников: Рсл. = 3 чел.

Количество вспомогательных рабочих 12…15% от числа основных рабочих: Рвс. =2чел.

Общее число работающих в отделении: РΣΣ = 11 чел.

Площадь под мастерскую рассчитываем, учитывая, что площадь занимаемая 1 станком fо = 22…24м2.

Fмр. = fо\* См.р.о.;

Fмр. = 23\*3= 69 м2.

Отделение рекомендуется располагать рядом с ремонтной базой цеха.

3.4.2.4 Участок настройки инструмента для станков с ЧПУ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

На проектируемых участках в цеху располагают отделение для настройки инструмента для станков с ЧПУ.

Участок размерной настройки инструментов должен быть оснащен:

-приборами для размерной настройки инструментов;

-стеллажами для хранения инструментов и документов;

-контрольными плитами;

-инструментальными шкафами;

-верстаками;

-приемными столами;

-тележками для транспортировки инструментов внутри участка;

Определяем количество приборов, тележек, верстаков, стеллажей:

Приборы настройки инструментов для станков токарной группы

Нп1=0,07⋅Нс1

Нс1-число токарных станков с ЧПУ=13

Нп1=0,07⋅13=0,91 - 1шт.

Верстаки для разбора инструмента: Нв1=1шт. (на один участок)

Тележки для станков токарной группы : Нт1=0,4⋅9=3,2 - 3шт.

Количество работающих:

- слесари инструментальщики по настройке инструмента:

Рн=Фэо⋅Нп⋅Кз/ Фэр=4015/2⋅1⋅0,85/1820=0,94 - 1чел.

- слесари инструментальщики по разборке инструмента:

Рр=0,4⋅Рн=0,4⋅1=0,4 - 1чел.

- комплектовщики инструмента:

Рк=0,5⋅Рн=0,5⋅1=0,5чел.

Площадь участка определяется по формуле: П=П1+П2,

где П1-площадь зоны обслуживания инструментами станков с ЧПУ, м2;

П2-площадь зоны размерной настройки инструмента, м2;

П1=(Нс⋅Ас)+(Нс⋅Ад)+(Нр⋅Ар), (3.14)

где Нс=13 - число станков с ЧПУ

Ас-норма площади для хранения инструмента на 1 станок, м2;

Нр- количество слесарей инструментальщиков, чел;

Ар-норма площади на 1 рабочее место, м2;

Ад-норма площади для хранения тех. документации, м2;

П1=13⋅0,5+13⋅0,2+4⋅6=33,1 м2;

П2=Нр⋅Ар,

где Нр-число приборов размерной настройки, шт;

П2=1⋅ 6=6 м2

П=33,1+6=39,1 м2

На участке настройки инструмента используем оборудование [7,стр. 211]

- прибор для настройки инструментов токарной группы модели 2010ПН-50



3.4.2.5 Контрольные пункты и отделения

На участке предусматриваем следующие виды контроля:

- входной;

- операционный;

- приемочный;

Входной контроль осуществляется перед механической обработкой, он включает в себя контроль марки материала, геометрических параметров заготовки и ее внешнего вида(отсутствие вмятин, царапин, раковин).

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Операционный контроль-контроль на станке.

Приемочный контроль осуществляется после механической обработки, проверяется деталь на соответствие чертежу.

Для проведения контроля на участке предусмотрены контрольные пункты. Укрупнено количество контролеров определяем как 7% от числа основного оборудования 0,07⋅ 15=1,05 - 1чел.

Площадь, занимаемая контрольными пунктами, определяется исходя из рекомендаций 5м2 на одного работника, с коэффициентом 1,5 на оборудование. В нашем случае получаем 5⋅1⋅1,5=7,5 м2

Располагаем контрольные пункты в конце производственного участка, когда все необходимые механические операции обработки детали осуществлены.

**3.4.3 Организация ремонта на участке**

Основными задачами ремонтной службы являются: уход и надзор за действующим оборудованием, планово-предупредительный ремонт технических средств всех видов, модернизация существующего и изготовление нестандартного оборудования. Укрупнено количество станков определяется в зависимости от оборудования механического цеха, обслуживаемого ремонтной базой: если количество оборудования до 150 единиц, то количество ремонтного оборудования Ср.о.= 3шт.

Площадь цеховой ремонтной базы определяется:

Fц.рб= fо× Ср.о.;

где fо- площадь, отводимая на один основной станок, fо= 22…28 м2.

Fц.рб. = 25× 3= 75 м2.

Дополнительно выделяется площадь для склада запасных частей и комплектующих изделий:



(3.15)

Общая площадь ремонтной базы: FцрбΣ =97,5 м2.

Число станочников определяется по количеству основных станков:



где Км= 1,05…1,1- коэффициент многостаночного обслуживания;

Кз= 0,5…0,7.



Число слесарей определяется, укрупнено- 60…100% от числа станочников.

Рцрб.сл. = 0,6×14= 9чел.

Число подсобных рабочих составляет 18…20% от общего числа станочников и слесарей:

РЦРБ. ПОД. = 0,2×(14+9)= 5 чел.

Отделение по ремонту электрооборудования составляет 35…40% площади ЦРБ:Fцрб.эл.об. = 0,4×75=30 м2.

Тогда суммарная площадь ЦРБ составляет:

Σ FЦРБ.= 127,5 м2.

Форма организации ремонтных работ - децентрализованная. Ремонт выполняют цеховые ремонтные базы.



**3.4.4 Складская и транспортная система**

Склад заготовок и материалов служит для накопления, хранения, регулирования необходимых запасов заготовок, обеспечивающих бесперебойную работу механического участка.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Штамповки хранятся на складе в стеллажах. Хранение материала разделяют по маркам. Склад располагается в начале технологических потоков. Площадь складов заготовок и готовых деталей при укрупнённом проектировании определяется по формуле [7, стр.152] :

Fск=Q⋅t/365⋅q⋅Ки (3.16)

Q - годовое поступления грузов на склад, т.

t =5-норма запаса материалов, дн [13, стр.153]

К=0,4-коэфициент использование площади склада

q=3,15-средняя нагрузка на полезную площадь склада т/м2

По результатам анализа деталей, входящих в рассматриваемую группу, принимаем массу средней заготовки 11,4 кг., а массу средней детали7,8 кг. При годовом объеме выпуска 32445 деталей получаем:

Q=32445⋅11,4= 369873=369,873 т. (3.17)

Fск=369,873⋅5/365⋅3,15⋅0,4=4,02 м2

Количество штатного персонала склада определяется укрупнено:

Рск= Q⋅Коб/Мг⋅qпер, где (3.18)

Q=369,873 т - годовое поступление грузов на склад,

Коб=2,3 - коэфициент оборачиваемости грузов на складе,

qпер=20 - норма переработки грузов одним рабочим в смену т/см

Мг=500-число рабочих смен в году,

Рсм=369,873 ⋅ 2,3/500⋅20=0,1=1 человек.

Промежуточный склад на участке отсутствует, а склад готовой продукции имеет место, располагаем его в конце производственного процесса. Площадь склада готовых деталей определяется укрупнено по формуле (3.18), с учетом, что Q=253т, t =3, q=1,8 т/м2

Fсгд=253⋅3/365⋅1,8⋅0,4=2,9 м2

Количество штатного персонала склада готовой продукции определяется укрупнено по формуле (3.6), с учетом, что qпер=3т/см

Рсгд=253⋅2,3/500⋅3=0,38=1человек.

Целесообразно объединить склад готовой продукции и заготовок в участок складирования и комплектации и расположить его в начале участка. Количество штатного персонала принимаем одного человека с КЗ=0,4.

Емкость склада заготовок и готовых деталей определяем по формуле:

Е =(К/Т)⋅35∑Qi⋅tхрi, (3.20)

где К=1,3 – коэффициент неравномерности запаса;

Т = 250 рабочих дней в году;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Qi – грузопоток за год;

tхр = 5 – нормативный срок хранения, дн.;

Е = (1,3/250) ⋅ 35(369,873+253) ⋅ 5 = 565 шт.

Определим количество ячеек в стеллаже:

ПQ = Е/N, (3.21)

где N = 6 шт – число деталей в таре;

ПQ =565/6 = 188 ячеек

Определяем параметры склада: [7, стр.156]

а) Высота яруса стеллажа

Ся =С+е, (3.22)

где С=250 – высота тары с грузом, мм;

е =90 – зазор между грузом и верхним ярусом, мм;

Ся = 250 + 90 = 340 мм

б) Число ячеек по длине склада

у=L/(а+е), (3.23)

где а = 0,560 – ширина кассеты, м;

е = 0,05 – боковой зазор, м

у = 18/(0,560 + 0,05⋅2) = 28 ячеек

в) Высота стеллажа:

1. Число ярусов: Z=ПQ/у+1 (3.24)

Z=188/28+1=7,7=8 яруса;

2. Высота стеллажа:

Нст = hи + (Z-1) ⋅ Ся + hв, (3.25)

где hи=450 – высота до первого яруса, мм;

hв=150 – высота верхнего яруса, мм;

Нст = 450+(8-1)340 - 150 = 2680 мм

3. Ширина стеллажей:

В = δ+е2, (3.26)

где δ = 1000 – длина кассеты, мм;

е2=100 - зазор, мм;

В = 1000+100=1100 мм

При необходимости установки заготовок, деталей и других изделий в ориентированном виде (например, для захвата их манипулятором или промышленным роботом) унифицированная тара или поддоны оснащаются специальными базирующими приспособлениями. Унифицированные поддоны оснащены переналаживаемой технологической оснасткой для укладки в ориентированном виде изделий типа дисков, фланцев и т. п. с возможностью захватывания их промышленным манипулятором.

Транспортная система служит для перевозки грузов между станками и складам. На складе для поднятия грузов и размещения их по ячейкам применяем электроштабелёр Otto PFAFF EHH 1030, грузоподъёмностью 1000 кг, высотой подъёма 3000 мм. На участке целесообразно использовать в качестве межоперационного транспорта рельсовую тележку ОМ 9973 грузоподъёмностью 500кг. Тележка предназначена для выполнения транспортных операций: передачи тары с заготовками и деталями с приёмо-выдающей секции склада на приёмо-передаточные столы (накопители) станков и обратно.

Расчет потребного количества рельсовых тележек.

Для односторонней маятниковой системы перевозок:

Э = Q⋅К1⋅Тэ/ Qэ⋅ К2 ⋅Фо⋅ 60 , (3.27)

где Q - годовой грузооборот в т;

К1 - коэффициент неравомерности;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

К2 - коэффициент неравномерности (0,8);

Тэ - общее время пробега тележки, мин;

Qэ - грузоподъемность тележки, т;

Фо - действительный годовой фонд времени оборудования;

Общее время пробега тележки:

Тэ = Тпр+ Тп +Тр+ Тз,

где Тпр - время пробега электротележки в оба конца, мин;

Тп - время на погрузку в мин,

Тр – время на разгрузку в мин,

Тз - время случайных задержек (10% на каждый рейс), мин;

Время пробега электротележки в оба конца:

Тпр = 2 L/V,

где L – среднее расстояние при маршрутных перевозках, м;

V- средне техническая скорость электротележки, м/мин;

Тпр = 24/20 = 1,2 мин.

Тэ = 1,2+2+2+0,1 = 5,3 мин.

Э=(326,4+216)⋅1,3⋅5,3/0,5⋅0,8⋅3890⋅60=0,4 шт.

Принимаем количество электротележек - 1 штука.

**3.4.5 Определение технологических смазочно-охлаждающих жидкостей.**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Поскольку станков на участке немного используем децентрализованный способ подачи СОЖ.

Для обработки вала применяются: 3% Укринол-1; 1,5% Укринол-1. [16, с.154]

Потребность в СОЖ определяем по формуле:



Qо. = Qз. + Qд. – Qв. , [34, с.63] (3.28)

где Qо. – годовая потребность в СОЖ, т/г.;

Qз. – потребность в СОЖ для периодической замены в системе по окончании периода ее технологической стойкости, т/г.;

Qд. – потребность в СОЖ для периодического долива, т/г.;

Qв. – количество СОЖ, возвращающееся в систему, т/г.

Qз. = nз. × gо. × Vс. /1000, (3.29)

где nз. = 12/ Тсож.- количество замен жидкости в системе за год;

* для лезвийной обработки- 1 раз в 3 месяца;
* для абразивной обработки-1 раз в 1 месяц;
* для лезвийной обработки: nз. = 12/ 3= 4;
* для абразивной обработки: nз. = 12/ 1= 12.

gо. – плотность жидкости, кг/л.

Для водных СОЖ gо.= 0,95…1,05 кг/л.

Принимаем gо. = 1кг/л.;

Vс. – полезная емкость системы, л.;

При централизованной подаче СОЖ:

Vс. = Σ Vбi,

- где Vбi - емкость баков отдельных станков, л.;

Vб =150л- для станков лезвийной обработки;

Vб =250л- для станков абразивной обработки.

Откуда:

Qз. = 4 × 1 × (13×150) /1000= 7,8 т/г – для станков лезвийной обработки;

Qз. = 12 × 1 ×(1×250) /1000= 3 т/г – для станков абразивной обработки.

Потребность в СОЖ для периодического долива:

Qд. = Кд. × Vб ×gо. ×Фсм. /1000,

Где Кд. – коэффициент долива, определяющий отношение величины ежемесячного долива и емкости системы, Кд. = 0,05;

Фсм. – полезный фонд рабочего времени оборудования, Фсм. = 466 смен/г.

Откуда

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Qд. = 0,05 × (13×150) ×1 ×466 /1000= 45,5 т/г.- для станков лезвийной обработки;

Qд. = 0,05 × (1×250) ×1 × 466 /1000= 5,83 т/г.- для станков абразивной обработки.

Количество СОЖ возвращающаяся в систему:

Qв.= Кр.×Qз., (3.30)

где Кр.- коэффициент регенерации, Кр.=0,7;

Qв.= 0,7× 7,8= 5,46 т/г- для станков лезвийной обработки;

Qв.= 0,7× 3= 2,1 т/г- для станков абразивной обработки.

Окончательно:

QО.= 7,8+45,5-5,46=47,84 т/г- для станков лезвийной обработки;

QО.= 3+5,83-2,1=6,73 т/г- для станков абразивной обработки.

Нормы расхода смазочных масел на долив и смазку за смену:

* 1 фрезерно-центровальный полуавтомата: (0,35…0,5) кг×1;
* 9 токарных станков с ЧПУ: (0,35…0,5) кг×9;
* 2 вертикально- сверлильных станка: (0,18…0,28) кг×2;
* 1 шлифовальный станок: (0,25…0,4) кг×1;
* 1 шлифовальный станок: (0,1…0,2) кг×1.

Принимаем масла: для всех станков применяется - индустриальное 30.

Периодичность долива и смены масла указана в таблице 3.11. [34, c.63]

Таблица 3.11 Периодичность долива и смены масла

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Емкость масляной системы, л | Режим долива | Полная смена масла при нормальных условиях эксплуатации |
| До 50  50-250 | 1 раз в 5 дней  1 раз в 5 дней | 1 раз в 6-12 месяцев  1 раз в 6-12 месяцев |

Площадь участка для сбора, приготовления и регенерации СОЖ принимается:

Fсож.= (0.04…0,06)×Fпр.,

где Fпр.- производственная площадь участка, м2.

Fпр.= fо.× Fпр.,

- где fо.= 20 м2 - удельная площадь на единицу производственного оборудования.

Fпр.= 14 × 12= 168 м2

Fсож.= 0,05 × 168= 9 м2

Централизованно-групповой способ характеризуется тем, что охлаждающие жидкости подают по трубопроводам из центральной установки к разборным кранам, установленным на участках. Площадь отделения для приготовления и раздачи СОЖ составляет 40-120 м2 при числе станков соответственно 50-400.

Емкость для сбора и фильтрации СОЖ размещены в подвалах. Площадь склада масел определяется из расчета 0,1…0,12 м2 на один обслуживающий станок: Fск.м.= 0,11⋅14=2,64 м2

Учитывая пожарную опасность, отделение для приготовления и раздачи СОЖ и склад масел располагается у наружной стены здания с отдельным выходом наружу. В отделении предусматривается подвод воды, пара стерилизации, а также сжатого воздуха для перемешивания растворов.

**3.4.6 Отделение сбора и переработки стружки**

Масса снимаемой стружки определяется по формуле:



(3.31)

где Nг - годовой объем выпуска, Nг= 32445шт.;

Мз.- масса заготовки, кг.

Мз.=12,87кг.

Мд.- масса деталей, кг.

Мд.=8,2кг.

Фэ.о.- действительный годовой фонд времени работы оборудования,

Фэ.о.= 4015ч.

Для обособленных участков, расположенных на площади 400…800 м2 и выходом стружки до 0,3 т/ч целесообразно устанавливать линейные конвейеры вдоль технологических линий, а в конце сборные емкости.



В соответствии с рекомендациями [6, с.85] в качестве средства для транспортирования принимается гидротранспортер с охлаждающей жидкостью. Наиболее эффективным и приемлемым является безнапорный гидротранспортер. Он легко вписывается в комплексную механизацию уборки и переработки стружки, имеет много преимуществ по сравнению с другими механизмами: меньшую стоимость изготовления, монтажа и наладки на 1 погонный метр трассы, незначительные эксплуатационные расходы, большие сроки эксплуатации.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Безнапорный гидротранспортер представляет собой наклонные открытые желоба, по которым самотеком перемещается СОЖ. Энергии движущейся жидкости достаточно для транспортирования стружки.

Площадь отделения сбора и переработки стружки можно определить укрупнено: [34, c.66]

Fстр. = (0,03…0,04) × Fпр.;

Fстр. =0,035×168= 5,88 м2

* + 1. **Материалы и грузооборот участка**

Данные о расходе материалов и грузообороте участка необходимы для расчета себестоимости продукции, площадей складов, проектирования заготовительных и основных отделений по технико-экономическим показателям подъемно-транспортных средств.

Материалы подразделяются на основные и вспомогательные.

Основные материалы: металлы и полуфабрикаты (штамповка).

Вспомогательные материалы – это материалы, расходуемые для технологического процесса и в связи с эксплуатацией и ремонтом оборудования, инструмента, приспособлений; используемые для хозяйственных цеховых нужд.

Расход материала на производственные нужды на 1 станок в год:

* режущий инструмент – 120- кг/г;
* измерительный инструмент – 19 кг/г;
* вспомогательные инструменты – 65 кг/г;
* прочие -135 кг/г;

всего : 339 кг/г

Определяем расход материалов на цех в год:

R=CР. × 0,339;

где CР. – принятое число оборудования, CР. =14.

R=14×0,339=4,75 т/год

В грузооборот- Г также входит СОЖ:

Г= R+Qо.,

где Qо. – годовая потребность в СОЖ, т/год;

Qо. = 47,84+6,73=54,57 т/год

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Окончательно:

Г= 4,75+54,57=59,32 т/год.

Вспомогательные материалы - это материалы, расходуемые для технологического процесса. Расход основных материалов определяется укрупнено:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Таблица 3.12 Грузооборот участка

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Поступление | | | Отправление | |
| Наименование  группы материалов | Откуда поступает | Масса, т | Наименование грузов | Куда  отпраляется |
| Штамповка | Склад материалов | 11,4⋅32445/  1000=369,873 | Детали | Склад готовой продукции |
| Стружка | Отделение сбора стружки |

Таблица 3.13 Расход вспомогательных материалов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Материал | Единица  измерения | Расчетная единица | Норма расхода | Итого |
| Обтирочные материалы | кг | Станок | 40 | 560 |
| Керосин | 18 | 252 |
| Бензин | 7 | 98 |
| Масло машинное | 120 | 1680 |
| Солидол | 120 | 1680 |
| Масло веретен. | Шл. станок | 100 | 100 |
| Эмульсол | станок | 130 | 1820 |
| Тех. вазелин | 5 | 70 |
| Кальцинированная сода | Шлифовальный станок | 100 | 100 |
| Приводные ремни | м. | станок | 8 | 112 |
| Сшивки для ремней | шт. | 20 | 280 |
| Мазь для ремней | кг. | 6 | 84 |
| Мел | 6 | 84 |
| Наждачная бумага | лист | 480 | 6720 |

**3.4.8 Энергетика**

3.4.8.1 Электроэнергия

Определение годовой потребляемой мощности:

РА. = Σ КС. × РУ. i, [34, c.69] (3.32)

где Ру. i- установленная мощность электродвигателей оборудования;

Кс. – коэффициент спроса, учитывающий недогрузку, не одновременность в работе электроприемников, потери в сети, Кс. =0,5…0,6.

Откуда:

РА. = 0,6×(15×1+21,4×2+18,5×4+22×3+7,5×2+55+15,2+5)=136,8 кВт

Годовой расход потребляемой энергии [34, с.69]:

Wг. = РА. × Фэ.о..×η з. , (3.33)

Где η з. – средний коэффициент загрузки оборудования, η З. =0,884;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Wг = 136,8×4015×0,884=502220 кВтч.

Годовой расход электроэнергии по осветительным установкам [34, с.70]:

Wг.осв.=Кс×Ри.осв.Тг /(1000×η и.о) (3.34)

- где Т о.г.-годовое число работы приборов освещения, То.г. = 2100Ч.;



ηи.о. – коэффициент использования осветительной нагрузки, ηи.о. =0,85;

Ри.осв. – суммарная установленная мощность осветительных электроприемников.

Для освещения участка используется 32 ламп ДРЛ-400 (см. п. 7.6.1) мощностью 400Вт каждая.

Wг.осв. = 0,5×32×400×2100/(1000×0,85) ≈ 12800кВт/ч

**3.4.8.2 Сжатый воздух**

В механосборочном производстве широко используется сжатый воздух для приводов пневматических зажимных устройств, механизированного сборочного инструмента и других целей. Потребность в сжатом воздухе подсчитывается для отдельных видов потребителей исходя из расхода воздуха при непрерывной работе с учетом коэффициента использования по формуле [34, с.70]:

Qср=qн⋅Спр⋅Ки , (3.35)

где qн – номинальный расход воздуха одним потребителем;

Qн- номинальный расход сжатого воздуха, м3/ч;

Ки=0,33-коэфициент использования воздуха;

При обдувке деталей:

Qср=0,9⋅12⋅0,33=3,56 м3/ч

Годовой расчет воздуха определяем по формуле:

Qг= Qср⋅Фэо⋅ η З, (3.36)

При обдувке деталей:

Qг= 3,56⋅4015⋅0,52 = 5204 м3/ч.

Давление сжатого воздуха в сети составляет 0,5…0,6 МПа, а рабочее давление в оборудовании 0,4 МПА.

3.4.8.3 Вода

Потребность в воде определяется для различных типов потребителей.

Средний часовой расход воды на группу оборудования [34, с.71]:

Qср. = q× S; (3.37)

Q Σ= Σ Qср. ;

где q- средний часовой расход воды одним потребителем, q= 6 м3 /ч- для оборудования;

S- число потребителей, S= 14.

Qср. = 6×14×0,001= 0,084 м3 /ч.

В моечных машинах расход воды колеблется в пределах 0,15…0,5т на одну тонну промываемых деталей.

Средний часовой расход воды для моечной машины:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Qср. = 4,5×32445×0,2/(1000×4015)=0,008 м3 /ч.

Средний часовой расход воды по всему участку:

Qср..Σ = 0,008+0,084= 0,092 м3 /ч.

Годовой расход воды определяем по формуле:

Qср.г. = Qср. Σ × Фэ.о. × nз ,

Qср.г. = 0,092×4015×0,68 = 252,5 м3 /год;

Для приготовления СОЖ:

Qг=6⋅14⋅4015⋅0,68/1000= 229,3 м3 /год.

Всего Qг=481,8 м3 /год.

3.4.8.4 Пар

Пар используется на производственные нужды: на подогрев воды в моечных машинах, на обогрев сушильных камер, подогрев СОЖ.

Годовая потребность пара на отопление и вентиляцию [34, c.71]:

QП. = qт. × Н× V/(i×100), (3.38)

где qт. – расход тепла на 1 м3 здания, qт. =18ккал/ч;

Н- количество часов в отопительном сезоне; Н=180 дн.×24ч= 4320ч;

V- объем помещения, V= S × h:

S – площадь помещения, S = 815 м2 ;

h- высота помещения, h= 11м.

V= 815×10= 8150 м3 .

i- теплота испарения, i=540 ккал/кг.

Qп. = 18×4320×8150/(540×100) =11736 м3/ год.

Средний часовой расход пара при нагреве охлаждающих смесей=3,13 кг/ч, на нагрев воды в моечных машинах=1,9 кг/ч.

Годовой расчет пара определяем по формуле (3.38)

На нагрев охлаждающих смесей:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Qг=3,13⋅14⋅4015⋅0,68= 119637,364 кг

На нагрев воды моечных машин:

Qг=1,9⋅1⋅4015⋅0,68= 5187,38кг

Всего Qг= 124824,744 кг

По результатам расчетов заполняем таблицу 3.11

Таблица 3.14 Энергетика цеха

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид энергии | Потребители | Ед. изм. | Расход | |
| часовой | годовой |
| Электро  энергия | Электродвигатели оборудования | кВт | - | 502220 |
| Освещение | - | 12800 |
| Сжатый воздух | Обдувка деталей | м3 | 3,56 | 5204 |
| Пневмозажимы | - | - |
| Пар | отопление | кг |  | 11736 |
| Нагрев охлаждающих смесей | 3,13 | 119637,36 |
| Нагрев воды | 1,9 | 5187,38 |
| Вода | Приготовление СОЖ | м3 | 0,005 | 229,3 |
| Промывка деталей | 0,015 | 252,5 |

**3.4.9 Механизация и автоматизация**

Уровень механизации и автоматизации производства определяется на основе ГОСТа 14. 309- 74 « Правила применения средств механизации и автоматизации технологических процессов».



где ΣТа = 50,7 мин – сумма автоматизированного времени;

ΣТ ш.к. = 71,66 мин – сумма штучно-калькуляционного времени;



Это соответствует 5 категории механизации и автоматизации - большая.

**3.4.10 Планировка оборудования на технологическом участке**

Планировка оборудования групповой обработки деталей приведена на формате А1. Основным принципом при составлении планировки оборудования в механическом цехе является обеспечения прямоточности движения деталей в процессе их обработки в соответствии с технологическим процессом, а также установление оптимальных расстояний между оборудованием и колоннами. При монтаже станки устанавливают в линию по выступающим деталям.

В начале участка расположен склад заготовок и готовых деталей. Склад обслуживается электро-штабелёром Otto PFAFF EHH 1030 грузоподъёмностью 1000 кг. Из склада тара с заготовками устанавливается на межоперационный транспорт – рельсовую тележку ОМ 9973, грузоподъёмностью 500 кг. Все оборудование на участке расположено параллельно ходу рельсовой тележки, перемещающей заготовки от стола к столу станков. После полной механической обработки детали поступают в моечную машину, а затем в контрольный пункт. После контроля детали поступают на склад готовых деталей. Стружка от станков собирается в специальные емкости и доставляется к месту сбора или переработки напольным транспортом.

Таблица 3.15 Основные технико-экономические показатели по проектируемому участку

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Единица измерения | Показатели |
| Программа выпуска:  Площади:  Общая  Производственная  Состав работающих:  Производственные рабочие  Вспомогательные рабочие  Руководители  Специалисты  Служащие  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**  ОТК  Общее число оборудования:  Технико - экономические показатели:  Станкоемкость  Трудоемкость  Энергетика:  Электроэнергетика по осветительным установкам  Мощность  Сжатый воздух  Вода  Пар | шт.  м2  м2  чел.  чел.  чел.  чел.  чел.  чел.  шт.  ст.ч.  чел.ч.  кВт/ч  кВт  м3 /год.  м3 /год.  м3 /год. | 32445  1152  365  21  11  3  2  2  2  1  15  1,02  0,36  12800  502220  5204  481,8  11736 |

**4 Конструкторская часть**

**4.1 Проектирование станочного приспособления**

**4.1.1 Исходные данные для проектирования**

Разрабатывается приспособление для зажима деталей типа ”Вал шнекового транспортера” на сверлильно-фрезерной операции. Производится обработка паза, отверстий и нарезание резьбы М12-6Н и М6-6Н на сверлильно-фрезерном станке с ЧПУ EXTRON Е320. Технологический процесс обработки представлен в приложе­нии (приспособление используется на операции 040). В качестве режущего инструмента используется: фрезы, сверла, зенковка и метчики. На операцию 040 деталь поступает обработанной по 9 квалитету. После обработки деталь будет отправлена на шлифовальную операцию. Зажимаемый размер ø80к9 с шероховатостью Ra 1,6. Приспособление разработано на базе винтовых самоцентрирующихся тисков, что позволяет при зажиме детали в призмах обеспечить выравнивание по двум плоскостям симметрии.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

* + 1. **Анализ схемы базирования**

На данной операции выполняются размеры: 16±0,1, h=6, 2 отверстия М6-6Н, 4 отверстия М12-6Н с допуском симметричности Ø130

При обработке отверстий предъявляются требования по расположению отверстий относительно центрального элемента, поэтому желательно использовать в качестве базы – ось детали, схема базирования представлена на рисунке 4.1.

## 



Рис. 4.1 Схема базирования детали

Рассчитаем погрешность базирования при обработке детали:[18, c.45, т.18]

Εб(16)=0, Εб(М6)=0, Εб(М12)=0 - получаем мерным инструментом,

Εб(6)=ТDØ80h9=0,074мкм, (4.1)

Εб(Ø130)=0, - е=0 эксцентриситет оси относительно наружной поверхности, так как за технологическую базу приняли ось детали.

**4.1.3 Выбор и расчёт установочных элементов**

Для реализации принятой схемы базирования используем следующие элементы: в качестве установочного элемента выбираем гнездо, в качестве зажимного элемента применяем призмы, реализующие ДН базу. Материалом для призм и гнезда служат цементируемые или высоуглеролистые стали, обладающие большой ударной вязкостью (упругостью) и позволяющие при закалке обеспечить высокую твёрдость рабочей поверхности, что существенно увеличивает сопротивляемость износу. Выбираем материал призм (см. лист деталировки А1) и гнезда легированную конструкционная сталь 20Х ГОСТ 4543-71 [21, стр.180, табл.42].

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

* + 1. **Расчёт сил, действующих на заготовку**

На заготовку в процессе обработки действует сила резания и сила закрепления. Сила резания стремиться сдвинуть заготовку, нарушить ее положение, достигнутое при базировании. Сила закрепления должна надежно удержать заготовку, не допуская ее смещения.

На операции 040 выполняется сверление отверстий и фрезерование паза, большее влияние оказывает главная составляющая силы резания Рz, составляющая силы резания Рх и крутящий момент при фрезеровании паза Мкр.

Составляющая силы резания Рх создает момент стремящийся повернуть заготовку относительно своей оси, силы закрепления создают момент, препятствующий повороту.

Данные о режимах резания при обработке на операции 040 см. пункт 2.8.6.

Закрепление происходит за счет сил действующих на призмы, схема закрепления представлена на рисунке 4.2.



[18, c.81, т.8].

Рис. 4.2 Схема сил закрепления, действующих на заготовку

Рз – сила закрепления, Q – усилие зажима на примах.

 (4.2)

где Мкр=Мзакр – момент закрепления препятствующий повороту заготовки вокруг своей оси, Dз=80мм, n=4, f=0,16- коэффициент трения при контакте, k – коэффициент запаса. [18, с.85, т.10]



где k0= 1,5 - коэффициент гарантированного запаса,

k1= 1,2 - первичный коэффициент,

k2= 1,2 - коэффициент непостоянства срезаемого припуска,

k3= 1,2 - коэффициент изменения сил,

k4= 1,0 - коэффициент непостоянства развиваемых приводом сил,

k5= 1,0 - коэффициент непостоянства развиваемых сил (ручные),

k6= 1,0 - коэффициент положения места контакта заготовки.



Принимаем k=2,5

Рх=0,5×Рz=2355×0,5=1177,5Н

Мкр=Рх×0,5×Дз=1177,5×0,5×80=47100Н∙мм



 (4.3)

где ά=90о – угол разворота губок призм.

**4.1.5 Расчёт силы закрепления, кинематический и силовой анализы**

В качестве механизма закрепления принимаем комбинированный механизм:

Винтовая пара

Зубчато-реечная передача

W=4600H Q-на штоке

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

i1=5,25 i2=1

W=i1×i2×Q → Q=W/( i1×i2) (4.4)



В качестве силового узла принимаем гидроцилиндр двухстороннего действия. Расчётный диаметр цилиндра определим по формуле:

, [20, с.473, т.22];

где D – диаметр цилиндра, мм

d – диаметр штоковой полости, мм

p =10 МПа (100 кгс/см2) – номинальное давление для СП,

з = 0,97 – КПД.



Принимаем Д=40мм → Цилиндр 7021-0134 ГОСТ 19899-74 – Цилиндр двухстороннего действия на номинальное давление 10МПа для СП.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Кинематический и силовой анализы.

Перемещение последнего ведомого звена комбинированного механизма: Sn=So× i1×i2

Sn- конструктивно, So= Sn/(i1×i2)

Рассмотрим винтовую пару:

 (4.5)

где [σ]р=10МПа – допускаемое напряжение на растяжение.

Принимаем d=40мм и назначаем трапецеидальную резьбу, которая используется в механизмах, передающих силу в обоих направлениях: Tr40×6-7e и Tr40×6-7e LH ГОСТ 24737-81. [20, с.38, т.17]

При этом сила передается в соотношении:

 → Q=1600H

где ά=15о, rср – средний радиус, l – длина плеча на котором действует сила зажима. [1, c.75]

Расчеты геометрии реечной передачи сводим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 Результаты расчета геометрии реечной передачи

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Рейка | |
| Модуль, мм | 2,5 |
| Диаметр рейки, мм | 32 |
| Высота рейки, мм | 28 |
| Длина нарезной части рейки, мм | 300 |
| Степень точности |  |
| по нормам кинематической точности | 8 |
| по нормам плавности работы | 8 |
| по нормам контакта зубьев | 8 |
| Вид сопряжения | С |
| Нормальный шаг | 7,854 |

Продолжение таблицы 4.1

|  |  |
| --- | --- |
| Число зубьев рейки | 39 |
| Высота зуба, мм  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | 5,625 |
| Толщина зуба, мм | 3,927 |
| Измерительная высота, мм | 2,5 |
| Высота головки зуба, мм | 2,5 |
| Диаметр измерительного ролика по ГОСТ2475-62, мм | 4,345 |
| Расстояние от базовой поверхности до ролика, мм | 28,63 |
| Уточненная длина нарезной части рейки, мм | 302,378 |
| Пятно контакта по высоте зуба в %, (не менее) | 30 |
| Пятно контакта по длине зуба в %, (не менее) | 60 |
| Верхнее отклонение толщины зуба, мм | -0,065 |
| Нижнее отклонение толщины зуба, мм | -0,145 |
| Допуск параллельности оси, мм | 0,025 |
| Допуск на перекос оси, мм | 0,012 |
| Предельное отклонение шага, мм | ±0,02 |
| Реечная шестерня | |
| Модуль, мм | 2,5 |
| Число зубьев | 20 |
| Коэффициент смещения | 0 |
| Ширина венца, мм | 25 |
| Степень точности |  |
| по нормам кинематической точности | 8 |
| по нормам плавности работы | 8 |
| по нормам контакта зубьев | 8 |
| Вид сопряжения | С |
| Длина общей нормали, мм | 19,221 |
| Делительный диаметр, мм | 50 |
| Диаметр вершин зубьев, мм | 60 |
| Диаметр впадин зубьев, мм | 48,75 |
| Число зубьев при измерении длины общей нормали | 3 |
| Высота зуба, мм | 5,625 |
| Постоянная хорда зуба, мм | 3,468 |
| Высота до постоянной хорды зуба | 1,869 |
| Шаг зацепления | 7,38 |
| Осевой шаг | 7,854 |
| Пятно контакта по высоте зуба в %, (не менее) | 40 |
| Пятно контакта по длине зуба в %, (не менее) | 50 |
| Верхнее отклонение длины общей нормали, мм | -0,06 |
| Нижнее отклонение длины общей нормали, мм | -0,14 |

Продолжение таблицы 4.1

|  |  |
| --- | --- |
| Верхнее отклонение средней длины общей нормали, мм | -0,071 |
| Нижнее отклонение средней длины общей нормали, мм | -0,131 |
| Радиальное биение зубчатого венца, мм | -0,045 |
| Допуск параллельности оси, мм | 0,018 |
| Допуск на перекос оси, мм | 0,012 |

**4.1.6 Анализ погрешности возникающей при закреплении заготовки**

, [7, с.52, т.22] (4.6)

где KRz = 0,005;

Kнв = 15;

С1 = ,

Д – диаметр, по которому происходит контакт, мм Д = 80мм;

Rz – микронеровность, Rz = 2,5;

НВ – твёрдость по Бринеллю, HB = 295

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Q – сила действующая по нормали к опоре, H, Q = 6505 H;

m = 0, l=70мм – длина образующей, по которой происходит контакт.



Εб(6)= 0, (4.1)

Εз(16)= Е1з = 0,25 мкм, Εз(М6)= Е1з = 0,25 мкм , Εз(М12)= Е1з = 0,25мкм,

Εб(Ø130)= 2×Е1з = 0,5мкм.

Все данные о погрешности базирования и погрешности закрепления сводим в таблицу 4.2.

Таблица 4.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Размер, мм | Εб, мкм | Ез, мкм |
| Ø130 | 0 | 0,5 |
| М6-6Н | 0 | 0,25 |
| М12-6Н | 0 | 0,25 |
| 16±0,1 | 0 | 0,25 |
| 6 | 74 | 0 |

**4.1.7 Длина и скорость перемещения штока**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

За один оборот винта перемещение направляющей с призмой будет равно шагу резьбы на валу (P=6). Требуемое перемещение равно Sn=3мм – это равно половине шага, следовательно, вал должен сделать поворот на 180о вокруг оси, чтобы закрепить деталь. Исходя из расчетов геометрии реечной передачи получаем, что рейка должна переместиться на длину равную 78,54мм

Определяем скорость перемещения штока

 (4.7)

где Q –производительность насоса 0,036(м3/мин), F – площадь рабочей поверхности (м2).

Время срабатывания механизма:

 (4.8)

### 

* + 1. **Расчёт приспособления на точность**

Точность сборочных единиц изделий машиностроения зависит от выполнения технических требований к ним.

Обеспечение точности технических требований обычно достигается выявлением и расчетом сборочных размерных цепей.

Размерной цепью называется совокупность размеров, непосредственно участвующих в решении поставленной задачи и образующих замкнутый контур.

Сборочной размерной цепью называется размерная цепь, определяющая точность относительного положения осей и (или) поверхностей нескольких деталей в сборочном узле или изделии.

На данной операции получаем несколько размеров, поэтому будем вести расчет по самому точному размеру (по самому жесткому допуску) – глубина паза, выполняется по 12 квалитету с допуском Т=150мкм. Также при обработке паза требуется выполнить условие перпендикулярности его относительно поверхности квадрата на наружной поверхности детали. Требование перпендикулярности будет выполнено в пределах допуска если параллельность призм, которыми закрепляется деталь относительно основания будет в пределах допуска , где база А – основание приспособления.

Размерная цепь представлена на рисунке 4.3.

Рис. 4.3 Размерная цепь.

Данные по замыкающему звену приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Предельные размеры | | Расчетные значения | | | |
| АΔmin | АΔmax | Допуск ТΔ,  мм | Предельные отклонения | | Середина поля допуска ЕМΔ, мм |
| ESΔ | EIΔ |
| 250,00 | 250,05 | 0,05 | 0,05 | 0 |  |

Данные по составляющих звеньев приведены на рисунке 4.4 и в таблице 4.4.

Таблица 4.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Условное обозначение звена | Номинальный размер, мм | lср(dср)  интервала размеров, мм | Коэффициент, КХj,Kj  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | Передаточное отношение, ξ | Принятый квалитет | Тj | ЕМj | Размер в смешанном обозначении | Измененное отклонение уязвимого звена |
| АХ1 | 20,0 | 24 | 0,7;1,0 | -1 | 9 | 50 | 25 | 20,05 | 20,05 |
| АХ2 | 50,0 | 40 | 0,7;1,0 | -1 | 9 | 50 | 25 | 50,05 | 50,05 |
| АХ3 | 110,0 | 100 | 0,7;1,0 | -1 | 9 | 50 | 25 | 110,05 | 110,05 |
| АХ4 | 70,0 | 65 | 0,7;1,0 | -1 | 9 | 50 | 25 | 70,05 | 70,05 |

### , что соответствует 8 квалитету.

КΔ=1+

ωΔ = 

ωΔ< ТΔ, определяем предельные отклонения:





Сводная таблица погрешностей, возникающих при базировании, закреплении, а также погрешность установки детали и точность приспособления.

Таблица 4.4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размер, мм | Εб, мкм | Ез, мкм | Епр, мкм | Еуст, мкм | Ез, мкм |
| Ø130 | 0 | 0,5 | 0,05 | 0,0501 | <0,6 |
| М6-6Н | 0 | 0,25 | 0,05 | 0,0501 | <0,190 |
| М12-6Н | 0 | 0,25 | 0,05 | 0,0501 | <0,200 |
| 16±0,1 | 0 | 0,25 | 0,05 | 0,0501 | <0,2 |
| 6 | 74 | 0 | 0,05 | 0,089 | <0,150 |

### Компоновка приспособления

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Спроектированное приспособление относится к винтовыми самоцентрирующимися тискам. Деталь зажимается двумя призмами под воздействием усилия от гидроцилиндра передаваемого винтовой парой и реечной передачей. Гидроцилиндр прикрепляется к стойке на основании приспособления.

Данная компоновка приспособления позволяет уменьшить погрешности базирования и закрепления.

Конструкция приспособления обеспечивает постоянную силу зажима и надёжность закрепления заготовки даже при падении давления в системе.

## 4.2 Проектирование специального режущего инструмента

Вследствие отсутствия специального режущего инструмента вместо него предложена схема инструментального оснащения для токарной операции 030.

## 4.3 Проектирование контрольно-измерительного приспособления

В данном дипломном проекте разработано специальное приспособление для измерения симметричности паза относительно наружной цилиндрических поверхности.

Деталь устанавливается на призму и к ней подводиться скоба на стойке. На скобе расположены два микрометра, разность в показаниях которых и будет отклонение симметричности.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Произведем расчет спроектированного приспособления на точность.

Требуется проконтролировать симметричность, причем допустимое значение равно 0,06 мм. Допускаемая погрешность измерения определяется по формуле:

[Дизм]=К⋅Тр, [27, стр.134]

где К=0,2 – коэффициент относительной погрешности измерения;

Т= 0,06 мм – контролируемый допуск.

[Дизм]=0,2 ⋅ 0,06=0,012 мм

Суммарная погрешность измерения детали на спроектированном приспособлении должна быть меньше или равна по значению допускаемой погрешности измерения:

∆∑  ≤ [Дизм] , [27, стр.134]

В общем виде суммарная погрешность определяется по формуле:

∆∑  = ∑∆iсист + √ ∑д2i cл , [19, стр.135]

где ∑ ∆iсист – сумма выявленных систематических погрешностей, которые невозможно устранить до начала измерения;

∑д2i cл – сумма случайных погрешностей и не выявленных систематических, отнесенных к разряду случайных.

∑ ∆iсист = ∆кис +∆э+∆р+∆баз, [19, стр.135]

где ∆кис = 0,3 мкм – предельная погрешность выбранного измерительного средства;

∆э=0 – погрешность установочной меры;

∆р= 0 – методическая погрешность;

∆баз = 0 – погрешность базирования детали;

В итоге ∑ ∆iсист= 0,3 мкм.

Суммарная случайная погрешность определяется по формуле[19, стр.135]:

д∑сл=√ д2iуст+ д2суб+д2заж+ д2t ,

где дуст = ∆п ⋅Д/L = 0,005⋅80/115 =3,4 мкм – случайная погрешность установки;

дсуб=0 – погрешность, зависящая от квалификации контролера;

дзаж=0 мкм – погрешность от усилия зажима;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

дt=0 – температурная погрешность;

В итоге д∑сл=√1,162= 1,16 мкм

∆∑ =0,3+3,4=3,7 мкм

3,7 ≤ 12 мкм

Принимаем, что конструкция приспособления может быть принята годной для дальнейшей разработки.

Учитывая конструкцию приспособления принимаем следующие технические требования:

Контролируемые параметры Т=0,06 мм.

Настройку осуществляем по эталонной детали

Измерительный элемент – индикатор 1МИГ ГОСТ9696-82(диапазон измерения – 1 мм, цена деления – 0,001мм); индикатор 1ГРЗ ГОСТ5584-61(диапазон измерения – 0,1 мм, цена деления – 0,001мм);

Проверить плавность и лёгкость взаимодействия трущихся деталей.

## 4.4 Проектирование контрольно-измерительного инструмента

Проектируемый калибр расположения для контроля соосности ТР=10 мкм двух отверстий ø50Н9 и ø75Н9. Расчет исполнительных размеров калибра производим по ГОСТ 16085-81.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Отклонения и допуски измерительных элементов калибра [27,стр.107, табл.5.1]:

- основное отклонение размера измерительного элемента F=9мкм;

- допуск на изготовление калибра Н=Но=4 мкм;

- величина износа калибра W=Wo=4 мкм;

- позиционный допуск Трк=6 мкм, для базовых и измерительных элементов Трк=0 мкм;



Рис.4.6 Схема расположения полей допусков калибра для контроля расположения отверстий

Для базового элемента по номинальному размеру и квалитету точности рассчитываем предельно-изношенный размер поэлементного проходного калибра:

dGO-W=Do min-Y,

где Y – допустимая величина износа гладкой пробки по ГОСТ 24853, Y=0;

dGO-W= ø50 мм

Определим предельные размеры базового элемента калибра ø50H9(+0,052):

наибольший размер вала: dKOmax= dGO-W=Do min-Y=50 мм

наименьший размер вала: dKOmin= dGO-W – Ho=50-0,004=49,996 мм

dKO-W= dGO-W – Ho – Wo =50-0,004-0,004=49,992 мм

Исполнительный размер базового элемента калибра: dKOmax (-Ho)=50 -0,004 мм

Определим предельные размеры для остальных измерительных элементов калибра ø75H9(+0,052):

наибольший размер вала: dKmax= dmin – Тр + F + Ho

dKmax= 75-0,010+0,009+0,004= 75,003 мм

наименьший размер вала: dKmin= dKmax– H = 75,003-0,004= 74,999 мм

dKO-W = dKmax– H – W = 74,999-0,004-0,004= 74,991 мм

Исполнительный размер измерительного элемента калибра:

dKmax (-H)=75,003-0,004 мм

Чертёж калибра выполняется с указанием исполнительных размеров, допусков расположения и технических требований.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

**4.5 Проектирование устройства механизации и автоматизации**

**производства**

В качестве средства автоматизации проектируем станцию гидропривода приспособлений. Гидравлическая и электрическая схемы приведены на листе А1-средства автоматизации.

Гидростанция привода приспособлений (основные характеристики и комплектующие приведены в таблице 4.3) - обеспечивает возвратно-поступательное движение гидроцилиндров. Гидравлической схемой предусмотрена защита гидросистемы от перегрузок, очистка РЖ, раздельная или совместная работа гидроцилиндров. Электрическая схема привода обеспечивает управление гидрораспределителей Р2, Р3 и Р4.

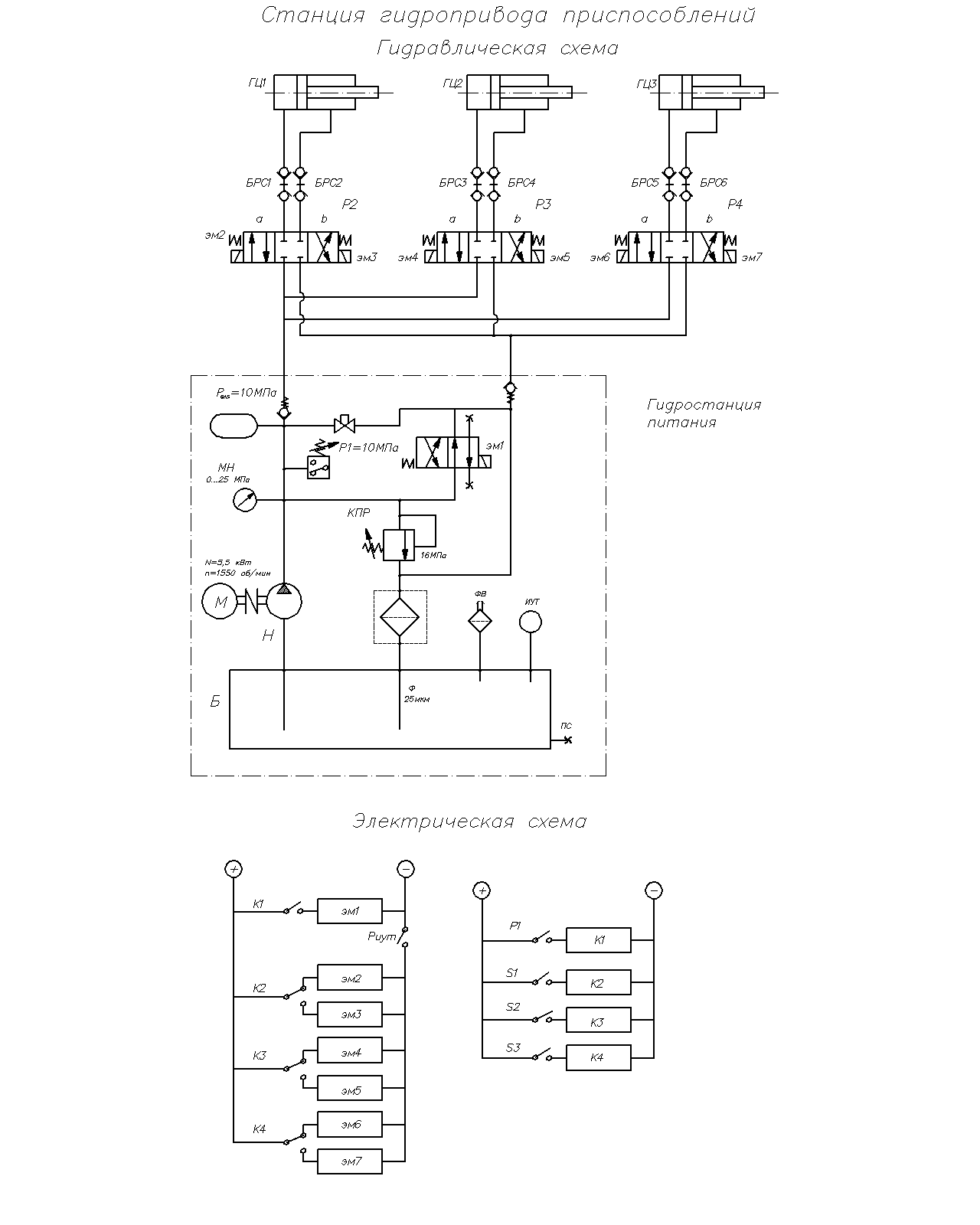
Таблица 4.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Поз. | Наименование | Основные характеристики |
| Н | Насос шестеренный PGP-511-10-A | W= 10 см3/об, nmax=3600 об/мин,рmax= 27,5 МПа |
| КПР | Клапан предохранительный VMP/B/L5-38-G3 | р = 1,0…25 МПа |
| Р1 | Гидрораспределитель двухпозиционный, четырехлинейный РХ 06.111-024/00D | Сх.11, Dу= 6мм, рmax= 31 МПа, U = 24 B |
| Р2,Р3,  Р4 | Гидрораспределитель трехпозиционный, четырехлинейный РХ 06.011-024/00АМ | Сх.01, Dу= 6мм, рmax = 31 МПа, U = 24 B |
| Б | Гидробак | V = 45 л |
| Ф | Фильтр сливной OMTF-40BN | = 10 мкм |
| ФВ | Фильтр-заливная горловина-сапун ТR-1 | = 40 мкм |
| ИУТ | Измеритель уровня и температуры FLT223 | 0…100oС |
| МН | Манометр 213.53.63  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | кл.1, глицерин, р = 0…250 МПа |
| М | Электродвигатель 5АМ112М4У3 | N = 5,5 кВт, n = 1345 об/мин |

Порядок работы гидростанции:

1. Включение гидростанции производится включением пускового автомата АП-50. При этом происходит запуск электродвигателя М и насоса Н. Одновременно включается гидрораспределитель Р1, рабочая жидкость через него, минуя предохранительный клапан КПР, поступает на слив. Гидростанция работает в разгрузочном режиме.

2. В режиме “ПУСК” включается тумблер S1. При этом через контакты реле К2 включается электромагнит ЭМ2. Гидрораспределитель Р2 переключается в положение “а”, рабочая жидкость поступает в поршневую полость гидроцилиндра ГЦ1, шток которого движется вперед. При выключении тумблера S2 , отключается электромагнит, шток движется назад. Работа других каналов организована аналогично. Во время работы реле давления Р1 управляет электромагнитом ЭМ1, включая или выключая гидрораспределитель Р1. Гидростанция работает в режиме нагнетания или разгрузки соответственно. При окончании работы производится отключение пускового автомата АП-50.



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

**5 Стандартизация и контроль качества продукции**

**5.1 Анализ на соответствие разработанных чертежей сборочных единиц и деталей действующим стандартом ЕСКД и основополагающим общетехническим стандартам**

Чертеж в целом соответствует стандартом ЕСКД и основополагающим общетехническим стандартам.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-ТМ-НГТУ-01-ТМУ-019-05ПЗ**

Простановка размеров соответствует ГОСТ 2.307-68, угловые значения размеров из ряда значений, установленных ГОСТ 8909-81, сечения выполнены согласно ГОСТ 2.305-68, шероховатость поверхностей обозначена по ГОСТ 2.309-73. Допуски на размеры поставлены по ГОСТ 25347-82.

В чертеже устранены все недостатки с точки зрения стандартизации и контроля качества. Все нормативные размеры приняты из рядов предпочтительного применения, кроме тех размеров, которые требуются конструкцией сборочного узла. Все допуски формы и расположения поверхностей, а также суммарные допуски форм и расположения поверхностей заданы правильно. Контролепригодность детали обеспечена. Конструкция изделия обеспечивает доступ средств измерения ко всем контролируемым поверхностям. Применена простановка экономически целесообразных и достижимых допусков из предпочтительного ряда допусков и предельных отклонений.

**5.2 Описание и обозначение применяемых в технологическом процессе методов контроля**

В техническом проекте применяют статистический контроль качества продукции, так как производство серийное, технологический процесс отлажен и стабилен, осуществляется ритмичная работа, происходит постоянное совершенствование производственной и технологической базы, обслуживающий персонал квалифицированный и хорошо подготовленный, а принимать партии сплошным контролем не целесообразно.

Для приемки готовых деталей применяется приемочный статистический контроль, для управления точностью в процессе производства – управляющей статистический контроль.

Контроль размеров производится по мере накопления партии. За партию принимается детали в количестве 60 штук по ГОСТ 18242-72.

Контролируемые поверхности представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 Контролируемые поверхности

| Размер и его точность | Rа | Ряд предпочтительности | Контролепригодность | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Универсальные средства измерения | Специальные средства измерения |
| ВЦП ∅50Н9(+0,074) | 1,6 | Ra5 | 8133-0954 пробка ∅25Н9  ГОСТ 14810-69 |  |
| ВЦП ∅75Н8(+0,046) | 1,6 | Ra5 | 8133-1111 пробка ∅25Н8  ГОСТ 14810-69 |  |
| ВЦП ∅40Н12(+0,33) | 12,5 | - | 8133-0962 пробка ∅25Н12  ГОСТ 14810-69 |  |
| НЦП ∅170h12()  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-ТМ-НГТУ-01-ТМУ-019-05ПЗ** | 12,5 | Ra10 | 8113-0504 калибр-скоба ∅170h12  ГОСТ 18366-73 |  |
| НЦП ∅74h9() | 3,2 | Ra5 | 8118-011 калибр-скоба ∅74h9  ГОСТ 2216-84 |  |
| НЦП ∅90h12() | 12,5 | - | ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-89 |  |
| НЦП ∅70h11() | 6,3 | - | Микрометр МК 50-75  ГОСТ 6507-90 |  |
| НЦП ∅80к6() | 0,8 | - | 8113-0286 калибр-скоба ∅80к6  ГОСТ 16776-71 |  |
| НРП М6-7Н | 6,3 | Ra20 | 8221-2127 пробка резьбовая М6-7Н  ГОСТ 17758-72 |  |
| НРП М12-7Н | 6,3 | Ra20 | 8221-2127 пробка резьбовая М6-7Н  ГОСТ 17758-72 |  |

Контроль этих параметров производить согласно таблице 5.2

Таблице 5.2 Нормативный уровень несоответствия NQL=4,0%

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Допустимые  планы контроля | Ожидаемый уровень несоответствия в предъявляемых партиях | Объем  выборки n | Приемочное число  Ас | Браковочное число  Rе |
| 1 | до 1% | 16 | 0 | 1 |
| 2 | до 1,5% | 38 | 1 | 2 |
| 3 | более 1,5% | сплошной | 3 | 4 |

Остальные контролируемые поверхности представлены в таблице 5.3

Таблица 5.3 Контролируемые поверхности

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Размер и его точность | Rа | Ряд предпочтительности | Контролепригодность | |
| Универсальные средства измерения | Специальные средства измерения |
| НТП 206-1,15 | 3,2 | Ra ‘’10 | Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89 |  |
| НТП 36Н12(+0,25) | 6,3 | Ra ‘40 | Штангенглубиномер ШГ-300-0,05  ГОСТ 166-89 |  |
| НТП 170(+0,4) | 0,8  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-ТМ-НГТУ-01-ТМУ-019-05ПЗ** | - | Штангенглубиномер ШГ-300-0,05  ГОСТ 166-89 |  |
| П 25 | 6,3 | Ra 5 | Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89 |  |
| НТП 43,8+0,2 | 6,3 | - | Штангенглубиномер ШГ-300-0,05  ГОСТ 166-89 |  |
| НТП 42h12(-0,25) | 6,3 | - | Штангенглубиномер ШГ-300-0,05  ГОСТ 166-89 |  |
| НТП 10±0,1 | 1,6 | Ra 10 | Штангенглубиномер ШГ-125-0,05  ГОСТ 166-89 |  |
| НТП 6Н12(+0,15) | 1,6 | - | Штангенглубиномер ШГ-300-0,05  ГОСТ 166-89 |  |
| ПП 60h11(-0,19) | 6,3 | - | Микрометр МК 50-75  ГОСТ 6507-90 |  |
| НТП 16±0,1 | 3,2 | Ra 10 | Штангенглубиномер ШГ-125-0,05  ГОСТ 166-89 |  |

Контроль остальных размеров производить согласно таблице 5.4.

Таблице 5.4 Нормативный уровень несоответствия NQL=6,5%

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Допустимые  планы контроля | Ожидаемый уровень несоответствия в предъявляемых партиях | Объем  выборки n | Приемочное число  Ас | Браковочное число  Rе |
| 1 | до 1% | 10 | 0 | 1 |
| 2 | до 1,5% | 24 | 1 | 2 |
| 3 | до 2,5% | 39 | 2 | 3 |
| 4 | более 2,5% | сплошной | 4 | 5 |

Применяется также специальное приспособление для контроля симметричности шпоночных пазов относительно наружной цилиндрической поверхности, специальный калибр соосности, образцы шероховатости.

Из партии продукции, объема N берется случайная выборка объема n. Каждое изделие этой выборки подвергают контролю качества и признают либо годным, либо несоответствующим по данному контролируемому показателю качества или группе показателей. В журнале учета результатов СПК фиксируется общее количество обнаруженных в выборке несоответствующих изделий.

Если количество несоответствующих изделий в выборке меньше или равно приемочному числу Ас, принимается решение о приеме партии, при этом обнаруженные несоответствующие изделия заменяются годными или удаляются из нее.

Если количество несоответствующих изделий в выборке больше или равно бракованному числу Rе, то принимается решение о забраковании партии, о чем делается пометка в журнале СПК и партия отправляется на разбраковку. При повторном предъявлении партии продукции после разбраковки объем выборки удваивается с сохранением приемочного или браковочного чисел.

Применяются следующие виды контроля: нормальный, усиленный и ослабленный.

Если в ходе нормального контроля 2 из 5 последовательных партий будут забракованы, переходят на усиленный контроль.

Если при усиленном контроле 5 очередных партий будут приняты, переходят на нормальный контроль.

Если при нормальном контроле не менее 10 партий были приняты – технологический прочес стабилен, то переходят на ослабленный контроль.

С ослабленного контроля переходят на нормальный если:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-ТМ-НГТУ-01-ТМУ-019-05ПЗ**

- очередная партия забракована при первом предъявлении;

- изменена технология или условия производства;

- нарушена стабильность техпроцесса или ритмичность выпуска продукции;

- другие условия требующие возвращения нормального контроля;

**6 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**6.1 Организация производства**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

6.1.1 Общая характеристика участка

В данной работе проектируется участок групповой обработки деталей типа «Вал шнекового транспортера» в количестве 5-и наименований.

Вид заготовок – штамповка на прессах. Масса заготовки 12,87 кг, детали 8,2 кг. Материал – сталь 40Х ГОСТ 4543-81. Запас заготовок на участке 1 смена.

Межоперационная транспортировка деталей осуществляется с помощью рельсовой тележки. Загрузка и выгрузка деталей со станков осуществляется вручную или манипулятором.

Тип производства – серийное.

Годовая программа выпуска – 32445 штук.

Обработка деталей производится на оборудовании с ЧПУ.

Оборудование расположено по ходу технологического процесса в соответствии с нормами проектирования, безопасности условий труда.

6.1.2 Режимы работы и форды времени

На участке организована 2-х сменная работа. Смены взаимосвязаны, т.е. одна смена оставляет заделы деталей, режущего инструмента и т.д. другой смене. Это позволяет добиваться непрерывности производственного процесса и уменьшает простои оборудования.

Участок работает по следующему режиму:

Таблица 6.1 Режим работы участка

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Смена | Начало работы | Обеденный перерыв | Окончание работы |
| 1 | 7.00 | 11.00 – 12.00 | 16.00 |
| 2 | 16.00 | 19.00 – 20.00 | 1.00 |

Таблица 6.2 Фонды времени работы оборудования и рабочих

|  |  |
| --- | --- |
| Количество рабочих дней в году | 256 |
| Количество часов работы в смену | 8 |
| Количество рабочих смен в сутки | 2 |
| Номинальный годовой фонд времени работы: - оборудования - рабочих Действительный годовой фонд времени работы: - оборудования - рабочих | 4015 2070  4015 1820 |

6.1.3 Определение количества и типа основного оборудования

Расчет количества оборудования произведен в пункте 3.2. Данные по действующему технологическому процессу сведены в таблицу 6.3.

Таблица 6.3 Ведомость оборудования участка

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Оборудование | Количество единиц | | Коэф-фициент исполь-зования | Мощ-ность двигателя,  N, кВт | Суммар-ная мощ-ность, кВт |
| по  расчету | приня-то |
|  |  |  |  |  |  |
| Основное |  |  |  |  |  |
| Фрезерно-центровальная | 0,696 | 1 | 69,6 | 15 | 45 |
| Токарная  Токарная | 0,879  0,879 | 1  1 | 87,9  87,9 | 21,4  21,4 | 21,4  21,4 |
| Токарная | 3,585 | 4 | 89,6 | 18,5 | 74 |
| Токарная | 3,132 | 3 | 104,4 | 22 | 66 |
| Сверлильно-фрезерная | 1,917 | 2 | 95,8 | 7,5 | 15 |
| Долбежная | 0,788 | 1 | 78,8 | 55 | 55 |
| Шлифовальная | 0,929 | 1 | 92,9 | 15,2 | 15,2 |
| Моечная машина 07АН052 | 0,63 | 1 | 0,63 | 5,0 | 5,0 |
| **Итого:** |  | **15** |  |  | **288** |
| Подъемно-транспортное: |  |  |  |  |  |
| - рельсовая тележка |  | 1 | 100 | 5 | 5 |
| - конвейер для уборки стружки |  | 1 | 100 | 10 | 10 |
| - манипулятор |  | 4 | 100 | 2,5 | 10 |
| **Итого:** |  | **7** |  |  | **25** |
| **Всего:** |  | **22** |  |  | **313** |

6.1.4 Расчет производственных площадей

Проектируемый вариант

Площадь участка, приходящаяся на 1 станок можно определить произведением S ⋅ γ, где S – площадь единицы оборудования по габаритам, γ - коэффициент, учитывающий дополнительную площадь [28, с.28, прил. 2].

Для фрезерно-центровального станка:

S =8,4м2 γ = 3,5 S =8,4⋅ 2,5 ⋅ 1= 21 м2;

Для токарного патронно-центрового с ЧПУ 16А20Ф3:

S =19,5 м2 γ = 3,5 S = =19,5 ⋅ 2,0 ⋅ 2= 77,8 м2;

Для токарного станка с ЧПУ Romi G 30НТ:

S = 18,2 м2 γ = 3,5 S = 18,2 ⋅ 2,0 ⋅ 4 = 145,2 м2;

Для токарного станка с ЧПУ Romi Е280А:

S = 18,2 м2 γ = 3,5 S = 18,2 ⋅ 2,0 ⋅ 3 = 108,9 м2;

Для вертикально-фрезерного станка с ЧПУ EXTRON Е320:

S = 5,3 м2 γ = 3,5 S = 5,3 ⋅ 3,0 ⋅ 2 = 31,8 м2;

Для долбежного станка:

S = 26,3 м2 γ = 3,5 S = 26,3 ⋅ 1,5 ⋅ 1 = 39,5 м2;

Для круглошлифовального станка 3М151Ф2:

S = 13 м2 γ = 3,5 S = 13 ⋅ 2,0 ⋅ 1 = 25,9 м2

Для моечной машины S = 5 м2 γ = 3,5 S = 5 ⋅ 3,0 = 15 м2

Sпр = 465,1 м2

Вспомогательная площадь составляет от производственной в среднем 20-25%:

Sвсп = 465,1 ⋅ 0,25 = 116,3 м2 ;Sвсп.пр. = 407 м2

Площадь мастера – 10 м2.

Площадь служебно-бытовых помещений 7 м2 на одного рабочего:

7 ⋅ 22 = 154 м2.

Sобщ = 465,1+116,3+10+154+407 = 1152,319 м2 ≈ 1152 м2.

Базовый вариант

Sпр = 828,743 м2

Вспомогательная площадь составляет от производственной в среднем 20-25%.

Sвсп = 828,743 ⋅ 0,25 = 207,186 м2; Sвсп.пр. = 407 м2.

Площадь мастера – 10 м2.

Площадь служебно-бытовых помещений 13 м2 на одного рабочего - 13 × ×50 = 650 м2

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Sобщ = 465,055 + 207,186 + 10 + 650 + 407 = 2102,926 м2

6.1.5 Состав и количество работающих производственного подразделения.

Численность на участке определяется по всем категориям: рабочие, специалисты, служащие, руководители.

Проектируемый вариант

6.1.5.1 Определение числа основных производственных рабочих

Явочное число основных производственных рабочих определяется исходя из нормативов. Число операторов рассчитываем по норме обслуживания в зависимости от типа станков.

Нормы обслуживания устанавливают с учетом нормальной величины занятости – Кд.з.=0,85-0,95 - при работе на станках-дублерах.

Расчет количества станков, обслуживаемых одним рабочим, необходимого для обслуживания имеющегося на участке оборудования с ЧПУ производят по формуле:



[13, c.20] (6.1)

Для патронно-центрового токарного станка с ЧПУ 16А20Ф3:

nc=2,6 - принимаем 1-оператора обслуживания 2-х станков.

Для токарного станка с ЧПУ Romi G 30НТ:

nc=4,5 - принимаем 1-оператора обслуживания 4-х станков.

Для токарного станка с ЧПУ Romi Е280А:

nc=4,7 - принимаем 1-оператора обслуживания 3-х станков.

Для вертикально-фрезерного станка с ЧПУ EXTRON Е320:

nc=2,6 - принимаем 1-оператора обслуживания 2-х станков.

Для долбежного станка:

nc=2,3 - принимаем 1-оператора обслуживания 1-го станка.

Для круглошлифовального станка 3М151Ф2:

nc=2,7 - принимаем 1-оператора обслуживания 1-го станка.

Для обслуживания 14 станков принимаем 14 операторов.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Учитывая 2-х сменный график работы по 7 наладчиков в каждой смене.

Число наладчиков 8 человека (по 4 человек в каждой смене).

Всего явочное число основных производственных рабочих – 22 чел.

Списочное число основных производственных рабочих определяется по формуле: Рс = Ря ⋅ Ксп

Ксп = Фном/Фдейст = 2070/1820 = 1,14 – коэффициент списочного состава

Рс = 22 ⋅ 1,14 = 25,3 - принимаем 22 человек.

Учитывая 2-х сменный график работы по 11 человек в каждой смене.

6.1.5.2 Определение численности вспомогательных рабочих

К ним относятся рабочие для ремонта оборудования, число которых определяем по трудоемкости ремонтных работ, и число рабочих для технического обслуживания, в том числе: станочники, смазчики, слесари, электрики, число которых определяется по суммарной трудоемкости технического обслуживания.

Расчет произведен в п. 6.1.7 – 6.1.7.1.

Принимаем:

а) рабочие для ремонта оборудования:

* механической части – 3 чел (в 1 смену);
* электрической части – 1 чел (в 1 смену);

б) для технического обслуживания:

* механической части – 2 чел (в 1 смену);
* электрической части – 1 чел (в 1 смену).

К вспомогательным рабочим относятся также контролеры.

- явочное  (6.2) - списочное Рс = Ря ⋅ Ксп

t – норма контроля 1 дет, мин;

а – процент выборочности одной детали, а = 25%;

К – коэффициент, учитывающий затраты времени на повторный контроль, заполнение документов и т.д. К = 0,2

Ря = (30000 ⋅ 0,05 ⋅ 25)/(1820 ⋅ 100 ⋅ 0,2) = 1,03 чел.

Рс = 1,85 ⋅ 1,1 = 1,13 принимаем 2 человека (по 1 человеку в каждой смене);

6.1.5.3 Определение численности руководителей, специалистов, служащих

Число специалистов, служащих, руководителей были рассчитаны ранее в пункте 3.3.

Число мастеров принимаем из расчета 1 мастер на 20–25 человек. Принимаем 2 мастера с коэффициентом загрузки 0,91.

К специалистам относятся:

* технолог-программист (по 1 технологу в I и II смены) с коэффициентом загрузки 0,89;
* инженер-электронщик (по 1 инженеру в I и II смены) с коэффициентом загрузки 0,89.

Число служащих (табельщица) принимаем 1% от общего числа основных и вспомогательных рабочих 0,01∙40 = 0,4. Принимаем 1 табельщицу в одну смену.

Штатное расписание участка приведем в таблице 6.4.

Таблица 6.4 Штатное расписание

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория работающих | Количество | | | | | | | |
| Всего | По разрядам | | | | | | |
| I | II | III | IV | V | VI | % |
| Основные: |  |  |  |  |  |  |  |  |
| - операторы - наладчики | 14 8 |  |  |  |  | 14 8 |  | 48 |
| **Итого:** | **22** |  |  |  |  | **22** |  |
| Вспомогательные рабочие, в том числе: |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Для ремонта оборудования Для технического обслуживания Контролеры  Рабочие склада | 8 6 2  2 |  |  |  | 8 6 2  2 |  |  | 37 |
| **Итого:** | **18** |  |  |  | **18** |  |  |
| РСС (руководители, специалисты, служащие), в т.ч. Специалисты Табельщица Мастер | 4 2 2 | 4 2 2 |  |  |  |  |  | 15 |
| **Итого:** | **8** |  |  |  |  |  |  |  |
| **Всего:** | **48** |  |  |  | **18** | **22** |  | **100** |

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Таблица 6.5 Сводная ведомость работающих по базовому варианту

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория работающих | Количество | | | | | | | |
| Всего | По разрядам | | | | | | |
| I | II | III | IV | V | VI | % |
| Основные производственные рабочие:  -операторы и станочники - наладчики | 38  12 |  |  |  | 20 | 9  12 |  | 60 |
| **Итого:** | **50** |  |  |  |  |  |  |  |
| Вспомогательные рабочие, в том числе: |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Для ремонта оборудования Для технического обслуживания Контролеры | 12 8 2 |  |  |  | 12 8 2 |  |  | 25 |
| **Итого:** | **22** |  |  |  | **22** |  |  |
| РСС(руководители, специалисты, служащие), в т.ч. Специалисты Табельщица Мастер | 6 2 6 |  |  |  |  |  |  | 15 |
| **Итого:** | **14** |  |  |  |  |  |  |  |
| **Всего:** | **86** |  |  |  | **42** | **21** |  | **100** |

6.1.6 Организация труда на участке

Правильная организация труда на участке имеет большое значение и способствует повышению производительности труда, сокращению непроизводительных движений, экономии производственной площади, создание здоровых и безопасных условий работы.

На проектируемом участке предусмотрена бригадная форма организации труда. Из основных производственных рабочих сформировано 2 смены рабочих (по 7 человек в смену).

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Оплата труда бригады повременно-премиальная. За выполнение и перевыполнение плана рабочим начисляется премия в размере 50%.

Для бесперебойного ремонта и обслуживания основного оборудования на участке созданы бригада ремонтников с повременно-премиальной оплатой труда и контролеры для контроля деталей с такой же оплатой труда. За выполнение и перевыполнение плановых заданий размер премии составляет 60%.

Нормальная работа участка зависит от рациональной организации рабочих мест.

Правильная организация труда рабочего обеспечивается проведением следующих мероприятий:

1. Подготовка и снабжение рабочего места всеми необходимыми материалами, инструментом и технической документацией.

2. Внедрение передовых методов работы, ликвидация брака, повышение качества продукции.

3. Освобождение рабочих от работ, не связанных с основной квалификацией.

4. Близкое расположение запасного инструмента.

5. Удобство расположения стеллажей с заготовками и тумбочек с инструментом.

6. Организация своевременного контроля на рабочем месте.

На рабочем месте отведена площадь для обработанных деталей, заготовок, инструмента. Ящики, стеллажи, тумбочки должны быть расположены в таком порядке, чтобы не вызывать лишних движений у рабочего и не утомлять его. Для достижения высокой производительности вокруг рабочего места должна быть создана благоприятная окружающая обстановка.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

6.1.7 Организация ремонта оборудования

Организация ремонтного хозяйства и техническое обслуживание базируется по системе планово-предупредительного ремонта, задачей которого является предотвращение прогрессивно-нарастающего износа, предупреждение аварий, поддержание оборудования в состоянии постоянной готовности к работе.

Система ППР технологического оборудования предусматривает выполнение следующих работ по технологическому уходу и ремонту: техническое обслуживание, технический ремонт (плановый), средний и капитальный ремонты.

1) Техническое обслуживание "ТО" – это комплекс операций по поддержанию работоспособности оборудования (осмотры, промывки, проверки на точность, смазку и др.)

2) Текущий ремонт (ТР) – осуществляется в процессе эксплуатации для гарантированного обеспечения работоспособности оборудования. При этом ремонте восстанавливаются или заменяются отдельные части оборудования. Задачей такого ремонта является регулировка, поддержка работоспособности оборудования до очередного планового ремонта.

3) Средний ремонт (СР) – это вид планового ремонта при котором производится частичная разборка агрегата, капитальный ремонт отдельных узлов, замена и восстановление изношенных, регулировка и испытание под нагрузкой.

4) Капитальный ремонт (КР) – это комплекс работ, включающий полную разборку агрегата, замену всех изношенных деталей и узлов, регулирование и испытание под нагрузкой.

Осуществляется с целью восстановления исправности оборудования и полного или близкого к полному ресурса.

5) Межремонтный цикл (Тмрп) – это период работы оборудования между двумя очередными плановыми ремонтами.

6) Межосмотровый период (Тмоп) – это период работы оборудования между двумя очередными плановыми ремонтами и осмотром (техническое обслуживание).

Трудоемкость ремонтов и технического обслуживания оборудования рассчитывается на основе величины ремонтной сложности оборудования.

Текущий ремонт и техническое обслуживание оборудования производит бригада ремонтников во внерабочее время по плану проведения ремонтных мероприятий.

Все работы по плановому техническому обслуживанию и ремонту выполняются в определенной последовательности, образуя повторяющийся цикл.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Структура ремонтного цикла (Тр.ц.) – это число часов оперативного времени работы оборудования.

Таблица 6.6 Ведомость оборудования

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опер. | Наименование оборудования | Модель станка | Всего станков | Ремонтная сложность | |
| Rм | Rэ |
| 010 | Фрезерно-центровальная | МР179Ф4 | 1 | 42 | 74 |
| 020 | Токарная | 16A20Ф3 | 1 | 14,5 | 32 |
| 025 | Токарная | 16A20Ф3 | 1 | 14,5 | 32 |
| 030 | Токарная | G 30НТ | 4 | 14,5 | 32 |
| 035 | Токарная | Е280 | 3 | 14,5 | 32 |
| 040 | Сверлильно-фрезерная | Е320 | 2 | 11,5 | 47 |
| 050 | Долбежная | 7М450 | 1 | 14,0 | 9,5 |
| 055 | Шлифовальная | 3М151Ф2 | 1 | 20 | - |
| 060 | Машина моечная |  | 1 | 3,0 | 2,6 |
| **Итого:** | |  | **15** | **232,5** | **468,1** |

Определим продолжительность ремонтного цикла (ч) для механообрабатывающего оборудования проектируемого участка:

Тр.ц. = 16800 ⋅ *k*ом ⋅ *k*ми ⋅ *k*тс ⋅ *k*кс ⋅ *k*в ⋅ *k*д [37, с.3] (6.3)

*k*ом – коэффициент обрабатываемого материала, *k*ом = 0,75;

*k*ми – коэффициент материала применяемого инструмента, *k*ми = 1,0;

*k*тс – коэффициент класса точности оборудования, *k*тс = 1,5;

*k*в – коэффициент возраста, *k*в = 1,0;

*k*д – коэффициент долговечности, *k*д = 1,2, *k*кс = 1,0

Для перечисленного оборудования:

- для фрезерно-центровального и долбежного станков (моечной машины):

Тр.ц. = 16800 ⋅ 0,75 ⋅ 1,0 ⋅ 1,0 ⋅ 1,0 ⋅ 1,0 ⋅ 1,2 = 15120 (ч);

- для токарных и сверлильно-фрезерных станков:

Тр.ц. = 16800 ⋅ 0,75 ⋅ 1,0 ⋅ 1,0 ⋅ 1,5 ⋅ 1,0 ⋅ 1,2 = 22680 (ч);

- для шлифовального станка:

Тр.ц. = 16800 ⋅ 0,75 ⋅ 0,8 ⋅ 1,0 ⋅ 2,0 ⋅ 1,0 ⋅ 1,2 = 24190 (ч);

Представим Тр.ц. через месячный фонд времени работы оборудования:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Тр.ц. = 22680/336 = 45 мес., Тр.ц. = 15120/336 = 67,5 мес.,

Тр.ц. = 24190/336 = 75 мес.

Выберем структуру ремонтного цикла с указанием количества ремонтов в цикле и плановых осмотров в межремонтном период [7, с.9, т.4.2].

Таблица 6.7 Структура ремонтного цикла

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Оборудование | Структура ремонтного цикла | Число ремонтов в цикле | | Число плановых осмотров в межремонтном периоде (общее число осмотров) |
| Сред-ний | Теку-щий |
| Механообрабатывающее (токарные, сверлильно-фрезерные и шлифовальный станки проектируемого участка);  Класс точности П Категория (в т) до 10 | КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР - СР – ТР – ТР - КР | 2 | 6 | 1(9) |
| Механообрабатывающее (остальное оборудование проектируемого участка);  Класс точности Н Категория (в т) до 10 | КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР - КР | 1 | 4 | 1(6) |

Определим длительность межремонтного периода:

- для токарных, сверлильно-фрезерных станков:

Тмрп = Тр.ц./(nт + nс + 1), ч

где nт = 6, nс = 2 – количество соответственно текущих и средних ремонтов в межремонтном цикле, согласно таблице 6.7.

Тмрп = 22680/(6 + 2 + 1) = 2520 ч.

Представим Тмрп через месячный фонд времени работы оборудования:

Тмрп = 2520 : 336 = 8 мес

Определим длительность межосмотрового периода

Тмоп = Тр.ц./(nо + nт + nс + 1), ч

где nо = 6 – количество осмотров в межремонтном цикле (согласно таблице 6.7)

Тмоп = 22680/(9 + 6 + 2 + 1) = 1260ч,

Представим Тмоп через месячный фонд времени работы оборудования:

Тмоп = 1260 : 336 = 4 мес.

- для шлифовального станка:

Тмрп = Тр.ц./(nт + nс + 1), ч

где nт = 6, nс = 2 – количество соответственно текущих и средних ремонтов в межремонтном цикле, согласно таблице 6.7.

Тмрп = 24190/(6 + 2 + 1) = 2688 ч.

Представим Тмрп через месячный фонд времени работы оборудования:

Тмрп = 2688 : 336 = 8 мес

Определим длительность межосмотрового периода

Тмоп = Тр.ц./(nо + nт + nс + 1), ч

где nо = 6 – количество осмотров в межремонтном цикле (согласно таблице 6.7)

Тмоп = 24190/(9 + 4 + 2 + 1) = 1344ч,

Представим Тмоп через месячный фонд времени работы оборудования:

Тмоп = 1344 : 336 = 4 мес.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

- для остального оборудования:

Тмрп = Тр.ц./(nт + nс + 1), ч

где nт = 4, nс = 1 – количество соответственно текущих и средних ремонтов в межремонтном цикле, согласно таблице 6.7.

Тмрп = 15120/(4 + 1 + 1) = 2520 ч.

Представим Тмрп через месячный фонд времени работы оборудования:

Тмрп = 2520 : 336 = 8 мес

Определим длительность межосмотрового периода

Тмоп = Тр.ц./(nо + nт + nс + 1), ч

где nо = 6 – количество осмотров в межремонтном цикле (согласно таблице 6.7)

Тмоп = 15120/(6 + 4 + 1 + 1) = 1260ч,

Представим Тмоп через месячный фонд времени работы оборудования:

Тмоп = 1260 : 336 = 4 мес.

В итоге получаем структуру ремонтного цикла для токарные, сверлильно-фрезерные и шлифовальный станков:

КР1 – ТО1 – ТР1 – ТО2 – ТР2 – ТО3 – ТС1 – ТО4 – ТР3 – ТО5 – ТР4 – ТО6– – ТС2 – ТО7 – ТР5 – ТО8 – ТР6 – ТО9 – КР2.

- для остального оборудования получаем следующую структуру ремонтного цикла: КР1 – ТО1 – ТР1 – ТО2 – ТР2 – ТО3 – ТС1 – ТО4 – ТР3 – ТО5 – ТР4 – ТО6– КР2.

Составим таблицу норм времени на проведение различных ремонтов отдельно для механической и электрической части оборудования, а также итоговые значения этих нормативов.

Таблица 6.8 Трудоемкость ремонта и полного планового осмотра оборудования

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид работ | Вид ремонта | | | Плановый осмотр | |
| Капита-льный | Сред-ний  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | Теку-  щий | Перед внутрицикло-вым ремонтом | Перед капита-льным ремон-том |
| Норма времени, часов на 1 рем. Ед. | | | | |
| **Механическая часть** | | | | | |
| Станочные  Слесарные и прочие | 14,0  36,0 | 3,0  6,0 | 2,0  4,0 | 0,1  0,75 | 0,1  1,0 |
| **Итого:** | 50,0 | 9,0 | 6,0 | 0,85 | 1,1 |
| **Электрическая часть** | | | | | |
| Станочные  Слесарные и прочие | 2,5  10,0 | -  - | 0,3  1,2 | -  0,2 | -  0,25 |
| **Итого:** | 12,5 | - | 1,5 | 0,2 | 0,25 |

Составим таблицу норм времени для проведения технического обслуживания оборудования слесарями, смазчиками, электриками, станочниками.

Таблица 6.9 Трудоемкость технического обслуживания оборудования

| Операция обслуживания | Норма времени на 1Rм за 1000 ч обработки механообработки оборудования | |
| --- | --- | --- |
| без ЧПУ | с ЧПУ |
| Слесарями (τо сл.) | | |
| Плановое техническое обслуживание  Неплановое техническое обслуживание  Норма планового и непланового технического обслуживания | 2,37  0,83  3,2 | |
| Смазчиками (τо см.) | | |
| Плановое техническое обслуживание  Неплановое техническое обслуживание  Норма планового и непланового технического обслуживания | 1,21  0,21  1,42 | 0,92  0,21  1,13 |
| Электриками (τо э.) | | |
| Плановое техническое обслуживание  Неплановое техническое обслуживание  Норма планового и непланового технического обслуживания | 1,02  0,31  1,33 | |
| Станочниками (τо ст.) | | |

Продолжение таблицы 6.9

| Плановое техническое обслуживание  Неплановое техническое обслуживание  Норма планового и непланового технического обслуживания | 0,52  0,21  0,73 | 0,4  0,16  0,56 |
| --- | --- | --- |

Определим трудоемкость ремонтных работ за ремонтный цикл механической части оборудования (ч): [7, с.13];

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Тцр.м. = 1,05ΣRм (nт ⋅ τт.м. + nс ⋅ τс.м. + τк.м.)

1,05 – коэффициент, учитывающий резерв трудоемкости на непрерывные работы;

ΣRм – суммарная ремонтосложность механической части оборудования [табл.6.6]

τт.м., τс.м., τк.м. – нормы трудоемкости (ч/1Rм) текущего, среднего и капитального ремонта на 1Rм механической части (см. табл. 6.8).

Тцр.м. = 1,05 ⋅ 232,5 ⋅ (6 ⋅ 6 + 2 ⋅ 9 + 50) = 24088,05 час.

Определим трудоемкость ремонтных работ за ремонтный цикл электрической части оборудования (ч); [7, с.13];

Тцр.э. = 1,05ΣRэ ( nт ⋅ τт.э. + nс ⋅ τс.э. + τк.э.)

ΣRэ – суммарная ремонтосложность электрической части оборудования [табл.6.6]

τт.э., τс.э., τк.э. – нормы трудоемкости (ч/1Rэ) текущего, среднего и капитального ремонта на 1Rэ электрической части (см. табл. 6.8).

Тцр.э. = 1,05 ⋅ 468,1 ⋅ (6 ⋅ 1,5 + 2 ⋅ 0 + 12,5) = 10296,142 час.

Приведем величины трудоемкости к одному году, используя выражение:

Тгр.м.= Тцр.м./*k*ц Тгр.м.= Тцр.м./*k*ц

*k*ц – коэффициент цикличности, равный Тр.ц./Фоб:

Для перечисленного оборудования:

- для фрезерно-центровального и долбежного станков (моечной машины):

Тр.ц. = 15120 (ч) - *k*ц=15120/4015=3,8года;

- для токарных и сверлильно-фрезерных станков:

Тр.ц. = 22680 (ч) -  *k*ц=22680/4015=5,6года;

- для шлифовального станка:

Тр.ц. = 24190 (ч) - *k*ц = 24190/4015 = 6лет.

*k*ц.ср.=(3,8+5,6+6)/3=5,2

Т= 24088,05/5,2 = 4632 часа в год; Т=10296,142/5,2 = 1980 часов в год.

Построим план-график ремонта оборудования (см. лис. 12).

6.1.7.1 Определим суммарное время простоев оборудования всех видов на планируемый год

Оно может быть определено по формуле (в ч): [7, с.15];

ΣТn = Σ(Rм)к ⋅ t*n.к.* + Σ(Rм)с ⋅ t*n.с.* + Σ(Rм)т ⋅ t*n.т.* + Σ(Rм)о ⋅ t*n.о.* + Σ(Rм)о.п.к. ⋅t*n.о.п.к*

t*n.к.* t*n.с.* t*n.т.* t*n.о.* t*n.о.п.к* – нормы простоя оборудования соответственно из-за капитального, среднего, текущего ремонтов, полного планового осмотра и осмотра перед капитальным ремонтом (7, с.12, табл. 9).

t*n.к.*=18, t*n.с*=3,3, t*n.т*=2,2, t*n.о.*=0,4, t*n.о.п.к*=0,5.

Σ(Rм)к Σ(Rм)с Σ(Rм)т – планируемая суммарная ремонтосложность механической части оборудования, проходящего соответственно капитальный, средний и текущий ремонт.

Σ(Rм)о Σ(Rм)о.п.к. – планируемая суммарная ремонтосложность механической части оборудования, проходящего соответственно полные осмотры и осмотры перед капитальным ремонтом.

ΣТn=(14,5+14)×18+(42+20+3+11,5×2+14,5×2)3,5+(42+14+20+3+14,5×13+

+11,5×2) ⋅ 2,2 +(42+20+3+14,5×11+11,5×2) ⋅ 0,4 +14×0,5 = 1667,6 ч.

Определим время простоя оборудования (в днях) [7, с.15]:

Σtn= ΣТn/tн.д.

tн.д. - номинальное время работы оборудования за день (сутки):

Σtn = 1422,1/16 = 104 дня.

Определим по данным план-графика ремонта оборудования трудоемкость технического обслуживания.

Суммарная трудоемкость технического обслуживания механической части оборудования:

ΣТом = (∑(Rм∙Тплсп)/1000)×[(τосм. + τосл. + τост.)п + (τосм. + τосл. + τост.)н ] + τом.Σ(Rм)о + τопкмΣ(Rм)о.п.к.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

(τосм. + τосл. + τост.)п – сумма норм времени планового технического обслуживания 1Rм механической части оборудования смазчиками, слесарями и станочниками (см. табл. 6.9)

(τосм. + τосл. + τост.)н – сумма нор времени непланового технического обслуживания 1Rм механической части оборудования смазчиками, слесарями и станочниками (см. табл. 6.9)

Σ(Rм)о – сумма Rм оборудования, проходящего полный плановый осмотр;

Σ(Rм)опк – сумма Rм оборудования, проходящего осмотр перед капитальным ремонтом;

τом.  τопкм – нормы времени соответственно полного осмотра и осмотра перед капитальным ремонтом механической части оборудования (см. т. 6.8).

Тплсп - время оперативной работы оборудования на планируемый год.

Тплсп = Д*г*р ⋅ tсм ⋅ Ксм ⋅ Кз ⋅ qоп

Д*г*р – число рабочих дней в году;

tсм – продолжительность рабочей смены, ч;

Ксм – коэффициент сменности работы оборудования (Ксм = 1,5);

Кз – коэффициент внутрисменной загрузки станков и машин (Кз = 0,92)

qоп – доля оперативного времени в штучно-калькуляционном времени qоп = 0,87 [7, с.16, т.14]

Т = 253 ⋅ 8 ⋅ 1,5 ⋅ 0,92 ⋅ 0,87 = 2430 ч.

оп

пл

ΣТом = (232,5 ⋅ 2430/1000)×[(0,92 + 2,37 + 0,4) + (0,21 + 0,83 + 0,16)] + 0,85 ⋅ 247,5 + 14,5 ∙ 1,1 = 2988,5 ч.

Суммарная трудоемкость технического обслуживания электрической части оборудования:

ΣТоэ = (∑(Rэ×Тплсп)/1000)×[(τоэп + τоэн)н] + τоэΣ(Rэ)о + τопкэΣ(Rэ)опк.

τоэп, τоэн – нормы времени соответственно планового и непланового технического обслуживания 1Rэ электрической части оборудования электриками (см. табл. 6.9)

Σ(Rэ)о – сумма Rэ оборудования, проходящего полный плановый осмотр;

Σ(Rэ)опк – сумма Rэ оборудования, проходящего осмотр перед капитальным ремонтом;

τоэ, τопкэ – нормы времени соответственно полного осмотра и осмотра перед капитальным ремонтом механической части оборудования (см. т. 6.8).

ΣТоэ =(468,1 ⋅ 2430/1000)[(1,02 + 0,31)] + 0,2 ⋅ 522,6 + 0,25 ∙ 9,5 = 1620 ч.

Рассчитаем трудоемкость станочных механических работ в часах, выполняемых при техническом обслуживании оборудования:

ΣТст = (∑(Rм∙Тплоп)/1000)×[(τстп + τснт)] + Σ(Rм)о ⋅ τстоэ + Σ(Rм)опк ⋅ τстопкм

τстп, τснт – нормы времени обслуживания станочниками 1Rм механической части оборудования на 1000 часов оперативного времени работы при плановом и неплановом техническом обслуживании (см. табл. 6.9)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

τстоэ, τстопкм – нормы времени (ч/1Rм) станочных работ соответственно при полном осмотре и осмотре перед капитальным ремонтом (см. табл. 6.8)

ΣТст = (232,5 ⋅ 2420/1000)×[(0,4 + 0,16)] + 247,5 ⋅ 0,1 + 14 ∙ 0,1= 341,2 ч

Рассчитаем трудоемкость (в ч) работ по техническому обслуживанию слесарями:

ΣТсл = (∑(Rм∙Тплоп)/1000)×[(τслп + τслн.)] + Σ(Rм)о ⋅ τслоэ + Σ(Rм)опк ⋅ τслопкм

τспл, τслн – нормы времени обслуживания слесарями 1Rм механической

части оборудования на 1000 часов оперативного времени работы при плановом и неплановом техническом обслуживании (см. табл. 6.9)

τслоэ, τслопкм – нормы времени (ч/1Rм) слесарных работ соответственно при полном осмотре и осмотре перед капитальным ремонтом (см. табл. 6.9)

ΣТсл = (468,5 ⋅ 2420/1000)[2,37 + 0,83)] + 247,5 ⋅ 0,75 + 14 ∙ 0,75 = 3828,4 ч

Рассчитаем численность рабочих для ремонта оборудования:

- механической части оборудования: Чрем.м. = 4632/(1820 ⋅ 1,1) = 2,32.

Принимаем 3 человек в 1 смену (с загрузкой 78%);

- электрической части оборудования: Чрем.э. = 1980/(1820 ⋅ 1,1) = 0,98.

Принимаем 1 человека в смену (с загрузкой 98%).

Для технического обслуживания:

механической части оборудования: Чо.м. = 2988,5/(1820 ⋅ 1,1) = 1,5.

Принимаем 2 человека в 1 смену (с загрузкой 75%).

электрической части оборудования: Чо.э. = 1620/(1820 ⋅ 1,1) = 0,81.

Принимаем 1 человека в 1 смену (с загрузкой 81%).

Рассчитаем потребность в станочниках, слесарях и смазчиках для технического обслуживания:

Чсто.м. = ΣТом/(1820 ⋅ 1,05) = 341,2/(1820 ⋅ 1,1) = 0,17;

Чсло.м. = ΣТсл/(1820 ⋅ 1,05) = 3828,4/(1820 ⋅ 1,1) = 1,91;

Чсмо.м. = Чо.м. - Чсто.м. - Чсло.м. = 1,5 – 0,17 – 1,91 = 0,58.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Для технического обслуживания механической части оборудования всех видов работ принимаем 1 человека.

6.1.8 Управление производственным участком

Проектируемый участок для механической обработки возглавляет мастер, который является руководителем коллектива и организатором производства. В связи с малой численностью он выполняет обязанности начальника участка. В его подчинении находятся рабочие.

Мастер является центральной фигурой на производстве, т.к. осуществляет руководство первичными звеньями производства – коллективом рабочих. Он на основе единоначалия управляет производственно-хозяйственной деятельностью участка. Мастер расставляет рабочих и загружает их работой, организует коллектив на выполнение сменного задания.

Бригадир является организатором и руководителем коллектива бригады. Он не свободен от выполнения производственных функций. Бригадир утверждается на должность начальником цеха и с согласия бригады.

**6.2 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

6.2.1 Технико-экономическое обоснование дипломного проекта

В базовом варианте представлен механический участок с использованием универсального и специального оборудования для обработки вала. Транспортная система отсутствует, транспортирование заготовок между операциями производится на тележках вручную. Работа ведется в условиях единичного производства.

Узким местом базового технологического процесса является недостаточная степень механизации и автоматизации передачи деталей от станка к станку и установки их на станок, в приспособление. Это исключается внедрением рельсовой тележки (передача деталей со склада и от станка к станку).

В новом варианте предлагается:

Заменить универсальное металлорежущие оборудование на станки с ЧПУ, что приведет к уменьшению штучного времени и позволит уменьшить затраты на капитальные вложения и сократить время на изготовление детали.

Экономическая целесообразность этой разработки оценивается сравнением с базовым вариантом.

Применение предлагаемого оборудования позволит уменьшить время на транспортировку и доставку детали от станка к станку, сократить количество рабочих мест, повысить производительность путем концентрации операций на одном станке.

6.2.2 Определение стоимости основных фондов и амортизационных отчислений

Стоимость основных производственных фондов определяется по следующим группа: здания, рабочие машины и оборудование, производственный и хозяйственный инвентарь.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

6.2.2.1 Расчет стоимости зданий и сооружений

Стоимость зданий определяется исходя из его площади и 1 м2. При этом рассчитывается стоимость производственных и отдельно бытовых площадей.

Площадь служебно-бытовых помещений определяется исходя из нормы   
7 м2 на одного работающего.

Стоимость 1 м2 производственной площади для станков нормальной и повышенной точности принимается равной 2,5 тыс. руб. Стоимость 1 м2 служебно-бытовых помещений - 2,0 тыс.руб.

Стоимость основных производственных площадей:

Цпр = 2,5 ⋅ 465,055 = 1162,64 тыс.руб.

Стоимость служебно-бытовых помещений:

Цсл.быт. = 2,0 ⋅ 154 = 308 тыс.руб.

Стоимость вспомогательных площадей:

Цсл.быт. = 2,5 ⋅ 116,264 = 1046,527 тыс.руб.

Общая стоимость здания:

Цпр + Цвс.пл.+Цсл.быт.= 1162,64 + 232,53 +308 = 2517,164 тыс.руб.

Стоимость сооружений 10% от стоимости зданий: 2517,164 ⋅ 0,1 = 251,716 тыс.руб.

Стоимость зданий и сооружений 2517,164 + 251,716 = 2768,881 тыс.руб.

Затраты на амортизацию здания считаем, принимая норму амортизационных отчислений 2%: 2768,881 ⋅ 0,02 = 55,377 тыс.руб.

6.2.2.2 Расчет стоимости и амортизационных отчислений производственного оборудования

Первоначальная стоимость оборудования определяется исходя из данных бухгалтерского учета завода. Затраты на транспортировку и монтаж оборудования принимаем равными 20%.

Стоимость станков, оборудования и их амортизационных отчислений приведены в таблице 6.10.

Таблица 6.10 Расчет стоимости рабочих машин, оборудования   
и амортизационных отчислений

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование оборудования | Кол-во ед. | Первонач. стоим-ть за ед., тыс.руб. | Затраты на трансп., тыс.руб. | Стоимость общего кол-ва оборуд.тыс.руб | Норма АО, % | Сумма АО тыс.  руб. |
| Фрезерно-центровальная | 1 | 650 | 130 | 780 | 10,05 | 78,39 |
| Токарная | 1 | 1600 | 320 | 1920 | 10,05 | 192,96 |
| Токарная | 1 | 1600 | 320 | 1920 | 10,05 | 192,96 |
| Токарная | 4 | 3976 | 3180,8 | 19084,8 | 10,05 | 1918,02 |
| Токарная | 3 | 4200 | 2520 | 15120 | 10,05 | 1519,56 |
| Сверлильно-фрезерная | 2 | 3360 | 1344 | 8064 | 10,05 | 810,432 |
| Долбежная | 1 | 580 | 116 | 696 | 10,05 | 69,948 |
| Шлифовальная | 1 | 950 | 190 | 1140 | 10,05 | 114,57 |
| Моечная машина 07АН116  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | 1 | 534 | 106,8 | 640,8 | 10,05 | 644 |
| **Итого:** | **15** | **15850** | **8227,6** | **49365,6** |  | **4961,23** |
| УВК | 1 | 350 | 70 | 420 | 8,8 | 36,96 |
| Манипуляторы | 4 | 84,0 | 67,2 | 403,2 | 8,8 | 35,4816 |
| Рельсовая тележка | 1 | 205 | 41 | 246 | 8,8 | 21,648 |
| Электроштабелер ЕНН1035 | 1 | 60,0 | 12,0 | 72,0 | 8,8 | 6,336 |

Продолжение 6.10

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Конвейер уборки стружки | 1 | 290 | 58 | 348 | 8,8 | 30,654 |
| **Итого:** | **8** | **789** | **208,2** | **1449,2** |  | **131,082** |
| **Всего:** | **22** | **16639** | **8435,8** | **50814,8** |  | **5092,32** |

Стоимость остальных групп основных фондов принимается в размерах:

-стоимость инструмента 3% от стоимости основного и вспомогательного оборудования 0,03 ⋅ 49365,6 = 1480,968 тыс.руб.

Амортизационные отчисления 20% 0,2 ⋅ 1480,968 = 296,193 тыс.руб.

- стоимость производственного инвентаря 2% от стоимости основного и вспомогательного оборудования 0,02 ⋅ 49365,6 = 987,312 тыс.руб.

Амортизационные отчисления 8,8% 0,08 ⋅ 987,312 = 86,883 тыс.руб.

- стоимость хозяйственного инвентаря 170 руб. на одного рабочего и 200 руб. на одного РСС (по данным завода)

170 ⋅ 40 = 6,8 тыс.руб. 200 ⋅ 8 = 1,6 тыс.руб.

Амортизационные отчисления 8,8% 0,08 ⋅ (6,8 + 1,6) = 0,739 тыс.руб.

Результаты расчетов по основным фондам представлены в таблице 6.11.

Таблица 6.11 Состав и структура основных фондов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группа основных фондов | Стоимость тыс.руб. | Норма АО, % | Амортизацион-ные отчисления, тыс.руб. |
| 1. Здания, сооружения | 1873,481 | 2 | 37,469 |
| 2. Оборудование (осн.+ всп.) | 49365,6 | 10,5 | 4961,23 |
| 3.Подъемно-транспортное оборудование | 1029,2 | 8,8 | 94,0896 |
| 4. Инструмент | 1480,968 | 20 | 296,193 |
| 5. Производственный инвентарь | 987,312 | 8,8 | 86,883 |
| 6. Хозяйственный инвентарь | 8,4 | 8,8 | 0,739 |
| **Итого:** | 54744,961 |  | 5535,7476 |

6.2.3 Расчет стоимости основных материалов

Расчет стоимости основных материалов (Смо) производится исходя из нормы расхода на деталь, годовой программы деталей и стоимости материалов. Расчет ведут по формуле:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Смо = (Gм ⋅ Цм ⋅ Ктз - Gо ⋅ Цо) ⋅ Nгод

Gм – норма расхода материала на единицу продукции, кг;

Gо – масса режущих отходов на единицу продукции, кг;

Цм Цо – соответственно оптовая цена материала и реализуемых отходов на единицу продукции, руб;

Ктз – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы

(Ктз = 1,02 – 1,1);

Nгод – годовая программа выпуска деталей по участку, шт.

Смо = (12,87 ⋅ 54,24 ⋅ 1,05 – 4,67 ⋅ 21) ⋅ 32445 = 20599,403 тыс.руб.

6.2.4 Расчет фондов заработной платы

Годовой фонд заработной платы планируется по каждой категории работающих. Основанием для его расчета являются принятые системы оплаты труда и материального стимулирования рабочих, штатное расписание участка.

Расчет основной заработной платы производственных рабочих производится отдельно для каждой категории отдельно.

Доплаты работающих за фактически проработанное время включают:

- для повременщиков:

65% - премия за фактически проработанное время от основной заработной платы по тарифу;

5% - премия за культуру производства от основной заработной платы по тарифу;

8% - доплаты за работу в ночное время от основной заработной платы + премия.

- для инженеров, табельщицы, мастера:

60% - премия за фактически проработанное время от основной заработной платы по тарифу.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

а) Расчет заработной платы повременщиков:

**1) Расчет заработной платы операторов и наладчиков**

Основная заработная плата по тарифу: ЗПотс = Стф ⋅ Рсп ⋅ Фр

Стф – часовая тарифная ставка рабочего-повременщика i-го разряда, руб;

Рсп - списочное число основных рабочих-повременщиков

ЗПотс = (33,93 ⋅ 22 ⋅ 1820) = 1358,557 тыс. руб.

Премия: Пр = 65% ⋅ ЗПотс = 1358,557 ⋅ 0,65 = 883,062 тыс.руб.

Доплаты: Доп = 8% ⋅ (ЗПотс + Пр ) = (1358,557 + 883,062) ⋅ 0,08 = 179,33 тыс.руб.

Общая заработная плата: ЗПобщ = ЗПотс + Пр + Доп

ЗПобщ = 1358,557 + 883,062 + 179,33 = 2420,949 тыс.руб.

Дополнительная: ЗПдоп = 20% ⋅ ЗПобщ = 0,2 ⋅ 2420,949 = 484,189 тыс.руб.

Общий фонд заработной платы: ФЗП = ЗПобщ + ЗПдоп

ФЗП = 2420,949 + 484,189 = 2905,138 тыс.руб.

Единый социальный налог: ЕСН= 28,1%⋅ ФЗП=28,1% ⋅ 2905,138 = 816,343 тыс.руб

Среднемесячная заработная плата: ЗПср.мес. = 2905,138/12 ⋅ 22 = 11,004 тыс.руб.

**2) Вспомогательные рабочие:**

Основная заработная плата по тарифу: ЗПотс = Стф ⋅ Рсп ⋅ Фр ⋅ Кзагр i

Стф – часовая тарифная ставка рабочего-повременщика i-го разряда, руб;

Рсп – списочное число рабочих-повременщиков

Кзагр i – коэффициент загрузки i-го рабочего

ЗПотс = 12,22 ⋅ (8 ⋅ 0,98 + 2 ⋅ 0,78 + 4 ⋅ 0,75 + 2 ⋅ 0,81 + 2 ⋅ 0,98) ⋅ 1820 = =355,401 тыс. руб.

Премия: Пр = 65% ⋅ ЗПотс = 355,401 ⋅ 0,65 = 231,011 тыс.руб.

Доплаты: Доп = 8% ⋅ (ЗПотс + Пр ) = (355,401 + 231,011) ⋅ 0,08 =46,913тыс.руб.

Общая заработная плата: ЗПобщ = ЗПотс + Пр + Доп

ЗПобщ = 355,401 + 231,011 + 46,913 = 633,325 тыс.руб.

Дополнительная: ЗПдоп = 20% ⋅ ЗПобщ = 0,2 ⋅ 633,325 = 126,665 тыс.руб.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Общий фонд заработной платы: ФЗП = ЗПобщ + ЗПдоп

ФЗП = 633,325 + 126,665 = 759,99 тыс.руб.

Единый социальный налог: ЕСН= 28,1%⋅ ФЗП=28,1% ⋅ 759,99 = 213,557 тыс.руб

Среднемесячная заработная плата: ЗПср.мес. = 666,775/12 ⋅ 16 = 3,52 тыс.руб.

**б) Расчет заработной платы РСС**

1) Табельщица:

ЗПотс = 8,24 ⋅ 0,76 ⋅ 1820 = 22,795 тыс. руб.

Пр = 60% ⋅ ЗПотс = 22,795 ⋅ 0,6 = 13,677 тыс.руб.

ЗПобщ = ЗПотс + Пр = 22,795 + 13,677 = 36,472 тыс.руб.

ЗПдоп = 12,5% ⋅ ЗПобщ = 0,125 ⋅ 36,472 = 4,559 тыс.руб.

Общий фонд заработной платы: ФЗП = ЗПобщ + ЗПдоп

ФЗП = 36,472 + 4,559 = 41,031 тыс.руб.

Единый социальный налог: ЕСН= 28,1%⋅ ФЗП=28,1% ⋅ 41,031 = 11,529 тыс.руб

Среднемесячная заработная плата: ЗПср.мес. = 41,031/12 ⋅ 2 = 1,71 тыс.руб.

2) Инженеры:

ЗПотс = 15,6 ⋅ 4 ⋅ 0,89 ⋅ 1820 = 101,075 тыс. руб.

Пр = 60% ⋅ ЗПотс = 93,13 ⋅ 0,6 = 60,65 тыс.руб.

ЗПобщ = ЗПотс + Пр = 101,075 + 60,65 = 161,72 тыс.руб.

ЗПдоп = 12,5% ⋅ ЗПобщ = 0,125 ⋅ 161,72 = 20,215 тыс.руб.

Общий фонд заработной платы: ФЗП = ЗПобщ + ЗПдоп

ФЗП = 161,72 + 20,215 = 181,935 тыс.руб.

Единый социальный налог: ЕСН= 28,1%⋅ ФЗП=28,1% ⋅ 181,935 = 51,124 тыс.руб

Среднемесячная заработная плата: ЗПср.мес. = 181,935/12 ⋅ 4 = 3,79 тыс.руб.

3) Мастер:

ЗПотс = 23,1 ⋅ 2 ⋅ 0,82 ⋅ 1820 = 75,516 тыс. руб.

Пр = 60% ⋅ ЗПотс = 75,516 ⋅ 0,6 = 45,910 тыс.руб.

ЗПобщ = ЗПотс + Пр = 75,516 + 45,91 = 122,426 тыс.руб.

ЗПдоп = 12,5% ⋅ ЗПобщ = 0,125 ⋅ 122,426 = 15,303 тыс.руб.

ФЗП = ЗПобщ + ЗПдоп = 122,426 + 15,303 = 137,729 тыс.руб.

Единый социальный налог: ЕСН= 28,1%⋅ ФЗП=28,1% ⋅ 137,729 = 38,702 тыс.руб

Среднемесячная заработная плата: ЗПср.мес. = 137,641/12 ⋅ 2 = 5,738тыс.руб.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Расчеты по заработной плате сводим в таблицу 6.12

Таблица 6.12 Плановый фонд заработной платы по участку

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория рабочих | Кол-во раб. | ЗПотс | Пр | Доп | ЗПобщ | ЗПдоп | ФЗП | ЕСН | ЗПср.мес |
| Основные | 22 | 1358,5 | 883,06 | 179,3 | 2420,9 | 484,2 | 2905,2 | 816,34 | 11,00 |
| Вспомогательные | 18 | 335,40 | 231,66 | 49,91 | 555,65 | 126,7 | 759,9 | 213,56 | 3,52 |
| Табельщица | 2 | 22,795 | 13,677 | - | 36,472 | 4,559 | 41,031 | 11,529 | 1,709 |
| Инженеры | 4 | 101,08 | 60,645 | - | 161,72 | 20,23 | 181,94 | 51,123 | 3,79 |
| Мастера | 2 | 76,516 | 45,909 | - | 122,43 | 15,31 | 137,73 | 38,702 | 5,738 |
| Итого: | 48 | 1894,3 | 1235,3 | 49,91 | 3297,2 | 651,4 | 4025,8 | 1131,3 | 25,76 |

6.2.5 Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования рассчитываются в следующем составе:

- основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих (см. п. 6.1.2.4) – 482,066 тыс.руб.

- ЕСН от заработной платы вспомогательных рабочих (см. п. 6.1.2.4) – 213,557 тыс. руб.

- затраты на силовую энергию: Сэс = Wсил.эн ⋅ Цсил.эн

Wсил.эн – количество потребляемой силовой энергии, кВт/год (см. п. 3.6.1.)

Цсил.эн  – цена 1 кВт энергии, руб (по заводским данным 1,21 руб)

Сэс = 1022,186 ⋅ 1,21 = 1236,846 тыс.руб.

- затраты на сжатый воздух: Ссж.в. = Wсж.в. ⋅ Цсж.в.

Wсж.в. – количество потребляемого сжатого воздуха (см.п. 3.6.2);

Цсж.в. – цена 1м3 сжатого воздуха, руб. (по заводским данным 0,445 руб.)

Ссж.в. = 5204 ⋅ 0,445 = 2,315 тыс.руб.

- затраты на воду для производственных целей: Св. = Wв. ⋅ Цв.

Wв. – количество потребляемой воды (см. п. 3.6.3)

Цв.– цена 1м3 воды, руб. (по заводским данным 1,45 руб.)

Св. = 481,8 ⋅ 3,07 = 1,479 тыс.руб.

- затраты на пар: Сп. = Wп ⋅ Цп

Wп – количество потребляемого пара (см. п. 3.6.4);

Цп – цена 1м3 пара, руб. (по заводским данным 0,31руб.)

Сп. = 11736 ⋅ 0,5 = 5,868 тыс.руб.

- затраты на вспомогательные материалы принимаются в размере 4% от стоимости основных материалов 0,04 ⋅ 20599,403 = 823,976 тыс.руб.

- затраты на текущий ремонт принимаются в размере 3% от стоимости всего оборудования 0,03 ⋅ 50814,8 = 1522,044 тыс.руб.

- внутризаводское перемещение грузов принимается в размере 3% от стоимости основных и вспомогательных материалов 0,03 ⋅ (20599,403 +1522,044) = = 642,701 тыс.руб.

- износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений, затраты по этой статье принимаются равными 14,6 тыс.руб. на 1 станок (по заводским данным) 14,6 ⋅ 14 = 219 тыс. руб.

- амортизация производственного оборудования, транспортных средств и производственного инвентаря (см. п. 6.2.1.2) – 5179,175 тыс.руб.

6.2.6 Расчет и составление сметы цеховых расходов

- затраты на содержание зданий и сооружений принимаются равными в размере 1,48 тыс.руб. (по заводским данным) на 1м2 общей площади участка

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

1,48 ⋅ 1152 = 1704,96 тыс.руб.;

- затраты на содержание инвентаря принимаются в размере 1% от стоимости оборудования и зданий 0,01 ⋅ (53932,8 +2517,164) = 518,827 тыс.руб.

- затраты на электроэнергию для освещения: Сэо = Wосв.эн ⋅ Цосв.эн

Wосв.эн – количество потребляемой энергии для освещения, кВт/год (см. п. 3.6.1);

Цосв.эн – цена 1 кВт энергии, руб. (по заводским данным 1,21 руб.)

Сэо = 12800 ⋅ 1,21 = 15,488 тыс.руб.

- вода для бытовых целей Св.быт = Wс.быт. ⋅ Цв

Wс.быт. – количество потребляемой воды

Цв – цена 1м3 воды для бытовых целей, руб. (по заводским данным 6,7 руб.)

Св.быт = 4360 ⋅ 6,7 = 29,212

- затраты на вспомогательные материалы на содержание зданий и сооружений принимаются в размере 0,5% от стоимости зданий и сооружений

0,005 ⋅ 2768,8 = 13,844 тыс.руб.;

- амортизация зданий (см. п. 6.2.1.2.) – 55,377 тыс.руб.

- амортизация хозяйственного инвентаря (см. п. 6.2.1.2.) – 0,739 тыс.руб.;

- затраты на текущий ремонт зданий, сооружений, принимаются в размере 1% от их стоимости 0,01 ⋅ 2768,881 = 27,688 тыс.руб.

- основная и дополнительная заработная плата РСС (см.п.6.2.1.4) = 360,696 тыс.руб.

- ЕСН 28,1% от заработной платы РСС (см. п. 6.2.1.4) – 101,355 тыс.руб.

- испытания, опыты и исследования, рационализация и изобретательство, по заводским данным эти затраты принимаются из расчета 0,89 тыс.руб. на одного работающего в год 0,89 ⋅ 48 = 42,720 тыс.руб.

- охрана труда, по заводским данным эти затраты принимаются из расчета   
0,45 тыс.руб. на одного работающего в год 0,45 ⋅ 48 = 21,6 тыс.руб.

Все расчеты сводим в таблицу 6.13.

Таблица 6.13 Смета общепроизводственных расходов

|  |  |
| --- | --- |
| Статьи затрат  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | Сумма, тыс.руб. |
| **А – расходы на содержание и эксплуатацию оборудования** |  |
| 1. Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих | 482,066 |
| 2. ЕСН от заработной платы вспомогательных рабочих | 213,557 |
| 3. Затраты на силовую энергию | 1236,846 |
| 4. Затраты на сжатый воздух | 2,315 |
| 5. Затраты на воду для производственных целей | 1,479 |
| 6. Затраты на пар | 5,868 |
| 7. Затраты на вспомогательные материалы | 823,976 |
| 8. Затраты на текущий ремонт | 1522,044 |
| 9. Износ малоценной и быстроизнашивающейся оснастки | 219 |
| 10. Амортизация оборуд., подъемно-трансп. средств, производств. инвентаря | 5179,175 |
| 11. Внутризаводское перемещение грузов | 612,096 |
| **Итого по группе А:** | **10332,630** |
| **Б – цеховые расходы** |  |
| 1. Содержание зданий, сооружений | 1704,96 |
| 2. Содержание инвентаря | 518,827 |
| 3. Затраты на энергию для освещения | 15,488 |
| 4. Затраты на воду для бытовых целей | 29,212 |
| 5. Затраты на вспомогательные материалы | 13,844 |
| 6. Амортизация зданий, сооружений | 55,377 |

Продолжение 6.13

|  |  |
| --- | --- |
| 7. Амортизация хозяйственного инвентаря | 0,739 |
| 8. Затраты на текущий ремонт | 27,688 |
| 9. Основная и дополнительная заработная плата РСС | 360,696 |
| 10. ЕСН от заработной платы РСС | 101,355 |
| 11. Затраты на опыты и исследования, рационализацию | 42,720 |
| 12. Затраты на охрану труда | 21,6 |
| **Итого по группе Б:** | **2892,510** |
| Прочие расходы 10% (А + Б) | 1322,514 |
| **Всего:** | **14547,654** |

Определим проценты расходов на содержание и эксплуатацию оборудования (% Рсэо) и общецеховых расходов (% Рц) по отношению к основной заработной плате основных производственных рабочих.

% Рсэо = (Рсэо /ЗПопр) ⋅ 100% % Рц = (Рц /ЗПопр) ⋅ 100%

% Рсэо = (10332,6/2905,1) ⋅ 100 = 355,67% Рц = (2892,5/2905,1) ⋅ 100 = 99,565%

Рсэо – сумма расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, тыс.руб.

Рц – сумма общецеховых расходов, тыс.руб.

ЗПопр – основная заработная плата производственных рабочих, тыс.руб.

6.2.7 Калькуляция цеховой себестоимости детали

В качестве калькуляционной единицы принимаем деталь. Все необходимые расчеты выполнены ранее, в соответствующих разделах экономической части.

Расходы на подготовку и освоение производства принимаем в размере 25% от размера заработной платы основных производственных рабочих с начислениями (см. табл. 6.12)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

0,25 ⋅ 2905,1 = 605,237

Затраты на инструмент и оснастку целевого назначения определяются исходя из нормативов затрат по оснастке на 1 рабочего либо на единицу оборудования в год:

- по рабочему режущему инструменту – 6,23 тыс.руб. (по заводским данным);

- по мерительному инструменту – 0,94 тыс.руб. (по заводским данным);

- по приспособлениям – 0,53 тыс.руб. (по заводским данным)

(6,23 + 0,94 + 0,53) ⋅ 22 = 169,4 тыс.руб.

Всего расходы на подготовку и освоение производства: 605,237 + 169,4= =774,637 тыс.руб.

Таблица 6.14 Калькуляция цеховой себестоимости детали

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование статей затра | Базовый вариант | | | Проектный вариант | | |
| Сумма, | |  | Сумма, | |  |
| В год, тыс.руб. | На дет., руб. | % | В год, тыс.руб. | На дет., руб. | % |
| 1. Материалы основные за вычетом отходов | 23200,6 | 715,075 | 51 | 20599,4 | 634,902 | 53 |
| 2. Основная заработная плата основных производственных рабочих | 5826,15 | 179,57 | 12 | 2905,138 | 89,54 | 7,5 |
| 3. Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих | 971,026 | 29,928 | 2 | 484,189 | 14,923 | 1,5 |
| 4. ЕСН от заработной платы основных производственных рабочих | 1637,149 | 50,459 | 4 | 816,343 | 25,161 | 2 |
| 5. Износ инструмента | 170,352 | 5,25 | 1 | 296,193 | 9,129 | 1 |
| 6. Расходы на подготовку и освоение производства | 1598,872 | 49,277 | 3 | 774,637 | 23,875 | 2 |
| 7. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования | 8648,287 | 266,552 | 19 | 10332,63 | 318,466 | 27 |
| 8. Общецеховые расходы | 4718,58 | 145,433 | 9 | 2892,51 | 89,151 | 6 |
| **Цеховая себестоимость:** | **46770,95** | **1441,55** | **100** | **39101,05** | **1205,15** | **100** |

6.2.8 Расчет годового экономического эффекта от внедрения новой технологии

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Таблица 6.15 Стоимость капитальных вложений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование статей | Сумма, тыс.руб. | |
| Базовый вариант | Проектный вариант |
| Стоимость оборудования | **28392,0** | **49365,6** |
| Стоимость производственной площади | **2071,856** | **1162,637** |
| Стоимость дорогостоящего инструмента | **851,76** | **1480,968** |
| **Итого:** | **31315,616** | **52009,205** |

Годовой экономический эффект от внедрения новой технологии определяется по формуле:

Эгод = Зб – Зпр

Зб – затраты на изготовление годовой программы по базовому варианту, тыс.руб;

Зпр – затраты на изготовление годовой программы по проектному варианту, тыс.руб.

Збаз = (Сб + Ен ⋅ Кудб) ⋅ Nгод Зпр = (Спр + Ен ⋅ Куд пр ) ⋅ Nгод

Где Сб Спр – себестоимость детали соответственно по базовому и проектному вариантам, руб.;

Ен - нормативный коэффициент капитальных вложений, Ен = 0,2;

Кудб Куд пр – удельные капитальные вложения соответственно по базовому и проектному вариантам, руб.

Кудб = Кб/Nгод Куд пр  = Кпр/Nгод

где Кб  Кпр – капитальные вложения соответственно по базовому и проектному вариантам, руб.;

Nгод - годовая программа выпуска, шт.

Кудб = 31315,616/32445 = 965,191 руб.

Куд пр  = 52009205/32445 = 1602,996 руб.

Збаз = (1441,546+ 0,2 ⋅965,191) ⋅ 32445 = 53034,073 тыс.руб.

Зпр = (1205,149+ 0,2 ⋅ 1602,996) ⋅ 32445 = 49502,888 тыс.руб.

Эгод = 53034,073 - 49502,888 = 3531,184 тыс.руб.

6.2.9 Технико-экономические показатели участка

Технико-экономические показатели сведем в таблицу 6.16.

Таблица 6.16 Технико-экономические показатели участка

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование показателей | Единицы измерения | Величина показателя | | Изменение показателя  + увеличение  - уменьшение |
| базовый | проект-ный |
| Объем выпуска продукции приведенной программы  - в натуральном выражении  - по себестоимости | шт.  тыс.руб. | 32445  46770,9 | 32445  39101,05 | -7669,85 |
| Номенклатура | наим. | 15 | 15 |  |
| Количество основного технологического оборудования | ед. | 30 | 15 | -15 |
| Средний коэффициент использования оборудования  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | % | 85,5 | 88,4 | -2,9 |
| Общая площадь участка.  В том числе, производственная | м2 | 2102  828,743 | 1152  465,055 | -950  -363,688 |
| Численность работающих  В том числе:  - основных  - вспомогательных | чел | 86  50  22 | 48  22  18 | -38  -28  -4 |

Продолжение 6.16

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Съем продукции с 1 м2 площади | шт./м2  тыс.руб/м2 | 15,4  22,25 | 28,2  33,94 | +12,8  +11,69 |
| Выпуск продукции на 1 списочного работающего | шт./чел  тыс.руб/чел | 377  544 | 676  815 | +299  +271 |
| Прирост производительности труда | % | 100 | 179 | +79 |
| Станкоемкость детали-представителя | станко-час | 1,952 | 1,194 | -0,758 |
| Трудоемкость детали-представит. | чел-час | 0,952 | 0,4735 | -0,4785 |
| Снижение трудоемкости годовой программы | % | 100 | 49,7 | -50,3 |
| Норма расхода основного материала в денежном выражении | тыс. руб. | 4701,28 | 3181,88 | -1519,4 |
| Снижение нормы расхода основного материала  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | % | 100 | 67,7 | -32,3 |
| Себестоимость детали-представителя | руб. | 1441,55 | 1205,149 | -236,401 |
| Снижение себестоимости детали-представителя | % | 100 | 84 | -16 |
| Среднемесячная заработная плата:  - работающих  - рабочих | тыс. руб. | 6,231  6,804 | 6,989  7,635 | +0,758  +0,831 |
| Удельные капитальные вложения | руб. | 965,191 | 1602,996 | +637,805 |
| Годовой экономический эффект | тыс. руб. | 3531,184 | | |

7 Безопасность и экологичность

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

В данном дипломном проекте спроектирован участок групповой обработки. С целью безопасности обслуживания технологического оборудования разработаны меры производственной санитарии и техники безопасности на основе системы стандартов безопасности труда (ССТБ) и последних достижений науки и техники.

7.1 Опасные и вредные производственные факторы

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 “Опасные и вредные производственные факторы” на проектируемом участке действуют следующие физические, психофизиологические и биологические производственные факторы.

Физические факторы:

* движущиеся части производственного оборудования:
* изделия и заготовки:
* высокая температура поверхностей обрабатываемых деталей и режущего инструмента:
* повышенное значение напряжения в электроцепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
* повышенная или пониженная температура, влажность и скорость воздуха;
* высокий уровень шума и вибраций;
* недостаточная освещенность рабочей зоны;
* повышенная пульсация светового потока;
* опасное воздействие тепловых, электромагнитных излучений;

Психофизиологические факторы :

* монотонность труда;
* зрительная усталость;

К биологическим факторам можно отнести:

* болезнетворные микробы и бактерии, появляющиеся при работе с СОЖ.

Учитывая все выявленные опасные и вредные производственные факторы, проанализировав их особенности и зоны действия, выбираем технические средства, обеспечивающие безопасность на участке.

7.2 Мероприятия по охране труда на проектируемом участке

Безопасность производственного процесса на участке обеспечивается следующими мероприятиями:

- технологический процесс разработан в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.025-80 "Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности";

- при установке и снятии деталей со станков используются манипуляторы, отвечающие требованиям ГОСТ 12.2.072-82 "Роботы промышленные. Роботизированные технологические комплексы и участки. Общие требования безопасности", также предусматриваются специальные приспособления, исключающие порезы;

- конструкции сборочных инструментов предусматривают надежное крепление режущей части;

- транспортировка режущего инструмента производится в специальной таре;

- СОЖ, применяемые при обработке резанием, имеют разрешение министерства здравоохранения РФ. Периодически производится замена СОЖ на водной основе (в нашем случае это Укринол 1) при лезвийной обработке 1 раз в 3 месяца, при абразивной обработке 1 раз в месяц;

- все станки укомплектованы конвейером для удаления стружки, который соединен с основным конвейером. Стружка из основных конвейеров поступает в бункер, расположенный в конце участка у проезда. Из бункера стружка с помощью цехового транспорта перевозится в цеховое отделение сбора и переработки стружки;

- сигнальные устройства извещают о наличии неисправности и поломок как основного оборудования, так и вспомогательного;

- для предупреждения возможной опасности на участке используются сигнальные цвета и знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026-76 «Цвета сигнальные. Знаки безопасности»;

- уборка рабочих мест и территории участка производится при помощи пневмопылесосов, что исключает пылеобразование;

- периодическая смена инструмента, смазка и чистка, мелкий ремонт в цикле работ проводится в специально отведенное время на обслуживание оборудования;

- выбранное оборудование имеет необходимые средства защиты персонала и отвечает требованиям ГОСТ 12.2.009-80 "Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности";

- ширина цеховых проходов и проездов, расстояние между станками устанавливается в зависимости от применяемого оборудования, транспортных средств и обрабатываемых заготовок и соответствует ОНТП-14-86 (см. планировку);

- для оборудования предусмотрены защитные ограждения зоны обработки, защищающие людей находящихся вблизи станка, они также снабжены автоматической блокировкой, которая отключается станок при их открывании. Защитные ограждения при этом не ограничивают технологических возможностей станка и не вызывают неудобств при уборке и наладке;

- станки имеют предохранительные устройства от перегрузок (например, муфты), способных вызывать поломку деталей станка и травмирования;

- на станках закрепление детали производится автоматически, поэтому предусмотрена блокировка, которая обеспечивает возможность начала обработки только после окончания установки;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

- устройства подвода СОЖ в зону обработки обеспечивают удобное и безопасное регулирование их положения, надежную фиксацию и необходимое распределение жидкости в зоне резания;

- проходы и проезды в цеху и на участке обозначаются разграничительными линиями белого цвета шириной 100 мм по ГОСТ 12.3.025-80.

- рабочее приспособление в целях безопасности эксплуатации, разработано в соответствии с ГОСТ 12.2.029-88 "Приспособления станочные. Общие требования

безопасности”. Приспособление оснащено гидроприводом, снабженным обратным клапаном. Конструкция приспособления обеспечивает надежное закрепление заготовки (расчет необходимого усилия приведен в разделе «Расчет усилия зажима»). Зажим заготовки осуществляется с включением соответствующих микровыключателей, исключающих включение оборудования при незакрепленной заготовке;

- при падении давления масла или воздуха в зажимных устройствах ниже допустимого срабатывает реле давления, которое осуществляет блокировку станка. Используемый в зажимных устройствах гидропривод соответствует ГОСТ 12.2.040;

- в качестве межоперационного транспорта на разрабатываемом участке применяется автоматическая тележка, удовлетворяющая требованиям по безопасности;

- со стороны возможного доступа обслуживающего персонала и лиц, работающих вблизи от тележки, установлено ограждение, снабженное блокировкой отключающей тележку при снятии ограждения;

- применяемые гидроприводы отвечают требованиям ССБТ ГОСТ 12.2.040-99 «Гидроприводы. Общие требования безопасности.»;

- для промывки и очистки деталей применяется моечная машина конвейерного типа. Моющая среда - содовый раствор. Отработанный содовый раствор нейтрализуется соляной кислотой. Кислые стоки подщелачиваются водной суспензией Са(ОН)2 - гидроокисью кальция, "известковым молоком" с таким расчетом, чтобы на дальнейшую биологическую очистку поступал сток с активной реакцией воды в пределах 6.5 < рН > 8.5.

7.3 Микроклимат

Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне участка согласованы с СанПиН 2.2.4.548 96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" и приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 Допустимые величины показателей микроклимата на участке.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Период года | Температура воздуха, °С | Температура поверхности, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
| Холодный | 17-19 | 16-20 | 60-40 | 0,2 |
| Теплый | 19-21 | 18-22  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** | 60-40 | 0,2 |

Таблица составлена для категории работ средней тяжести, подкатегории 2б - работы, выполняемые стоя с периодической переноской тяжестей до 10 кг и сопровождаемая умеренными физическими нагрузками.

Эти параметры микроклимата будут поддерживаться системой отопления и вентиляции согласно СНиП 2.04.05-91. В цехе предусмотрено воздушное отопление, необходимое для поддержания на рабочих местах в холодное время года заданной температуры воздуха.

Для защиты рабочих применяются хлопчатобумажные комбинезоны.

7.4 Вентиляция

Согласно СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование" на участке предусмотрена вентиляция. Вентиляция на участке используется смешанная приточно-вытяжная, согласно СНиП 2.04.05-91. Естественная вентиляция реализуется за счет аэрационных воздуховодов.

Отопление цеха в холодное время года происходит в процессе воздухообмена за счет притока подогретого воздуха, проходящего через паровые калориферы. Двери и технологические проемы в цехе оборудованы тепловыми завесами для предотвращения поступления холодного воздуха.

Поддерживание допустимой концентрации вредных веществ осуществляется согласно ГОСТ 12.3.025-80. Местная система вытяжной вентиляции для улавливания вредных паров и газов применяется и на моечной машине. Для вредных веществ (пыли, СОЖ) в оборудовании предусмотрены отсасывающие устройства, отвечающие ГОСТ 12.3.025-80.

7.5 Электробезопасность

Согласно правил устройства электроустановок (ПУЭ-94 «Правила и устройства электроустановок») по электрической опасности помещения, где располагается проектируемый участок, относим к помещению повышенной опасности.

На спроектированном участке используется трехфазная четырех проводная электросеть, характеризующаяся следующими параметрами: переменный ток с частотой 50 Гц; напряжение в сети 380В/220В, с заземленной нейтралью.

Для всего оборудования предусмотрено зануление согласно   
ГОСТ 12.1.030-81 "Электробезопасность. Защитное заземление, зануление". Все токопроводящие части надежно укрыты в корпусах станков и в шкафах управления. Для защиты от механических повреждений кабели и провода уложены в металлические трубы. Дверцы шкафов с электрооборудованием сблокированы с выключателями так, чтобы исключить возможность включения его при открытой дверце во время осмотра и наладки. На всех дверцах шкафов с аппаратурой управления нанесены предупреждающие знаки высокого напряжения, выполненные по ГОСТ 12.4.027-76 "Знаки электрического напряжения. Формы и размеры. Технические требования".

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

На случай восстановления внезапно исчезнувшего напряжения в сети, в станках имеется блокировка, исключающая возможность самопроизвольного включения станков.

Местное освещение питается от сети напряжением 24В.

7.6 Освещение производственных помещений

На спроектированном участке предусмотрено естественное и комбинированное искусственное освещение. Естественное боковое освещение создается проемами в наружных стенках, верхнее осуществляется через аэрационные и зрительные фонари. Поскольку помещение можно считать с нормальными условиями среды то общее искусственное освещение создается светильниками типа РСП с лампами ДРЛ (количество ламп –1 шт.). Согласно ССБТ ГОСТ 12.3.025-89 и СНиП 23.05-95 « Естественное и искусственное освещение » при естественном освещении в качестве нормы принят коэффициент естественного освещения (К.Е.О), равный при верхнем или комбинированным освещением – 4,2%, при боковом – 1,5%.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Согласно СНиП 23.05-95, при комбинированном освещении для работ высокой точности (наименьший в размер 0,15-0,3 мм норма) составляет 2000лк, а при общем 200лк. Принимаем расположение светильников рядами, высота подвеса светильников 5 м. Для местного освещения применяются светильники с непросвечивающим отражателем и защитным углом не менее 30° типа ЛВСО-1 с лампами накаливания. Светильники устанавливаются на станках с помощью шарнирных креплений.

Все освещение производственных помещений выполняем согласно   
СНиП 23.05-95 "Естественное и искусственное освещение".

* + 1. Расчет искусственного освещения

Рассчитываем освещение для участка с шириной 24 м и длиной 48 м. Высота станков в среднем 3,5 м, поэтому принимаем высоту подвеса светильников 10 м.

Работа на участке высокой точности, наименьший объект различения   
0,15 мм, разряд зрительной работы II (СНиП 23.05-95), подразряд "в". Для данных условий зрительной работы нормативное значение освещенности составляет Ен=200 лк. Согласно [30,с. 47, табл. 5.5] коэффициент запаса принимаем К = 1,5 (искусственное освещение газоразрядными лампами). Общее освещение осуществляется равномерным распределением светильников по площади участка.

Расчет освещения начинаем с выбора типа светильника, который принимаем в зависимости от условий среды и класса помещений по взрывопожароопасности.

Для помещения с нормальными условиями среды принимаем светильники типа РСП с лампами ДРЛ. Принимаем расположение светильников рядами, число светильников в ряду 32 штук.

Для определения светового потока определяем индекс помещения:



(7.1)

- где А=48 м, Б=24 м – соответственно длина и ширина участка;

Нр = 10 м – высота подвеса светильников.

1,6

Согласно [30, с.26, табл. 4.7] принимаем коэффициент отражения стен, потолка, пола соответственно 50, 30, 10%. По определенному индексу помещения и принятым коэффициентам отражения по [30, с.4.6] определяем коэффициент использования светового потока η = 0,52.

Согласно [30, с. 36] определяем световой поток лампы:

 (7.2)

- где Ен- нормированная освещенность, Лк;

S – площадь освещаемого помещения;

Z=1,15 коэффициент минимальной освещенности;

к=1,5 – коэффициент запаса;

N – количество светильников, принимаем N=32

ε – коэффициент использования светового потока.

где S = 1100 м2 – площадь участка;  
 Z = 1,15 – коэффициент минимальной освещенности.

По полученному значению светового потока по [30, с. 49] принимает лампу ДРЛ-400, имеющую световой поток 19000лк. Отклонение светового потока составляет +19%, что укладывается в допустимые отклонения (-10%, +20%).

Лампа ДРЛ-400:

- лампа ртутная высокого давления;

- мощность 400Вт.

Для светильников РСМ соотношение , где L – расстояние между рядами, м. L=6 м.

Общее число светильников на участке N=32. Мощность осветительной установки Ро=12800Вт.

7.7 Мероприятия по снижению вибрации.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

При работе оборудования вследствие неуравновешенного силового воздействия (возвратно-поступательного движения частей станков, соударения деталей, наличия дисбаланса), на рабочем месте возникает общая вибрация.

К источникам вибраций можно отнести:

- металлорежущее оборудование;

- подъемно-транспортные средства;

- переменные ударные процессы резания;

Нормы одно - числовых показателей вибрационной нагрузки при длительности рабочей смены 8 часов соответствуют ГОСТ 12.012-90 "Вибрационная безопасность".

Для устранения вибраций на участке предусмотрены следующие мероприятия:

- все станки установлены на виброгасящие фундаменты;

- производится эксплутационная проверка вибрации в установленные сроки;

- согласно графику ремонта оборудования будет производиться своевременный плановый ремонт станков с обязательным последовательным контролем их вибрационных характеристик.

Виброхарактеристики оборудования соответствуют ГОСТ 12.2.009-80.

7.8 Мероприятия по снижению шума

В качестве источников шума на участке можно выделить:

- металлорежущее оборудование;

- подъемно- транспортные средства;

- аэродинамические шумы вентиляционных установок.

Шум, возникающий на участке, классифицируется следующим образом:

- по характеру спектра — широкополосный;

- по временным характеристикам — постоянный;

- по условиям возникновения — механический.

По источникам шума предусматриваются следующие мероприятия по его устранению:

- шумовые характеристики станков соответствуют ГОСТ 12.2 107-85 "Станки металлообрабатывающие”. Допустимые шумовые характеристики";

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

- покрытие внутренних поверхностей шкафов электрооборудования и кожухов звукопоглощающими материалами;

- согласно графику планово-предупредительных работ производится своевременный ремонт оборудования и оснастки;

- в местах возможного падения заготовок и их складирования устанавливаются мягкие прокладки и коврики;

- для уменьшения аэродинамических шумов выделено отдельное помещение для компрессорной установки цеховой пневмосети и устанавливаются специальные глушители на выходах пневмосистем;

- применение смазки трущихся поверхностей оборудования;

- вентиляционные установки выносятся за пределы цеха согласно ГОСТ 12.1.003-83 "Шум. Общие требования безопасности".

Предусмотрено проведение контроля параметров шума не реже 1 раза в год, допустимый уровень шума 80 дБА.

Уровень звукового давления нормируется в зависимости от частоты шума.

Применение перечисленных мероприятий по защите от шума позволяет достигать значений звукового давления L в пределах допустимых ССБТ   
ГОСТ 12.1.003-83 "Шум. Общие требования безопасности".

7.9 Пожарная безопасность

Согласно НПБ 105-95 помещение, где располагается проектируемый участок, относится к категории Д (негорючие материалы в холодном состоянии),

2-ой степени огнестойкости, построено из железобетона и кирпича с пределом огнестойкости 2.5 часа по СНиП 21.01-97.

К основным причинам возможных пожаров можно отнести:

- нарушение технологических процессов по температуре, давлению;

- неисправность оборудования: короткое замыкание, нарушение контактов и т.п.

- неправильное хранение материалов;

- плохая подготовка оборудования к ремонту;

- несоблюдение планово-предупредительного ремонта.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 "Пожарная безопасность. Общие требования". На участке разработан следующий комплекс мероприятий по пожарной безопасности:

- пожарные щиты оборудованы огнетушителями и инструментом: лопатами, топорами, ведрами и песком;

- хранение ветоши осуществляется в закрытых ящиках, удаляемых по мере накопления, но не реже 1 раза в смену (ГОСТ 12.3.025-80);

- курение допускается только в специально отведенных для этого местах;

- на участке применяется водная система пожаротушения;

- предусмотрена ручная пожарная сигнализация, представляющая собой приборы ручного действия, предназначенные для подачи сигнала при нажатии соответствующей кнопки;

- на участке имеются проходы, и ворота на случай эвакуации людей и проезда пожарных машин:

- тушение пожаров в электроустановках находящихся под напряжением, ведется с помощью углекислого газа.

В качестве первичных средств пожаротушения используются следующие средства:

- ручной углекислотный огнетушитель ОУ-9, для тушения загорания различных материалов и установок напряжением до 1000В;

Ответственный за противопожарное состояние является старший мастер.

7.10 Охрана окружающей среды.

Предусмотрены следующие мероприятия по охране окружающей среды:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

- очистка воздуха, выбрасываемый в атмосферу, от пыли и аэрозолей в соответствии с требованиями закона с помощью специальных устройств (туманоуловители и т.п.);

- очистка сточных вод производится в общезаводских очистных сооружениях, после чего они вновь направляются на производственные нужды;

- твердые отходы очищаются, сортируются и отправляются в цеха переработки;

- масло собирается в тару и отправляется на восстановление и очистку;

- отработанные СОЖ собираются для очистки и регенерации. Разложение

СОЖ на составные части производится комбинированным способом: биологическая очистка и фильтрация флотационными установками для СОЖ от масел, жиров и нефтепродуктов. Кроме того, в эмульсии и жидкости для повышения их микробостойкости и срока службы при их приготовлении вводятся бактерицидные присадки.

Также бактерицидные присадки вводятся в отработанные моющие растворы перед их сливом для дезинфекции циркуляционных установок и технологического оборудования.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

***ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ***

На предприятии установлена система оборотного водоснабжения, отработанная эмульсия очищается электрокоагуляцией. В результате процесса получаются две разделенные фракции: вода и эмульсированные масла. Вода используется повторно, а масла идут на дальнейшую утилизацию.

8 Заключение

В дипломном проекте проделана следующая работа:

- изучены материалы, собранные в период преддипломной практики (определенно назначение и условия работы детали в механизме; выделены поверхности, имеющие решающее значение для выполнения деталью своего служебного назначения);

- конструкция детали отработана на технологичность в соответствии с общими правилами, установленными ГОСТ 14.201-ГОСТ 14.204. ЕСТПП;

- проведен анализ правильности выполнения чертежей и анализ технических требований, нормоконтроль и метрологический контроль чертежей;

- проведен критический анализ базового технологического процесса с точки зрения выполнения заданного годового выпуска деталей. Обеспечения производительности, точности и качества поверхностей;

- оценены применяемые в действующем технологическом процессе методы обработки, оборудование, рабочие и мерительные приспособления, режущий и вспомогательный инструмент, методы контроля и организации рабочих мест;

- оценено качество действующего технологического процесса: содержание и последовательность технологических операций;

- проведен выбор вида заготовки на основании сравнения двух вариантов;

- разработан новый маршрутный технологический процесс для участка групповой обработки деталей;

- разработан операционный технологический процесс;

- установлена рациональная последовательность выполнения переходов на назначенном оборудовании, рассчитаны операционные размеры, режимы резания, выбраны рабочие приспособления, режущий и измерительный инструмент, определены технические нормы времени;

- определено количество и состав оборудования на спроектированном участке и цехе;

- определен состав и количество работающих на автоматизированном участке и в цехе;

- определены и рассчитаны вспомогательные службы цеха;

- определен расход материалов и составлен грузооборот цеха;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

А

- произведены расчеты потребности цеха в электроэнергии, сжатом воздухе, воде, паре;

- описаны средства механизации и автоматизации;

- вычерчена планировка оборудования на участке;

- спроектировано рабочее приспособление для базирования и закрепления деталей для сверлильно-фрезерной операции;

- спроектировано контрольное приспособление для контроля симметричности шпоночных пазов относительно оси детали;

- описаны и обоснованы принятые в технологическом процессе методы контроля по операциям и на готовую деталь;

- подтверждена расчетами технико-экономическая эффективность разработанного технологического процесса и разработанного на его основе участка;

- разработаны мероприятия по обеспечению техники безопасности и охраны окружающей среды.

На основании проделанной работы можно сделать вывод, что несмотря на то, что автоматизированное производство требует значительных капитальных затрат, оно экономически целесообразно. При правильной организации производства можно существенно повысить производительность. На разработанном автоматизированном участке, увеличение производительности, достигается за счет сокращения основного времени при использовании станков с ЧПУ, за счет перекрытия вспомогательного времени, за счет значительного сокращения времени засчет использования высокопроизводительного режущего инструмента.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

# НАУЧНО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

**ТЕМА:**

«Анализ возможного применения программного продукта «КОМПАС- АВТОПРОЕКТ» в ТПП ОАО «НМЗ» для тел вращения».

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

|  |  |
| --- | --- |
| **СОДЕРЖАНИЕ стр**. | |
| Введение |  |
| 1 Состояние вопроса  Изм.  Лист  № докум.  Подпись  Дата  Лист  **ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ** |  |
| 2 Цель работы |  |
| 3 Задачи исследования |  |
| 4 Расчет веса заготовки с помощью программы |  |
| 5 Подробное описание работы данной системы для написания технологического процесса |  |
| 6 Формирование карт в EXCEL |  |
| 7 Расчет режимов резания с помощью «Компас-Автопроект» |  |
| 8 Результаты исследования и применение их в данном дипломном проекте |  |
| 9 Заключение |  |

**Введение**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Продукт компании АСКОН - САПР технологических процессов КОМПАС-АВТОПРОЕКТ – входит в комплекс **А**втоматизированных **С**истем (**КОМПАС**) и дополняет конструкторское моделирование и проектирование технологической подготовкой производства изделий. В САПР предусмотрено диалоговое формирование техпроцессов практических всех существующих переделов и производств. Система предназначена для работы как в качестве отдельного (независимого от конструкторских САПР) комплекса, так и в тесной интеграции с конструкторскими продуктами линейки КОМПАС, при этом осуществляется автоматическое получение необходимых данных из спецификаций и упрощенное формирование эскизов из чертежей.

Используя САПР КОМПАС-АВТОПРОЕКТ, мы не только получаем полный комплект необходимой документации, но и создаем базу накопленных технологических решений, планов обработки конструктивных элементов и поверхностей, библиотеку операций, которые могут быть использованы в дальнейшей работе.

**1 Состояние вопроса**

Новейшие решения компании АСКОН созданы для работы предприятий в экономических условиях, отличающихся жесткой конкуренцией, необходимостью значительного увеличения скорости производственных процессов, решения задач эффективного взаимодействия всех подразделений. Значительная часть основных данных для интегрированных программных комплексов планирования и управления формируется на этапе технологической подготовки производства. От того, насколько оперативно и достоверно подготовлены эти данные, зависит эффективность производства, и, соответственно, успешность бизнеса предприятия.

В программном комплексе автоматизации технологической подготовки производства КОМПАС-АВТОПРОЕКТ существенное внимание обращено не только на разработку удобной среды для проектирования технологических процессов, но и на создание прикладных модулей для расчета требуемых для производства материалов, режимов обработки для различных видов производств, необходимых затрат труда.

Использование программного комплекса обеспечивает:

* сокращение сроков КТПП за счет автоматизации этапов технологической подготовки и параллельного выполнения конструкторско-технологической подготовки;
* оптимизацию затрат труда и средств для изготовления изделий;
* усиление конкурентоспособности предприятия за счет точного и оперативного обеспечения необходимой информацией различных служб и, как следствие, своевременного выполнения заключенных контрактов.

**2 Цель работы**

Целью предпринятого исследования является оценка возможности применения данной системы для написания технологии для деталей типа «тело вращения».

**3 Задачи исследования**

Основные задачи, решаемые системой:

* Автоматизированное проектирование технологических процессов механической обработки, штамповки, сборки, сварки, термообработки, покрытий, литья, гальваники и других видов производств;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

* Автоматизированное проектирование "сквозных" техпроцессов, включающих технологические операции различных видов производств;
* Материальное и трудовое нормирование;
* Обеспечение интеграции с КОМПАС-ГРАФИК для разработки операционных эскизов и другой графической информации, оперативного просмотра любой конструкторской документации на этапах отработки на технологичность, проектирования технологических процессов, выбора средств технологического оснащения;
* Автоматическое формирование комплекта технологических карт;
* Автоматическое формирование технологических ведомостей;
* Ведение конструкторско-технологических спецификаций;
* Организация хранения разработанной технологической документации в архиве с привязкой к элементу состава изделия;
* Автоматическое внесение изменений в архивные технологические процессы (например, при изменении стандартов на технологическую оснастку) с формированием извещения об изменении;
* Оперативная настройка состава комплекта (в базовую поставку системы входит более 60 бланков технологических карт, выполненных с учетом требований ЕСТД).
* Настройка существующих и разработка новых бланков технологических карт (в среде Excel).
* Автоматическая вставка операционных эскизов в различные карты технологических процессов;
* Сквозная нумерация технологических карт;
* формирование сводной ведомости подетальных норм расхода материалов;
* формирование ведомости оснастки;
* формирование ведомости загрузки оборудования;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

* формирование ведомости технологических маршрутов изготовления элементов состава изделия;

Реализованный в системе механизм разграничения прав доступа обеспечивает идентификацию пользователей с возможностью установки различных степеней защиты данных от доступа и изменения.

Этот программный комплекс автоматизации технологической подготовки производства предназначен для решения разнообразных задач технологической подготовки производства: автоматизированного проектирования технологических процессов, расчета оптимального количества материалов для производства изделия, расчета режимов обработки для различных видов производств, расчета оптимальных затрат труда, формирования необходимого комплекта технологических документов.

САПР "Автопроект" состоит из двух подсистем "Спецификации"АС и "Технология" АТ. Первая часть решает задачи ведения конструкторско-технологических спецификаций изделий, организации хранения разработанных технологий, нормирования расхода материалов, регистрации документов, анализа архивных технологий и автоматической замены информации в архивах. Вторая часть реализует функции проектирования технологических процессов различных переделов, систематизирует нормативно справочную информацию, ведет расчеты, формирует комплект технологической документации.

Взаимосвязь между системами происходит следующим образом. В подсистеме АС хранится информация о составе изделия и технологических процессах, разработанных на детали и сборочные единицы. АС позволяет осуществить доступ к требуемой технологии и стартовать процедуру "Архиватор технологий", которая извлекает требуемый ТП из архива и переносит его в подсистему АТ. В момент такого копирования обе подсистемы находятся в оперативной памяти.

Извлеченная архивная технология становится текущей в АТ и доступной для просмотра и редактирования. Обратная процедура заключается в том, что "Архиватор технологий", стартуемый в АС с определенной записи, помещает в архив системы текущий техпроцесс из АТ.

Подсистема КОМПАС-Автопроект-Технология обеспечивает:

* автоматизированное проектирование технологических процессов основных видов производств;
* автоматическое формирование стандартного комплекта технологической документации и документов произвольной формы в
* горизонтальном и вертикальном исполнении в формате Excel;
* возможность разработки сквозного технологического процесса;
* автоматическую нумерацию технологических операций и переходов;
* расчет режимов резания;
* трудовое нормирование технологических операций;
* возможность настройки образцов технологических документов;
* перевод технологий на иностранные языки;
* возможность разработки пользователем подсистем проектирования технологий для различных видов производств;
* автоматизированное формирование кода детали в соответствии с ЕСКД и ТКД;
* выполнение расчетных процедур.

Подсистема КОМПАС-Автопроект-Спецификации обеспечивает:

* ведение базы данных конструкторско-технологических спецификаций;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

* архивацию разработанных технологических процессов;
* возможность оперативного просмотра архивных технологий;
* глобальную замену устаревших ГОСТ оснастки в архивных технологиях;
* отслеживание применяемости элементов состава изделия;
* расчет черного веса детали;
* автоматический поиск технологий по коду или текстовому описанию детали и сборочной единицы;
* формирование сводных технологических отчетов и ведомостей в формате Excel;
* формирование карты конструкторской спецификации в формате Excel;
* архивацию текущего комплекта технологических документов в архиве карт.

Автоматизированное проектирование технологических процессов осуществляется в следующих режимах:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

* на основе техпроцесса-аналога с автоматическим выбором соответствующей технологии из архива по различным критериям, в том числе и по конструкторско-технологическому коду детали, что обеспечивает наиболее точный подбор;
* с использованием типового техпроцесса;
* с использованием библиотеки типовых технологических операций и переходов;
* автоматическая доработка типовой технологии на основе данных, переданных с параметризованного чертежа или эскиза КОМПАС;
* автоматическая доработка типовой технологии на основе расчетных данных или таблицы типоразмеров изготавливаемых деталей.

Технологу предоставлена возможность выбора оптимального сочетания режимов проектирования, взаимодополняющих друг друга.Существенную часть в структуре себестоимости продукции составляют затраты труда на выполнение различных технологических операций. Задача их объективного расчета является актуальной для каждого предприятия.

Достоверность получаемой на данном этапе информации существенно влияет на все аспекты деятельности, на работу последующих потребителей информации, включая подразделения планирования и управления производством, финансового управления. Для оперативного и точного расчета требуемых затрат труда предназначены программы расчета режимов резания для механообработки и режимов обработки для сварки, расчета режимов гальванического производства, программы укрупненного нормирования технологических опе

раций по общемашиностроительным нормативам времени и нормирования технологических переходов.

При необходимости все расчетные зависимости и методики могут быть откорректированы пользователем или добавлены алгоритмы расчетов, уже применяющиеся на предприятии.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Формирование комплекта технологической документации осуществляется в среде Excel. Обеспечивается автоматическая вставка операционных эскизов, сквозная нумерация технологических карт в составе комплекта. В базовую поставку входят бланки карт по ЕСТД (маршрутные и маршрутно-операционные карты, карты эскизов, контроля, карты технологического процесса, ведомости оснастки, комплектовочные карты). При необходимости пользователь может самостоятельного создать новые формы технологических документов, в том числе и по требованиям стандарта предприятия.

КОМПАС-Автопроект-Технология позволяет существенно расширять возможности подсистемы без участия разработчиков, настраивать автоматизированную разработку техпроцессов для новых видов производств.

В подсистему встроен универсальный механизм формирования технологических ведомостей. Он основан на функциях системы КОМПАС-Автопроект и настраиваемых формах документов в формате MS Excel. Данный механизм обеспечивает формирование технологических ведомостей произвольной формы пользователем без участия разработчиков системы.

Информационное обеспечение КОМПАС-Автопроект позволяет технологу начать работу с системой сразу же после ее установки. В базовую поставку входят различные базы данных технологического назначения, включая:

* Классификатор основных и вспомогательных материалов;
* Классификатор технологических операций и переходов;
* Классификатор оборудования;
* Иллюстрированный классификатор режущего, вспомогательного инструмента, средств измерения, средств защиты и других средств технологического оснащения;

Реализованный в системе механизм разграничения прав доступа обеспечивает идентификацию пользователей с возможностью установки различных степеней защиты данных от просмотра и изменения.

Уникальной особенностью системы КОМПАС-Автопроект является возможность работы с уже имеющимися на предприятии базами данных.

Программный комплекс КОМПАС-Автопроект комплектуется по модульному принципу. Построение комплекса из различных модулей позволяет организовать рабочие места специалистов по расцеховке, материальному и трудовому нормированию.

Открытая архитектура системы обеспечивает возможность специалистам предприятий разрабатывать свои программные модули и органично вписывать их в систему.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Модульность архитектуры, гибкость программного и информационного обеспечения, высокие возможности настройки обеспечивают использование программного комплекса в технологических службах как крупных, так и небольших предприятий с быстрой адаптацией к любым производственным условиям.

САПР «Автопроект» позволяет повысить производительность труда технолога, сократить сроки и трудоемкость технологической подготовки производства.

В основу работы программного комплекса положен принцип заимствования ранее принятых технологических решений. В процессе эксплуатации системы накапливаются типовые, групповые, единичные технологии, унифицированные операции, планы обработки конструктивных элементов и поверхностей. При формировании текущей технологии пользователю предоставлен удобный доступ к соответствующим архивам и библиотекам, хранящим накопленные решения.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

В каждом конкретном случае технологу предоставлена возможность выбора оптимального сочетания режимов проектирования, взаимодополняющих друг друга.

В большинстве случаев технолог использует вариант диалоговой доработки техпроцесса-аналога в режиме доступа к справочным базам данных. Система не заменяет технолога, а лишь позволяет ему быстро и удобно оформить принятые им технологические решения, снимает рутинную часть работы, выполняет расчёты, систематизирует нормативно-справочную информацию, удобно сохраняет принятые технологические решения.

Принципы проектирования технологических процессов в «Автопроект» универсальны и основаны на использовании часто повторяемых технологических решений, хранящихся на различных уровнях иерархии: архивы групповых, типовых технологий, библиотеки операций и переходов. С этой точки зрения САПР технологических процессов - это прежде всего система управления базами данных (СУБД). От того, как реализованы функции обработки данных, от их логических взаимосвязей зависят остальные показатели системы.

В САПР «Автопроект» реализован механизм, позволяющий отобразить структуру изделия, детали, взаимосвязи между оборудованием, технологической оснасткой и методами обработки. Модель технологического процесса в САПР ТП занимает центральное место. В «Автопроект» - это трёхуровневая цепочка связанных реляционных таблиц, записи которых имеют различную логическую структуру. Такая модель является универсальной и настраиваемой. Она позволяет создавать технологии различных переделов и включать в них любые средства технологического оснащения, в том числе и принципиально новые.

Вся информация о текущем технологическом процессе распределена по уровням "Деталь" - "Операция" - "Переход". Пользователю предоставлена возможность перемещаться по уровням, отслеживать состав переходов каждой технологической операции, вносить необходимые изменения на любом из уровней. Особенностью этой модели является наглядная форма представления информации. Записи таблицы "Переходы", содержащие тексты переходов, режущие инструменты, приспособления, режимы резания и др., выводятся на экран одним списком. Такая возможность достигается тем, что физические записи данного уровня имеют различную логическую структуру. Этот же механизм позволяет проектировать технологии, включающие одновременно операции механообработки, штамповки, термообработки, покрытий и т.д. Подключение нового технологического передела производится самим пользователем.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

В комплект разрабатываемой документации входят: титульный лист, карта эскизов, маршрутная, маршрутно-операционная, операционная карты, карта техпроцесса, ведомость оснастки, материалов и другие документы, соответствующие ГОСТ. В образцы карт пользователи могут вносить изменения. Документы формируются в среде MS Excel на основе технологии OLE. Помимо чисто текстовых документов система позволяет автоматически сформировать карты эскизов, включающие графическую информацию.

Технологические процессы, разрабатываемые в САПР «Автопроект», могут помещаться в архив технологий. Оглавлением архива разработанных технологических процессов служит база данных конструкторско-технологических спецификаций (КТС - цепочка уровней: "Изделие" - "Узел" - "Деталь" ). Система обеспечивает свободное перемещение от одного уровня к другому, позволяя при этом просматривать и редактировать состав изделий, узлов и деталей. Процедуры обработки КТС производят поиск деталей по различным критериям и осуществляют выборки по принадлежности деталей к изделиям, узлам, цехам.

Система поддерживает функции регистрации документов. Каждый уровень, входящий в цепочку КТС, имеет подчинённую таблицу «Документы», записи которой содержат ссылки на документы, созданные в различных приложениях : архивные технологии, графические, текстовые файлы и др. С каждым

документом связана программа, которая его создаёт и обрабатывает. Старт соответствующего приложения производится непосредственно из таблицы «Документы». Выбор ТП осуществляется процедурой разархивации, которая помещает технологию в рабочее поле системы, доступное для внесения изменений. При этом ТП, находящийся в архиве, не меняется. Модифицированная технология может быть помещена обратно в архив системы под прежним или под новым именем.

Организованное хранение разработанных технологических процессов (на основе базы данных КТС) позволяет глобально корректировать любую информацию в архиве техпроцессов : анализировать технологии на предмет загруженности оборудования, определять количество специализированной оснастки, рассчитывать суммарную трудоёмкость изготовления изделий, производить глобальную автоматическую замену устаревших ГОСТ оснастки.

Система обеспечивает удобную организацию баз данных (БД) и быстрый доступ к требуемой информации. Она обладает хорошо организованным диалоговым интерфейсом, обеспечивающим легкое и наглядное перемещение по всем базам данных.

Приёмы работы с БД идентичны, что упрощает процесс их сопровождения. Программа поддерживает диалоговый доступ к сведениям об оборудовании, инструментах, материалах и т.д. В любой момент эти данные могут быть выведены на экран, скорректированы или пополнены. В информационном пространстве «Автопроект» можно создавать новые информационные массивы, корректировать состав и размерность их полей. Взаимодействие между таблицами данных в «Автопроект» построено на динамически формируемых SQL-запросах. Операторы SQL генерируются либо автоматически системой, либо по шаблону, заданному пользователем.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Базы данных САПР «Автопроект» полностью открыты для структурной и содержательной корректировки.

Одним из основных преимуществ «Автопроект» является возможность модернизации системы без участия разработчика. Корректируется состав и структура всех баз данных, настраиваются формы технологических документов, подключаются новые программные модули. Гибкость программного и информационного обеспечения позволяет быстро адаптировать систему к любым производственным условиям.

САПР «Автопроект» состоит из ядра системы и окружения прикладных задач. Основные функциональные режимы системы можно разбить на две группы: функции подсистемы проектирования и функции подсистемы управления базами данных.

Функции подсистемы проектирования:

* автоматизированное проектирование технологических процессов;
* автоматическое формирование комплекта технологической документации (горизонтальное и вертикальное исполнение);
* материальное и трудовое нормирование;
* каталогизация разработанных ТП в архиве технологий;
* возможность глобального анализа архивных технологий с передачей результатов в АСУП;
* возможность разработки сквозного ТП и подключения новых технологических переделов;
* оперативный просмотр графики: чертежи деталей, инструментов, эскизы операций и т.д.;
* возможность настройки образцов технологических документов;
* архивация текущего комплекта технологических документов в архиве карт;
* ведение конструкторско-технологических спецификаций (КТС);

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

* автоматический поиск технологий по коду или текстовому описанию детали в базе данных КТС;
* автоматизированное формирование кода детали в соответствии ЕСКД и ТКД;
* архивация текущего состава спецификаций в архиве изделий;
* расчетные процедуры;

Функции СУБД:

* организация иерархическо-реляционной связи информационных массивов;
* возможность структурной модификации любой БД;
* возможность подключения новых информационных массивов;
* возможность подключения к любому табличному полю справочного массива;
* многостраничный режим доступа одновременно к нескольким базам данных;
* отображения данных: таблица-слайд, таблица-дерево, таблица-комментарий;
* процедуры многокритериального поиска в любой базе данных;
* экспорт данных из любой БД в текстовый формат или в формат файлов Excel;
* блокировка от несанкционированного доступа к защищенной базе данных;
* возможность установки различных степеней защиты данных от изменений;
* копирование, удаление, вставка записей по одной и блоками;
* сортировка, замена, просмотр, распечатка содержимого любого набора данных.
* возможность настройки содержимого блоков основного меню системы;
* возможность подключения к системе новых программ, разработанных пользователем;
* встроенный генератор отчетов;
* настройка параметров системы с помощью файла конфигурации (.ini);

**4 Расчет веса заготовки**

Также с помощью этой системы можно рассчитать вес заготовки по заданной марке материала, типу и размеру заготовки. Все необходимые данные для расчёта находятся в классификаторе материалов. Доступ к классификатору материалов осуществляется в блоке "База данных" в режиме "Классификатор материалов" как в подсистеме Автопроект-Спецификации, так и в Автопроект-Технология. Данная база данных имеет 3 уровня "Вид материал", "Группа материала", "Марка".

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Доступ к расчету веса заготовки осуществляется из Автопроект-Спецификации в БД КТС с уровня “Детали” в режиме редактирования записи (F4) при обращении к справочнику поля “Марка материала”. На первом уровне будет предложено несколько вариантов доступа к таблице материалов.

На уровне "Материалы" необходимо выбрать марку и сортамент материала.

На уровне “Параметры” задается длина (L) заготовки, тип : круг, пруток, лента, полоса, уголок, швеллер, двутавр . Для заготовок типа лист необходимо вводить ширину заготовки (B).

Существует три варианта расчёта :

1. Задана масса одного погонного метра (M) V = M × L.
2. Задана площадь сечения (S) V = S ×L × p.
3. Задан основной размер (MainSize) V = MainSize × L × p.

В зависимости от имеющейся информации система сама выберет вариант расчета.

**5** **Подробное описание работы данной системы для написания технологического процесса**

Перед началом разработки нового технологического процесса необходимо очистить поле текущей технологии. Для этого нужно перейти на новую закладку и в блоке "**Базы данных**" основного меню загрузить режим "**Очистка технологии**". Далее двойным щелчком левой кнопки мыши на нужной записи стартовать процедуру очистки ТП.

Вернуться на закладку Технология на уровень Деталь – ввести данные. Процесс ввода и редактирования полей записи на всех уровнях идентичен. Для загрузки формы просмотра и корректировки полей записи необходимо нажать соответствующую кнопку на инструментальной панели (с подсказкой "Редактирование записи") или функциональную клавишу F4. Данная форма имеет следующую структуру: слева располагаются имена полей, справа их значения

Вводить данные можно как с клавиатуры, подведя курсор к соответствующему полю, так и копировать информацию из справочной базы данных (БД). Признаком привязки такой БД к определенному полю записи является пиктограмма красной книжки справа от поля ввода данных.Справочные БД могут быть созданы и подключены к любому полю. На уровне "Деталь" к соответствующим полям подключены БД по материалам, заготовкам, наименованиям деталей и т.д. Копирование данных из таких БД осуществляется следующим образом: подвести курсор к пиктограмме - красная книжка, щелчком левой кнопки мыши стартовать справочную БД, выбрать нужную строку, произвести двойной щелчок мышью или нажать **F12**. Система вернется в форму редактирования и скопирует информацию в нужные поля.

Признаком того, что в рабочее поле системы загружен справочный режим служит наличие пиктограммы - красная книжка в правом верхнем углу экрана. Для принудительного выхода из этого режима следует произвести двойной щелчок на этой пиктограмме или нажать F10.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

После того как введены все данные о детали, необходимо выйти из формы редактирования, нажав кнопку выхода на панели инструментов. Теперь на уровне "Деталь" появится запись с данными о детали. Необходимую корректировку можно произвести, и не входя в режим редактирования (F4). Для этого нужно выделить требуемое поле курсором и начать ввод с клавиатуры. Отмена ввода - по клавише Esc.

Переход на уровень "Операции" осуществляется нажатием кнопки "На один уровень вниз" или функциональной клавишей F12 или двойным щелчком на записи в таблице. При начальном вводе таблица "Операции" не содержит записей. Необходимо зарезервировать нужное количество строк. Далее последовательно в каждую строку ввести информацию об одной технологической операции. Порядок следования операций в технологическом маршруте задается порядком расположения строк в таблице. Режим корректировки полей (F4) осуществляет загрузку формы редактирования (аналогично уровню "Деталь").

Таблица, расположенная на уровне "Операции", имеет свой состав и структуру полей записи. Первое поле "Номер операции" должно содержать уникальный, неповторяющийся номер операции. Следующие поля несут информацию о наименовании, модели станка, номере цеха, участка и т.д. Информация в эти поля может вводиться как с клавиатуры, так с помощью справочных баз данных.

После того как введены сведения об операциях, можно вводить данные о переходах. Необходимо установить курсор на нужную операцию и нажать F12. Система перейдет на следующий уровень и в рабочее поле системы будет загружена таблица "Переходы".

В появившейся форме высвечивается следующий состав полей: "Номер операции" - связывает переход с операцией (не требует ввода т.к. заполняется автоматически по значению аналогичного поля с уровня "Операция"), поле "Тип" - указывает на тип перехода :

**О** - текст перехода,

**Т** - технологическая оснастка,

**М** - материал,

**Р** - режимы резания и др.

# 6 Формирование карт в EXCEL

Чтобы разместить обработанную информацию на картах технологического процесса необходимо создать подборку необходимых карт из базы данных и программа автоматически сформирует комплект карт, который можно корректировать и распечатывать.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

# 7 Расчет режимов резания с помощью «Компас-Автопроект»

Объективный расчет режимов резания требуется на различных этапах подготовки и производства изделия. Он является и основой для расчета затрат времени. Достоверность режимов обработки обеспечивает объективный расчет загрузки оборудования. Точное определение загрузки оборудования позволяет своевременно принять решение по «узким» местам производства и при необходимости увеличить его объем, разместив новые заказы на менее используемом оборудовании.

На промышленных предприятиях расчетом режимов резания занимаются в основном при массовом или крупносерийном производстве изделий. Основным фактором, препятствующим решению этой задачи в условиях единичного производства, является ее высокая трудоемкость. Однако система расчета режимов резания в составе КОМПАС-АВТОПРОЕКТ позволяет успешно применять данный расчет и для единичного производства, обеспечивает оперативный расчет режимов обработки, основного и вспомогательного времени на основной переход.

При этом учитываются тип и геометрия обрабатываемого конструктивного элемента, физико-механические свойства материала и состояние поверхностного слоя заготовки, жесткость технологической системы, паспортные данные станка, параметры режущего инструмента и т.д. Вспомогательное время на основной переход определяется по общемашиностроительным нормативам.

Обеспечивается настройка на различные алгоритмы расчета, в том числе и методику, применяемую на конкретном предприятии.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Исходными данными для расчета являются следующие реквизиты :

- Диаметр (Ширина) [D];

- Длина [L];

- Число проходов [i];

вводятся в соответствующих полях редактирования.

С помощью этой программы можно автоматически определит скорость резания "**V**" и основное время "**To**".

1. Обточить, расточить, точить, проточить, подрезать, снять фаски, центровать, сверлить, рассверлить, зенкеровать, развернуть, зенковать, шлифовать, фрезеровать:

To = L × i / n × S; V = Pi × D × n /1000;

2. Строгать, долбить:

To = L × i / n × S; V = 2 × L × n / 1000;

3. Отрезать:

To = L / n × S; V = 2 × L × n / 1000;

Результаты расчета формируются в текстовую строку и переносятся в технологию.

**8 Результаты исследования и применение их в данном дипломном проекте**

Результатами исследования является написание в данном дипломном проекте технологического процесса детали «Вал шнекового транспортера».

Данное исследование помогло в кратчайшие сроки написать технологический процесс, сократить время на поиск в различной литературе стандартных режущих, мерительных, вспомогательных инструментов, так как в базе данных данной системы имеется большой перечень инструмента, который легко пополняется. Также имеется в базе данных весь комплект необходимых карт, размещенных в программе Excel. После окончательной разработки технологического процесса дается команда на заполнение всех необходимых карт, тем самым отпадает необходимость написания карт вручную.

Не менее существенную часть в структуре себестоимости продукции составляют затраты труда на выполнение различных технологических операций. Задача их объективного расчета является актуальной для каждого предприятия.

Достоверность получаемой на данном этапе информации существенно влияет на все аспекты деятельности, в том числе на работу последующих потребителей информации, включая подразделения планирования и управления производством, финансового управления на предприятии. Для оперативного и точного расчета требуемых затрат труда предназначены программы расчета режимов резания для механообработки и режимов обработки для сварки, программы укрупненного нормирования технологических операций и нормирования технологических переходов.

С разработкой системы расчета режимов резания и системы нормирования , трудоемкость выполнения данных расчетов технологом и инженером по нормированию сведена до минимума.

Предприятие и в условиях единичного производства может успешно использовать подробное нормирование всех приемов работ на технологических переходах.

При нормировании рассчитывается время на установку заготовки, время на контрольные измерения, подготовительно-заключительное время и штучное время.

При расчете времени на установку учитывается способ установки детали, состав приспособлений для установки, вес детали, способ установки, обрабатываемый материал, характер выверки, состояние установочной поверхности, количество деталей устанавливаемых в приспособление, время на транспортировку крупных деталей. Время на переустановку рассчитывается автоматически.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

Рассчитывая время на контрольные измерения, система учитывает применяемое средство измерения, точность измерения, измеряемый размер, длину измеряемой поверхности, удобство измерения и т.д.

При расчете подготовительно-заключительного времени в зависимости от вида оборудования учитывается способ установки детали, количество инструментов или переходов, группа оборудования, время на пробную обработку и т.д.

При расчете штучно-калькуляционного времени учитывается серийность выполняемых работ с учетом ее характера, время на обслуживание рабочего места в зависимости от группы станков, время на отдых и личные надобности в зависимости от интенсивности выполнения работ.

Система нормирования может быть настроена на алгоритмы расчета, применяющиеся на конкретном предприятии. В составе интегрированного комплекса она обеспечивает системы управления и планирования производства оперативной и достоверной информацией.

Из недостатков системы можно отметить отсутствие интуитивно понятного интерфейса управления, контекстного меню помощи, сложность редактирования и последующей интеграции в систему бланков техпроцесса.

**9 Заключение**

Данная система удобна для написания технологического процесса, так как из-за предоставленных баз данных по инструменту, станкам, автоматическому пересчету режимов резания и норм времени в несколько раз сокращается время написания технологом технологического процесса. Базы данных также легко пополняются необходимым режущим, мерительным вспомогательным инструментом. Применительно к данному проекту эта система помогла в короткие сроки написать технологический процесс.

Данную систему, возможно, применять на заводе ОАО «НМЗ». Это сократит время, трудоемкость и поможет ИТР больше времени уделять разработкам, а не написанию технологических процессов. Если для написания вручную представленного в дипломном проекте технологического процесса на предприятии уходит 6-7 дней, то с применением этой программы время сокращается вдвое.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

В данном дипломном проекте результатом разработки научно-исследовательской части является разработанный технологический процесс.

**Литература**

1.Ансеров М.А., “Приспособление для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции”- 2-е издание – “Машиностроение”- Москва, 1964

2. Бабук В.В., Горезко П.А., Забродин К.П. “Дипломное проектирование по технологии машиностроения”- Мн.: Высшая школа, 1979

3. Белоусов А.П. “Проектирование станочных приспособлений”, - М.: Высшая школа, 1980

4. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. “Курсовое проектирование по технологии машиностроения ”- 4-е изд.- Минск: Высшая школа, 1983

5. Горохов В.В. “Проектирование и расчёт приспособлений ” Минск, 1987

6. Горошкин Л.К. “Проектирование и расчёт приспособлений ”Минск,1997

7. Мельников Г.Н., Вороненко В.П. “Проектирование механосборочных цехов”, - М.: Машиностроение, 1990

8. Митрофанов С.П. ”Групповая технология машиностроительного производства”. В 2-х томах т.1. Ленинград “Машиностроение” Ленинградское отделение, 1983

9. Митрофанов С.П. ”Групповая технология машиностроительного производства”. В 2-х томах т.2. Ленинград “Машиностроение” Ленинградское отделение, 1983

10. “Марочник сталей и сплавов” под общей ред. Сорокина В.Г.- М: Машиностроение, 1989

11. “Допуски и посадки”: Справочник. В 2-х ч./ под ред. В.Д. Мягкова, М.А. Палей, А.Б.Романова, В.А.Брагинского.- 6-е изд.,- Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1982.- Ч.1

12. “Допуски и посадки”: Справочник. В 2-х ч./ под ред. В.Д. Мягкова, М.А. Палей, А.Б.Романова, В.А.Брагинского.- 6-е изд.,- Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1983.- Ч.2

13. “Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ”; часть I, нормартивы времени, - М.: Экономика, 1990

14. “Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ”; часть II, нормартивы режимов резания, - М.: Экономика, 1990

15. “Программирование обработки на станках с ЧПУ”: Справочник. Гжиров Р.И., Серебреницкий П.П.- Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1990

16. Справочник инструментальщика/под ред. И.А. Ординарцева. - Л.: Машиностроение, 1987

17. Справочник конструктора / Антонюк В.Е., Королёв В.А., Башеев С.М. – Минск: Машиностроение, 1969

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**

18. “Справочник технолога – машиностроителя” В 2-х томах т.1/под ред. А.Г.Косиловой, Р.К. Мещерякова, - М.: Машиностроение, 1986

19. “Справочник технолога – машиностроителя” В 2-х томах т.2/под ред. А.Г.Косиловой, Р.К. Мещерякова, - М.: Машиностроение, 1986

20. “Станочные приспособления”: Справочник. В 2-х томах т.1/под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского, - М.: Машиностроение, 1984

21. “Станочные приспособления”: Справочник. В 2-х томах т.2/под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского, - М.: Машиностроение, 1984

22. “Технологичность конструкции изделия”: Справочник/Ю.Д.Амирова, Т.К.Алферова, П.Н.Волков и др.; под общ. ред. Ю.Д.Амирова.- 2-е изд.,-М.: Машиностроение, 1990

23. Альбом схем планировок ГПС : Методическая разработка /НГТУ; под редакцией В.М. Сорокина, А.А. Симонова и др. Н.Новгород, 1994

24. Каталоги продукции SANDVIK Coromant

25. Симонов А. А., Сорокин В.М., Бобрынин С.Б.”Особенности технологического проектирования гибких производственных систем механической обработки” НГТУ Н.Новгород, 1993

26. Бадаев А.М. “Проектирование механосборочных цехов”: Учебное пособие.- Горький: ГПИ им. А.А. Жданова, 1985

27. Кайнова В.Н., Лебедев Г.И., Сорокин В.М. “Метрологическое обеспечение машиностроительного производства”, - НГТУ Н.Новгород: 2003

28. Методические указания “Организационно – экономические расчёты в машиностроении” Новиков А.В., Третьяков Н.И. и др, Н. Новгород, ГПИ,1988

29. Методические рекомендации к выполнению дипломных проектов по специальности 1201 ”Технология машиностроения”/ НГТУ; Сост.: Б.А. Метелёв, С.Ф. Магницкая и др., Н.Новгород,1994

30. Методические указания по выполнению раздела “Безопасность и экологичность проекта” НГТУ Н.Новгород, 2000

31. Нормирование точности изделий машиностроения: Учебное пособие/ В.Н.Кайнова и др. НГТУ. Н.Новгород, 2001

32. Нормирование точности изделий машиностроения: Учебное пособие/ под редакцией В.Н. Кайновой, НГТУ, Н.Новгород, 2001

33. Основные положения по формированию обработки на металлорежущем станке: Учебное пособие/Б.А.Метелёв; НГТУ. Н.Новгород,1998

34. “Проектирование механосборочных цехов”: Учеб.пособие/ А.А.Симонов, Ю.В.Споров, А.М.Бадаев; ННПИ.Н.Новгород, 1991

35. Расчет припусков: Методические указания/Д.С. Пахомов; НГТУ. Н.Новгород, 2001

36. СТП I – V – НГТУ – 2004 Проекты (работы) работы дипломные и курсовые. Общие требования к оформлению пояснительных записок и чертежей НГТУ, 2004

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

**ДП-НГТУ-1201-(01-ТМУ)-19-05ПЗ**