РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 87 страниц, 27 таблиц, 16 источников, 5 рисунков.

Графическая часть содержит: 4 листа формата А4, 2 листа формата А3, 1 лист формата А2 и 2 листа формата А1.

Комплект технологической документации содержит:

МК, ОК, КЭ, КК;-19 страниц

ДЕТАЛЬ, ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ДЕТАЛИ, МАШИНОСТРОЕНИЕ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПРИПУСК, ЗАГОТОВКА, СТАНОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ.

Объектом разработки является проектирование участка механического цеха для изготовления детали «Крестовина», которая выполнена из стали 12Х18Н10Т-ВД

Тема проекта: Спроектировать участок механического цеха для обработки детали «Крестовина».

В дипломном проекте производится технологический анализ рабочего чертежа детали, выбирается форма заготовки и способ ее получения, проектируется специальное станочное приспособление для токарного станка 16К20Т1, описывается конструкция и расчет контрольно-измерительной оснастки.

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	7
	ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	
1	ОБЩИЙ РАЗДЕЛ	8
1.1	Назначение детали, условия эксплуатации.	8
1.2	Анализ технологичности конструкции (по ГОСТ 14201-83).	10
2	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	13
2.1	Определение типа производства.	13
2.2	Анализ действующего технологического процесса. Характеристика изменяемых операций.	16
2.3	Выбор метода получения заготовки, технико-экономическое обоснование выбранного метода, конструирование заготовки.	18
2.4	Выбор баз.	20
2.5	Проектирование технологического маршрута обработки детали; последовательность обработки, выбор оборудования, станочных приспособлений, режущих инструментов и средств измерения, вспомогательных приспособлений. Оценка принятого варианта технологического процесса по показателям ЕСТПП.	22
2.6	Определение операционных припусков, допусков, межоперационных размеров и размеров заготовки на две поверхности.	28
2.7	Определение режимов резания и норм времени.	31
2.8	Расчет и кодирование программ на заданные операции.	34
2.9	Описание наладки станка с ЧПУ на обработку детали.	37
3	КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	39
3.1	Выбор системы станочного приспособления для операции, выполняемой на станке с ЧПУ. Описание конструкции и работы. Расчет на точность, надежность закрепления и прочность слабого звена.	39
3.2	Описание конструкции и расчет контрольно-измерительной оснастки.	42
4	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	46
4.1	Расчет размера партии деталей и программы запуска продукции в производство.	46
4.2	Расчет потребности количества оборудования.	52
4.3	Расчет площади участка.	54
4.4	Расчет численности основных производственных рабочих.	55
4.5	Расчет тарифного и годового фондов заработной платы основных производственных рабочих.	60
4.6	Расчет годового расхода и стоимости основных материалов по участку.	62

4.7 Определение цеховой себестоимости детали - представителя. 64
4.8 Технико-экономическое обоснование спроектированного технологического процесса. 66
5 ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ 78
5.1 Организация рабочих мест и их обслуживания. 78
5.2 Система мер по обеспечению качества продукции. 80
5.3 Организация разработки управляющих программ. 82
5.4 Охрана труда и противопожарная безопасность на проектируемом участке. 83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

ВВЕДЕНИЕ

Обработка металлов резанием является составляющей частью процесса производства большинства деталей. Как и другие технологические процессы, она должна быть конкурентно-способной независимо от того, идет ли речь об обработке отдельных сложных деталей на небольшом предприятии, о массовом производстве простых валов, получение прибыли или убытков зависит от экономической эффективности обработки.

Одним из путей достижения эффективности процесса обработки является рациональное сочетание капитальных затрат и других дополнительных расходов, поскольку в ряде случаев заготовка и вспомогательные материалы тоже достаточно дороги. Хотя минимум себестоимости и максимум производительности не совпадают, ниже мы покажем, что главный путь достижения эффективности наиболее полное использование машинного времени, т.е. работа с наибольшей производительностью, когда выпуск деталей в единице времени максимален.

В металлообработке можно увидеть, что любые изменения в технологии как существенные, так и не значительные, приводят к ощутимым изменениям стоимости изготовления детали.

Применение прогрессивных высокопроизводительных методов обработки, обеспечивающих высокую точность и качество поверхностей деталей, методов упрочнения рабочих поверхностей, повышающих ресурс работы детали и машины в целом, эффективное использование автоматических и поточных линий, станков с ЧПУ – все это направленно на решение главных задач: повышение эффективности производства и качества продукции.

1 Общий раздел

1.1 Назначение детали, условия эксплуатации.

Если необходимо произвести разветвление потока рабочей среды, применяются крестовины и тройники. Нержавеющий тройник обеспечивает ответвление трубы в одном направлении под углом 90° к основной магистрали. Крестовина представляет собой фитинг из нержавеющей стали, позволяющий организовать ответвление от магистрали трубопровода в двух направлениях, перпендикулярных основному движению потока.

Деталь «Крестовина» используется в узле измерения и газораспределения системы подготовки двигательных установок. Для повышения антикоррозионных свойств, защиты поверхности детали от окисления и потемнения предусмотрено химическое пассивирование.

На чертеже детали имеется все необходимые размеры, даны сведения о шероховатости обрабатываемых поверхностей и точности их изготовления. Размеры и качество поверхности детали имеет оптимальные требования по точности и шероховатости. Чертеж детали содержит необходимые виды, дающие полное представление о детали.

Материал детали: 12Х18Н10Т-ВД - применяется в сварных конструкциях, в теплообменном оборудовании, работающих в атмосферных условиях, в контакте со средами окислительного характера.

Сталь 12Х18Н10Т-ВД получают вакуумно-дуговым переплавом в дуговых электропечах. Под действием высоких температур, возникающих в зоне электрической дуги перед началом операции в печи создают вакуум между переплавляемым электродом и поддоном кристаллизатора, метал на нижнем торце электрода расплавляется, и капля расплавленного металла падает в ванну, где под действием охлажденного кристаллизатора формируется слиток. В вакуумное пространство обеспечивает очищение металлов от газов, неметаллические включения, от примесей некоторых

цветных металлов, получается плотный слиток. Слитки отличаются высокой равномерностью химического состава, повышенными механическими свойствами.

Таблица 1 - Химический состав 12Х18Н10Т-ВД, содержание в процентах.

1.	Углерод	≤ 0,12
2.	Кремний	≤ 0,8
3.	Марганец	≤ 2
4.	Хром	17-19
5.	Никель	11-13
6.	Титан	5*С – 0,8
7.	Сера	0-0,02
8.	Фосфор	0-0,035

Таблица 2 - Механические свойства

Наименование	Измерения	Значение
Плотность, ρ	кг/см^3	7820
Удельная электросопротивление	Ом*м	169
Модуль нормальной упругости, Е	ГПа	198
Относительное сужение, Ψ	%	45
Ударная вязкость, KCU	Дж/см^2	64
Предел прочности, δв	МПа	450
Предел тягучести, δ	МПа	175
Твердость	НВ	217
Коэффициент теплопроводности, К	кВт/м	51
Относительное удлинение, δ	%	24
Модуль упругости при сдвиге, кручении, G	ГПа	81

Физические свойства стали:

Теплопроводность - $16\frac{Вт}{м*К}$

Удельная теплоемкость- $461\frac{Дж}{кг*К}$

Плотность – 7,9*10^3 кг/м^3

Удельное электросопротивление - 0,75*10^6 Н*Ом/м

Модуль упругости – 18*10^{-4} Н/мм^2

Сталь 12Х18Н10Т-ВД обладает хорошей технологичностью. Сплав обладает высокой пластичностью при холодной и горячей деформации. Температурный интервал при обработке давлением деформируемого металла

составляет 1180-850С°, скорость нагрева и охлаждение не лимитируется. Сплав хорошо сваривается всеми видами ручной и автоматической сварки. Для снятий напряжений и улучшение стойкости сварных соединений, кроме закалки сварные конструкции подвергают стабилизирующему отжигу при температуре 850-900С°.

При непрерывной работе сталь устойчива против окисления на воздухе и в атмосфере продуктов сгорания топлива при температурах до 900С° и при работе в условиях теплосмен до 800С°.

Сталь 12Х18Н10Т-ВД обладает достаточно высокой жаростойкости при температуре 600

1.2 Анализ технологичности конструкции (по ГОСТ 14201-83).

Технологичность – совокупность свойств изделий, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при его производстве, ремонте и утилизации. Следует подчеркнуть, что технологичность конструкции изделия отражает не функциональный свойства изделия, а свойства его как объекта производства эксплуатации.

Оценку технологичности конструкции детали производят по качественным и количественным показателям.

Качественная оценка заключается в выборе оптимального варианта на основании опыта использования, оценивается словами «хорошо-плохо», «допустимо-недопустимо». Данная оценка обычно субъективна, так как основана на квалификации рабочего и не подтверждается расчётами.

Количественная оценка заключается в определении показателей технологичности, которые затем сравниваются с базовыми.

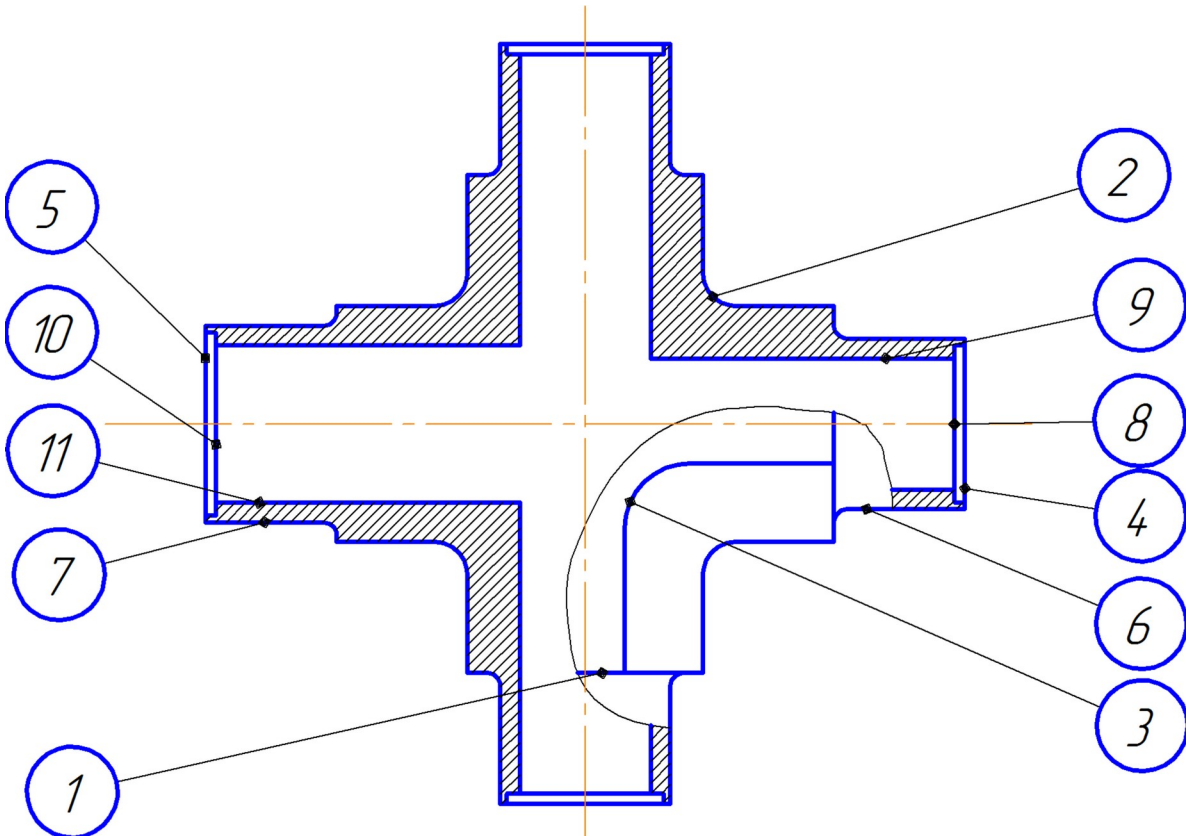

Рисунок 1- Оценка технологичности конструкции детали

Таблица 3 - Анализ обработанной поверхности по точности шероховатости и унификации

Номер пов-ти	Кол-во пов-тей	Кол-во унифиц. эл.	Квалитет точности	Параметры шероховатости
1	2	2	11	1,6
2	4	4	11	1,6
3	8	8	11	1,6
4	4	4	11	1,6
5	1	-	11	1,6
6	3	3	11	1,6
7	1	-	11	1,6
8	3	3	11	1,6
9	3	3	12	1,6
10	1	-	11	1,6
11	1	-	12	1,6

Показатели технологичности

1. Коэффициент унификации конструктивных элементов детали

$$К\ укэ. = \frac{Q_{уэ}}{Q_{э}} \quad (1)$$

Qуэ- количество унифицированных элементов;

Qэ- общее количество поверхностей детали.

Qуэ=2+4+8+4+3+3+3=27

Qэ=2+4+8+4+1+3+1+3+3+1+1=31

$$К\ укэ. = \frac{27}{31}=0,87$$

0<Кукэ<1

По этому показателю деталь технологична.

2. Коэффициент точности обработки

$$К\ т.о. = 1 - (\frac{1}{A_{ср}}) ; \quad (2)$$

Аср- средний квалитет точности всех размеров детали.

$$Аср= \frac{11x9+12+12}{11} = 11,18$$

$$К\ т.о. = 1 - (\frac{1}{11,18}) = 0,91$$

По данному показателю деталь технологична т.к.

Кто>0,8

3. Коэффициент шероховатости обработки

$$Кш= \frac{1}{Б_{ср}} ; \quad Бср\text{-средняя величина шероховатости.} \quad (3)$$

$$Кш= \frac{1}{1,6} = 0,6$$

По данному показателю деталь не технологична т.к. не соответствует условию Кш < 0,32. Вывод: данная деталь технологична по показателю унификации, точности и не технологична по показателям шероховатости, использования материала и заготовки.

2 Технологический раздел

2.1 Определение типа производства.

Серийное производство — тип производства, характеризующийся ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых или ремонтируемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска.

Партия или производственная партия — это группа заготовок одного наименования и типоразмера, запускаемых в обработку одновременно или непрерывно в течение определенного интервала времени.

Серийное производство является основным типом современного производства, и предприятиями этого типа выпускается в настоящее время 75–80 % всей машиностроительной продукции. По всем технологическим и производственным характеристикам серийное производство занимает промежуточное положение между единичным и массовым производством.

Я выяснил, что расчет приведенного объема выпуска производят по формуле:

$$N_{пр} = M_{год} \times K_{з} = \frac{\Phi_{д} \times K_{з} \times 60}{T_{шт} \times (1+\alpha)}, \text{ где} \qquad (4)$$

$M_{год}$– годовая производственная мощность оборудования, шт.;

$K_{з}$– коэффициент загрузки оборудования;

$\Phi_{д}$ – действительныйгодовой фонд времени работы оборудования, устанавливают дифференцировано по группам оборудования, час.;

$T_{шт}$ – норма штучного времени на ведущей операции, для детали–представителя ведущей операцией принимаю операцию с наименьшей нормой времени, в отдельных случаях является целесообразным объединение

операций небольшой продолжительности (менее 1 минуты), которые выполняют на станках одной модели, принимаем $T_{шт} = 11{,}47 \ мин$.

α – коэффициент допустимых потерь на переналадку оборудования, принимаем для среднесерийного $\alpha = 0{,}06$.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования рассчитывают по формуле: Фд = Фном + Кисп об (5)

Где Фном – номинальный фонд времени рабочего оборудования за 1 год(час)

Кисп об – коэффициент использования оборудования

Номинальный фонд времени работы оборудования за год рассчитывают по формуле

$\Phi_{ном} = \left(Д_К - Д_{пр} - Д_{вых} \right) \times t_{см} - Д_{ппр} \times t_c \times S$, где (6)

$Д_К$ – число календарных дней в планируемом году, при расчете годового фонда времени за основу берем, данные календаря на 2019 год, $Д_К = 365 \ дн.$;

$Д_{пр}$ – число праздничных дней в году, $Д_{пр} = 14 \ дн.$;

$Д_{вых}$ – число выходных дней в году, $Д_{вых} = 104 \ дн.$;

$t_{см}$ – продолжительность рабочей смены, $t_{см} = 8 \ час$;

$Д_{ппр}$ – число предпраздничных сокращенных рабочих дней в году, $Д_{ппр} = 6 \ дн.$;

t_c– число часов,на которое сокращается предпраздничный рабочий день, в соответствии с законодательством РФ, $t_c = 1$ час;

S – количество рабочих смен, принимаем $S = 2$;

$K_{исп.об.}$ – коэффициент использования оборудования.

Коэффициент использования оборудования рассчитывают по формуле:

$K_{исп.об.} = 1 - \frac{\alpha_p}{100}$, где (7)

α_p – процент, который определяет потери времени на ремонт и профилактику оборудования, в соответствии с графиком планово-предупредительного ремонта оборудования $\alpha_p = 14\%$.

$$K_{исп.об.} = 1 - \frac{14}{100} = 0{,}86$$

$Фном = (365 - 14 - 104) \times 8 - 6 \times 1) \times 2 = 3940 \ час.$

Фд = 3942 х 0,86= 3388,4

$$N_{пр} = \frac{3388{,}4 \times 0{,}86 \times 60}{11{,}47 \times (1 + 0{,}06)} = 14380 \ шт.$$

Принимаем $N_{пр} = 15000 \ шт.$

Годовой объем выпуска детали представителя, определяют по формуле:

$$N_{год} = от \frac{N_{пр}}{K_{з.о\,max}} до \frac{N_{пр}}{K_{з.о\,min}}, \qquad (8)$$

где $K_{з.о}$ – коэффициент закрепления операции, согласно ГОСТ 31108-74 для средне-серийного производства $K_{з.о} = от \ 11 \ до \ 20.$

$$N_{год} = от \frac{15000}{20} до \frac{15000}{11} = от \ 750 \ до \ 1364 \, шт.$$

Принимаем $N_{год} = 1200 \ шт.$

Количество наименований деталей, обрабатываемых на участке, рассчитывают по формуле:

$$m_{д} = \frac{Ф_{д} \times K_{з.о} \times 60}{T_{шт} \times (1 + 0{,}06) \times N_{год}} \qquad (9)$$

$$m_{д} = \frac{3388{,}4 \times 0{,}86 \times 60}{11{,}47 \times (1 + 0{,}06) \times 1200} = 11{,}84 \quad шт.$$

Принимаем $m_{д} = 12 \ шт.$

При равномерном выпуске продукции и закреплении за каждым рабочим местом одной операции $m_{д} = K_{з.о}$.

В данном случае $m_{д} = 12 \ шт.$ и находится в пределах величины

$K_{з.о} = 11 \div 20$, что соответствует заданию

2.2 Анализ действующего технологического процесса. Характеристика изменяемых операций.

Проводим анализ базового технологического процесса обработки данной детали и составляю сводную таблицу технологического процесса.

Таблица 4 - Базовый технологический маршрут обработки детали «Крестовина»

№	Наименование операции	Оборудование		Прис пособ ление	Базы	Обраба тываемые поверхн.
		Модель	степень спец-и			
1	2	3	4	5	6	7
005	Контрольная	-	-	-	-	-
010	Слесарная	-	-	-	-	-
015	Фрезерная	6Н12	У	УНП	-	-
020	Фрезерная	6Н12	У	УНП	4,5	1
025	Слесарная	верстак	-	-	-	-
030	Фрезерная	6Р83	У	УНП	4,5	1
035	Фрезерная	6Р83	У	УНП	4,5	2
040	Фрезерная	6Р83	У	УНП	4,5	3
045	Фрезерная	6Р83	У	УНП	4,5	1
050	Фрезерная	6Р83	У	УНП	4,5	1,3
055	Слесарная	верстак	-	-	-	-
060	Токарная	16К20Т1	У	СНП	1,2	4,9,8,6
065	Токарная	16К20Т1	У	СНП	1,2	4,9,8,6
070	Токарная	16К20Т1	У	СНП	1,2	4,9,8,6
075	Токарная	16К20Т1	У	СНП	1.2	5,11,10,7
080	Фрезерная	6Н12	У	УНП	4,5	1
085	Слесарная	верстак	-	-	-	-
090	Промывочная	ванна	-	-	-	-
095	Сдаточная	-	-	-	-	-
100	Контрольная	-	-	-	-	-

105	Гальваническая	-	-	-	-	-
110	Сдаточная	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
115	Контрольная	-	-	-	-	-
120	Маркировочная	-	-	-	-	-
125	Контрольная	-	-	-	-	-
130	Упаковочная	-	-	-	-	-

Таблица 5 - Анализ базового технологического процесса

№ п.п	Вопросы для анализа	Результаты анализа	Источник информации
1	2	3	4
1	Всего технологических операций в т.ч. механических слесарно-сборочных термических гальванических контрольных	26 12 4 1 4	МК
2	Оборудование: всего станков номенклатура универсальных специализированных специальных	 3 3	ОК
3	Приспособления: всего номенклатура по степени специализации: УБП УНП СНП НСП механизированных	 2 1 1	ВО ОК
4	Режущие инструменты: всего номенклатура с режущей частью из быстрорежущих сталей с режущей частью из тв. сплава с режущей частью из неметаллических материалов	 10 2 8	ВО ОК

	стандартных конструкций		

В данном технологическом процессе предусмотрены производительные операции, выбор оборудования выполнен с учетом типа производства, приспособления также выполнены с учетом рекомендаций по выбору технологического оснащения. В первую очередь обрабатывается те поверхности, которые являются базовыми при дальнейшей обработке.

С учетом заданного типа производства считаю целесообразным заменить морально устаревшее оборудование на более современное. Фрезерный станок 6Р83 заменить на фрезерный станок с ЧПУ VMX24t, что обеспечит повышение производительности труда и снижение себестоимости, и большую гибкость производства. Измененные операции провожу в таблице 6.

Таблица 6 - Характеристики изменяемых операций.

Базовый вариант			Проектный вариант		
№ оп.	Наименование	Оборудование	№ оп.	Наименование	Оборудование
035	Фрезерная	6Р83	005	Фрезерная с ЧПУ	VMX24t
040	Фрезерная	6Р83			
045	Фрезерная	6Р83	010	Фрезерная с ЧПУ	VMX24t
050	Фрезерная	6Р83			

2.3 Выбор метода получения заготовки, технико-экономическое обоснование выбранного метода, конструирование заготовки.

Исходная заготовка является основой формирования качества деталей и изделия в целом. Ее свойства во многом определяют содержание и структуру технологического процесса изготовления детали, технико-экономические показатели производства, его эффективность, а также характеристики жизненного цикла изделия в целом. Недостаточно обоснованный выбор заготовки ведет к значительным материальным

потерям, росту производительности и эксплуатационных и потере конкурентоспособности продукции.

Проблема выбора заготовок имеет конструкторско-технологический характер. Выбор заготовок сложных, ответственных деталей является задачей конструктора. Если заготовка не задана директивно, то ее вид и способ получения определяет технолог-разработчик технологического процесса изготовления детали.

Базовый метод получения заготовки – паковка

Для оценки эффективности данного способа получения заготовки произвожу расчет коэффициента использования материала

$$КИЗ = \frac{m д}{m з}, \text{ где} \qquad (10)$$

mд- масса детали (по чертежу детали mд=0,1 кг)

mз- масса заготовки;

$$КИЗ = \frac{m д}{m з} = \frac{0,1}{1,748} = 5,72$$

Коэффициент использования материала 5,72 поэтому данный вид заготовки не подходит.

Проектный метод получения заготовки – штамповка

Для оценки эффективности данного способа получения заготовки произвожу расчет коэффициента использования материала

$$КИЗ = \frac{m д}{m з} = \frac{0,1}{0,6} = 0,16$$

Коэффициент использования материала 0,16 поэтому данный вид заготовки более экономный.

Вывод: Штамповка является более эффективной для данной детали

2.4 Выбор баз

Базой называется поверхность или совокупность поверхностей, ось, точку детали или сборочные единицы по отношению, к которой ориентируется другие детали изделия или поверхности детали, образуемые или собираемые на данной операции.

По назначению базы подразделяются на конструкторские, технологические и измерительные.

Конструкторские базы разделяются на основные и вспомогательные, учет которых при конструировании имеет существенное значение.

Основная база определяет положение самой детали в изделии, а вспомогательная база-положение присоединяемой детали относительно данной.

Измерительной базой называют поверхность, определяющую положение детали и средств контроля.

По числу лишаемых деталь степеней свободы базы делятся на направляющие, опорные и установочные.

Для повышения точности обработки, а следовательно, и лучших эксплуатационных результатов следует стремиться к выполнению принципа постоянства баз, заключенного в сохранение базовых поверхностей во время всей обработки детали и принципе совмещения баз конструкторских, измерительных, технологических и поверхностей.

В зависимости от служебного назначения все поверхности делятся по ГОСТ 21495-76 подразделяются на основные, вспомогательные и свободные.

Основные поверхности - это поверхности, с помощью которых определяют положение данной детали в изделии.

Вспомогательные поверхности - это поверхности, определяющие положения всех присоединяемых деталей относительно данной.

Исполнительные поверхности - это поверхности, выполняющие служебное назначение детали.

ПСБ=КБ=ИБ=ТБ-гл. ось

Свободные поверхности - это поверхности, не соприкасающиеся с поверхностями других деталей и предназначенные для соединения основных, вспомогательных и исполнительных поверхностей между собой с образованием совместно необходимой для конкуренции формы детали.

Деталь в процессе обработки лишена пяти (шести) степеней свободы. т.к возможен поворот вокруг оси. Первыми обрабатывается базовые поверхности, по отношению к ним в дальнейшем обрабатываются остальные. При выборе баз руководствовался:

1. Принципом совмещение баз на всех этапах обработки, т.к размеры заданы от упорного торца, который является конструкторской базой;
2. Принципом постоянства баз.

В операциях №010,040 выбираю в качестве технологических баз: не обработанные поверхности или поверхности, которые будут обрабатываться на последней операции.

2.5 Проектирование технологического маршрута обработки детали: последовательность обработки, выбор оборудования, станочных приспособлений, режущих инструментов и средств измерения, вспомогательных приспособлений. Оценка принятого варианта технологического процесса по показателям ЕСТПП.

При разработке маршрута обработки детали учитывают типовой маршрут обработки для указанных деталей. Весь технологический процесс состоит из 12 операций, в котором 7 операций – механические, выполняющиеся на универсальных станках; 2 – слесарных, где убираются заусенцы после механической обработки; 1 – гальваническая; 1 – контрольных операции; 1-промывочная.

При выборе оборудования учитываю следующие показатели:

1) Вид обработки;
2) Мощность станка;
3) Точность и жесткость станка;
4) Габаритные размеры;
5) Цена станка;
6) Тип производства;
7) Размер рабочей зоны;

Таблица 7 - Технологический маршрут обработки детали «Крестовина»

№ оп.	Наименование операции	Оборудование		Прис пособ ление	Базы	Обраба тываемые поверхн.
		Модель	степень спец-и			
1	2	3	4	5	6	7
005	Фрезерная с ЧПУ	VMX24t	У	УНП	4,5	1,2
010	Фрезерная с ЧПУ	VMX24t	У	УНП	4,5	1,1,3
015	Слесарная	верстак	-	-	-	-
045	Токарная с ЧПУ	16К20Т1	У	СНП	1,2	4,9,8,6
050	Токарная с ЧПУ	16К20Т1	У	СНП	1,2	4,9,8,6
055	Токарная с ЧПУ	16К20Т1	У	СНП	1,2	4,9,8,6

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7
060	Токарная с ЧПУ	16К20Т1	У	СНП	1.2	5,11,10,7
065	Фрезерная	6Н12	У	УНП	4,5	1
070	Слесарная	верстак	-	-	-	-
075	Промывочная	-	-	-	-	-
080	Гальваническая	ванна	-	-	-	-
085	Контрольная	-	-	-	-	-

Таблица 8 - Технические характеристика 6Н12

размеры стола, мм	320х1250
перемещение стола, мм	
- продольное (X)	800
- поперечное (Y)	320
- вертикальное (Z)	420
Угол поворота шпиндельной головки в продольной плоскости, град	45
Частота вращения основного шпинделя, об/мин	31,5...1600
Конус основного шпинделя	50
Подача стола, мм/мин:	
- продольная (X)	12,5...1600
- поперечная (Y)	12,5...1600
- вертикальная (Z)	4,1...430
Быстрый ход, мм/мин:	
- продольный (X) 4000	4000
- поперечный (Y) 4000	4000
- вертикальный (Z) 1330	1330
Мощность основного шпинделя, кВт	7,5
Габариты станка, мм	2100х1740х1875
Масса станка 6Н12 кг	3250

Таблица 9 - Технические данные и характеристики станка 16К20Т1

1	2
Наименование параметра	16К20Т1
Основные параметры станка	
Тип системы ЧПУ	НЦ-31
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной, мм	500
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом, мм	215
Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм	1000
Наибольшая длина обработки, мм	900
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	53
Шпиндель	
Мощность двигателя главного движения, кВт	11
Количество рабочих скоростей шпинделя	24
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	55
Пределы чисел оборотов шпинделя, об/мин	10,0...2000
Количество автоматически переключаемых скоростей	2
Диапазон скоростей шпинделя, устанавливаемый вручную, об/мин	Ряд I - 10..1000 Ряд II - 20..2000
Центр шпинделя передней бабки по ГОСТ 13214-67	7032 - 0043 Морзе №6
Центр пиноли задней бабки по ГОСТ 13214-67	7032 - 0045 Морзе №5
Конец шпинделя по ГОСТ 12593-72	6К
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Нм	1000
Предельный диаметр сверления по стали/ чугуну, мм	25/ 28
Подачи	
Наибольшее перемещение суппорта продольное / поперечное, мм	900/ 250

Продолжение таблицы 9

1	2
Максимальная скорость продольной/ поперечной рабочей подачи, м/мин	2,0/ 1,0
Пределы шагов нарезаемых резьб, мм	0,01..40,959
Диапазон скоростей продольных подач, мм/мин	0,01..2,8
Диапазон скоростей поперечных подач, мм/мин	0,005..1,4
Скорость быстрых продольных/ поперечных ходов, м/мин	6/ 5
Дискретность продольного/ поперечного перемещения	0,01/ 0,005
Количество позиций на поворотной резцедержке (число инструментов в револьверной головке)	6
Параметры системы ОСУ	
Обозначение системы ОСУ	НЦ-31
Число координат	2
Количество одновременно управляемых координат	2
Разрешающая способность в продольном направлении (дискретность задания по оси Z), мм	0,01
Разрешающая способность в поперечном направлении (дискретность задания по оси X), мм	0,005
Тип датчика обратной связи	ВЕ-178
Тип резьбонарезного датчика	ВЕ-178
Электрооборудование. Привод	
Количество электродвигателей на станке	5
Электродвигатель привода главного движения, кВт	11

Продолжение таблицы 9

1	2

Электродвигатель привода продольных подач, кВт	2,2
Электродвигатель привода поперечных подач, кВт	1,1
Электродвигатель револьверной головки, кВт	-
Электродвигатель станции смазки каретки, кВт	0,12
Электродвигатель станции смазки шпиндельной бабки, кВт	-
Электродвигатель насоса охлаждения, кВт	0,12
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	14,54
Суммарная мощность станка, кВт	24
Габариты и масса станка	3175 x 1700 x 1700
Масса станка с ЧПУ, кг	3800

Таблица 10 - Технические характеристики станкаVMX24t

Размеры т-образных пазов	5 x 18мм x 100мм
Перемещение	
По оси X	610 мм
По оси Y	508 мм
По оси Z	610 мм
Двигатель шпинделя	
Мощность	9 кВт
Шпиндель	
Ход шпинделя	150-760 мм
Частота вращения шпинделя	12 000 об/мин
Крутящий момент шпинделя	95 (при 900 об/мин) Nm
Устройство смены инструмента	
Конус шпинделя по DIN 69871	SK 40
Число инструментов в магазине	24
Максимальный диаметр инструмента	80/120 мм
Максимальная длина инструмента	300 мм
Максимальный вес инструмента	7 кг
Другие данные	
Точность позиционирования	± 0,005 мм
Повторяемость	± 0,0025 мм
Подача при резании	3,0 - 11 400 мм/мин
Скорость быстрых перемещений по осям X/Y/Z	35/35/30 м/мин
Масса станка	4200 кг
Габариты станка (Д/Ш/В)	2180 x 3360 x 2800 мм

Выбор режущего инструмента зависит от типа станка, требуемой точности и шероховатости, от типа производства.

Режущий инструмент должен отвечать следующим требованиям:

1) Обеспечивать заданную точность обработки;
2) Иметь высокие и стабильные режущие свойства;
3) Удовлетворительно формировать и отводить стружку;
4) Удобство замены.

При выборе средств контроля руководствуются точностью и характером проверяемых параметров, типа производства.

В качестве режущих инструментов используется концевые фрезы, сверло центровочное, сверла, резец расточной, резец подрезной, резец проходной. Режущие инструменты: фреза концевая Ø20 Р18; сверло центровочное Ø2 Р6М5; сверло Ø9 Р6М5 ; резец расточной Р18; сверло Ø Р6М5; напильник.

Для контроля параметров изготовляемой детали используется следующий мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ I-125-0.1; пробка гладкая Ø10Н11; скоба .

Оценка принятого технологического процесса по показателям ЕСТПП:

Коэффициент использования заготовки.

$$\text{Ким}=\frac{m\partial}{mз}=\frac{0,1}{0,6}=0.16$$

По данному коэффициенту технологический процесс не соответствует требованиям ЕСТПП, т.к Ким≤0,6…0,8

Коэффициент применения высокопроизводительных методов.

$$Квм=\frac{Q\,вм}{Q\,м}=\frac{у}{ы}$$

Qвм – количество высокопроизводительных методов;

Qм – всего методов.

По данному коэффициенту технологический процесс соответствует требованиям ЕСТПП, т.к Квм ≥ 0,45

Коэффициент применения переналаживаемой оснастки

Qпо – количество переналаживаемой оснастки;

Qо – всего оснастки

По данному коэффициенту технологический процесс соответствует требованиям ЕСТПП, т.к Кпо ≥ 0,6

Вывод: по всем коэффициенту технологический процесс соответствует требованиям ЕСТПП, кроме коэффициенту использования материала.

2.6 Определение операционных припусков, допусков, межоперационных размеров и размеров заготовки на две поверхности.

Произведем расчет припусков и операционных размеров для отверстия Ø10Н12

Таблица 11 - Расчет припусков на Ø10Н12

№ этапа	Наименование этапа	Экономическая точность	Допуск, мкм	Табл. припуск	Расчет опер размер	Принятый опер размер с допуском	Факт. припуски	
							Z_{min}	Z_{max}
1	Сверление	Н14	+0,36	-	9,2	$9^{+0,36}$	-	-
2	Расверливание	Н12	+0,15	0,8	10	$10^{+0,15}$	0,64	0,95

1. Определяю номинальные операционные размеры:

   $D_{nom\ i-1} = d_{nom1} - z_{nom}$ (11)

   D_{nom2}=10-0,8=9,2 мм
2. Определяю минимальные фактические операционные припуски:

   $Z_{min} = d_{min\ i-1} - d_{nom\ i}$ (12)

   Z_{min2}=10-9,36=0,64 мм
3. Определяю максимальные фактические операционные припуски:

   $Z_{max} = d_{nom\ i-1} - d_{min\ i}$ (13)

Z_{max2}=10,15-9,2=0,95 мм

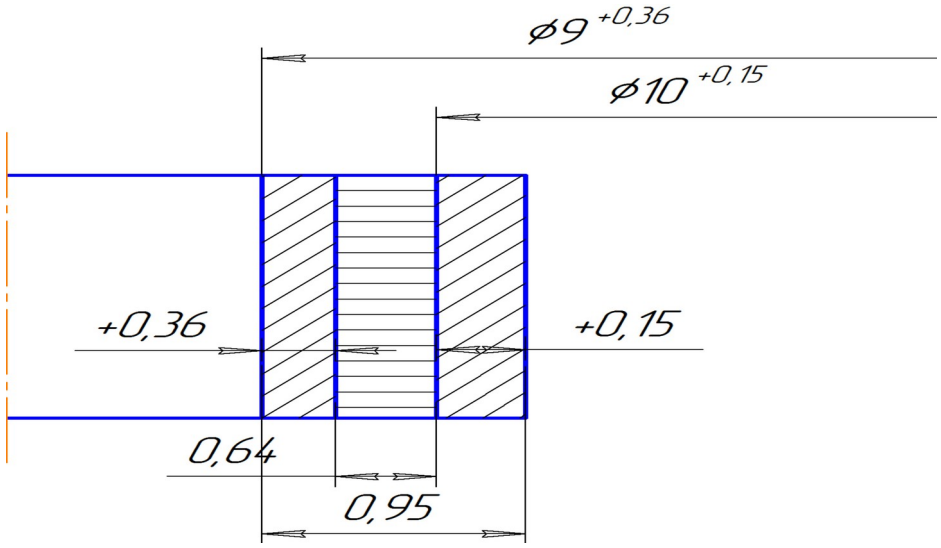

Рисунок 2 - Расположения операционных размеров для Ø10H12.

Расчет припуска для поверхности 13h11

1. Определяю номинальные операционные размеры:

   $D_{nom\ i-1}$= d_{nom1}-z_{nom}

   D_{nom5}=13мм

   D_{nom4}=13+0,5+0,11= 13,61мм

   D_{nom3}=13,61+2+0,18=15,79 мм

   D_{nom2}=15,79+2,5+0,21=18,5 мм

   D_{nom1}=18,5+3+0,52=22,02 мм

2. Определяю минимальные фактические операционные припуски:

   Z_{min}=$d_{min\ i-1}$-$d_{nom\ i}$

   Z_{min2}=22,02-21,48=0,54 мм

   Z_{min3}=18,5-17,79=0,71мм

   Z_{min4}=15,79-13,82=1,97 мм

   Z_{min5}=13,61-12,89=0,72 мм

3. Определяю максимальные фактические операционные припуски:

   Z_{max}=$d_{nom\ i-1}$-$d_{min\ i}$

   Z_{max2}=24,8-18,5=6,3 мм

Z_{max3}=21,48-15,79=5,69 мм

Z_{max4}=17,79-13,61=4,18 мм

Z_{max5}=13,82-13=0,82 мм

Таблица 12 - Расчет припусков на ø13h11

№ этапа	Наименование этапа	Экономическая точность	Допуск, мкм	Табл. припуск	Расчет опер размер	Принятый опер размер с допуском	Факт. припуски	
							Z_{min}	Z_{max}
1	Заготовка	h15	$\frac{+1000}{-600}$	-	22,02	$25,4^{+1}_{-0,6}$	-	-
2	Фрезерование предварительное	h14	-520	3	18,5	$22_{-0,52}$	0,54	6,3
3	Фрезерование окончательное	h12	-210	2,5	15,79	$18_{-0,21}$	0,71	5,69
4	Точение предварительное	h12	-180	2	13,61	$14_{-0,18}$	1,97	4,18
5	Точение окончательное	h11	-110	0,5	13	$13_{-0,11}$	0,72	0,82

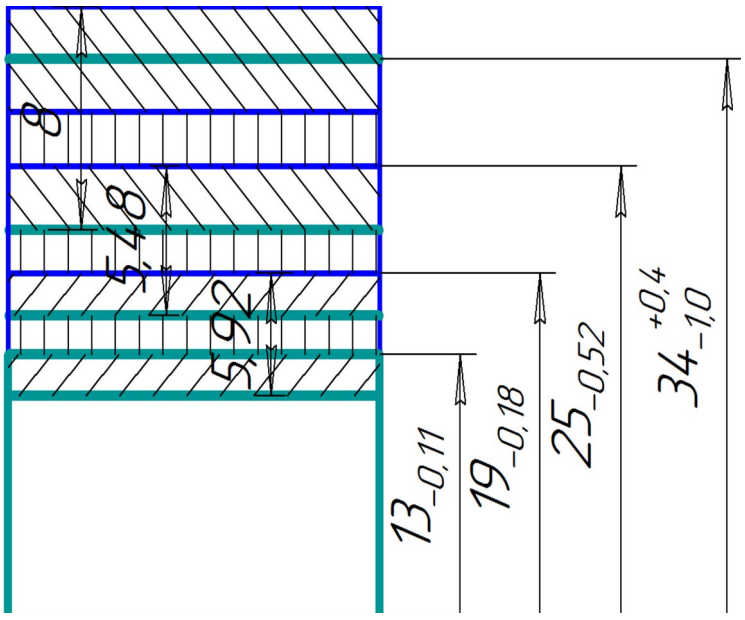

Рисунок 3 - Расположения операционных размеров для 13h11.

2.7 Определение режимов резания и норм времени.

Указанный расчет производится на операцию 005.

Исходные данные: деталь крестовина, материал детали 12Х18Н10Т.

Оборудование: Фрезерный станок VMX24t

Параметр шероховатости обработанных поверхностей Ra1,6

Содержание операции:

Фрезеровать контур детали выдерживая R5; фрезеровать 4 фаски 5,5х45°±0,3

Операция содержит 2 перехода

Приспособление: Тиски

Режущий инструмент: Фреза концевая ø10, Фреза угловая ø20х45°

Мерительный инструмент:

Штангенциркуль I-125-0,05; радиусомер

Переход первый – Фрезерование контура

1.Определяю режим резания:

Фреза концевая Ø10

1)Глубина резания при обработке

H=3

t=3

i=2

3) Назначаем подачу S_z= 0,06мм/об, поправочный коэффициент для данных условий обработки равен 0,7. S_z=0,06х0,7=0,04

4) Определяем скорость главного движения резания, находим табличное значение скорости для D=10мм t=3мм и S_z= 0,04мм/об, Vтаб=61м/мин, z=4

5)Частота вращения шпинделя, соответственно найденной скорости главного движения резани равна:

$$n= \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \times K n = \frac{1000 \times 61}{3.14 \times 10} \times 0,6 = 1143 \text{ мин}^{-1} \quad (14)$$

Корректируем частоту вращения по данным станка и устанавливаем действительную частоту вращения:

nд = 1000мин$^{-1}$

6)Рассчитываем действительную скорость главного движения резания.

$$V_Д = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \times 10 \times 1000}{1000} = 31{,}4 \text{ мин}^{-1} \quad (15)$$

7)Определяем скорость движения подачи Sм

$S_м = S_z \times z \times n_д = 0{,}04 \times 4 \times 1000 = 160$ мм/мин (16)

9) Определяем основное время

$T_{o1} = \frac{(L + L1)}{S_м} i$, где L- длина обрабатываемой поверхности, (17)

L1- длина врезания и перебега, i- число проходов

$T_{o1} = \frac{(272 + 2)}{160} \times 2 = 3{,}42$мин

$T_{xx1} = \frac{Lxx}{Sxx}$

$T_{xx1} = \frac{200 + 200}{1000} = 0{,}4$

Переход второй – Фрезеровать 4 фаски 5,5х45˚±0,3

1)Глубина резания при обработке

t=5

3) Назначаем подачу S_z= 0,06мм/об, поправочный коэффициент для данных условий обработки равен 0,7. $S_z = 0{,}06 \times 0{,}7 = 0{,}04$

4) Определяем скорость главного движения резания, находим табличное значение скорости для D=10мм t=3мм и S_z= 0,04мм/об, Vтаб=61м/мин, z=4

5)Частота вращения шпинделя, соответственно найденной скорости главного движения резани равна:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \times K n = \frac{1000 \times 61}{3.14 \times 20} \times 0{,}6 = 582{,}8 \text{ мин}^{-1}$$

Корректируем частоту вращения по данным станка и устанавливаем действительную частоту вращения:

nд=500 мин$^{-1}$

6)Рассчитываем действительную скорость главного движения резания.

$V_Д = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \times 20 \times 500}{1000} = 31{,}4$ мин$^{-1}$

7)Определяем скорость движения подачи Sм

Sм= S_z×z×nд= 0,04×4×500=80 мм/мин

9) Определяем основное время

To2= $\frac{(L + L1)}{S_м}$i , где L- длина обрабатываемой поверхности, L1- длина врезания и перебега, i- число проходов

To2= $\frac{(352 + 2)}{80}$×1= 4,42мин

Txx2=$\frac{28\,x\,4 + 100 + 150 + 200}{1000}$=0,56

2.Нормируем данную операцию:

1) Определяем основное время

To=$\sum_{1}^{m} Ton$

To=4,42+3,42=7.84мин

2) Рассчитываем машинно-вспомогательное время

Tмв=txx+tупр+tсм

Tмв=0,96+0,16x2+0,1x2=1,5мин

3) Рассчитываем машинное время

Tм=To+Tмв (18)

Tм=7,84+1,5=9,34мин

4) Определяем оперативное время

Tоп=tм+tв уст+tизм (19)

Тв уст=1-учесть для первой операции так как в следующих случаях перекрывается авт. временим.

Тизм-не учитывать.

Топ=9,34+1=10,34мин

5)Расчет штучного времени

$$Тшт=Топ(\frac{\alpha обсл+\alpha отл}{100}+1) \quad (20)$$

$$Тшт=10,34(\frac{11\%}{100}+1)=11,47мин$$

6)Тпз=14+4+7=25мин

2.8 Расчет и кодирование программ на заданные операции.

Операционная расчетно-технологическая карта (РТК) – документ процесса обработки детали на станке с ЧПУ.

РТК предназначен для ручной подготовки управлявшей программы. В эту карту, представляющую собой «рукопись» программы, записывают в последовательности нормы; координаты или приращения координат опорных точек траектории; подачи, частоты и направления вращения шпинделя; номера корректоров и технологические команды.

Управляющая программа (УП) - последовательность команд на языке программирования обеспечивающие функционирование рабочими органами станка для заданной обработки заготовки.

УП содержит информацию о величине и направлении перемещений инструмента (геометрическую), а также информацию о величине подачи, частоте вращения шпинделя, о включении и выключении охлаждения, смене инструмента (технологическую). Геометрическая и технологическая информация записываются на программоноситель (внутренний и внешний) с помощью буквенно-цифровых кодов.

Код – набор правил, предназначенный для преобразования информации из одного вида в другой, с целью хранения и перемещения.

Преимущества станков с ЧПУ:

1) Быстрая переналаживаемость для обработки новых деталей, их широкое применение в серийном производстве;

2)Повышается производительность труда за счет сокрушения основного и вспомогательного времени;

3)Возможность многостаночного обслуживания;

4)Исключение операций разметки и подготовки при сборке, вследствие высокой идентичности деталей обработанных на программе;

5)Сокращение объёма контроля т.к. размеры, полученные на станке с ЧПУ, допускается контролировать процент от партии.

Для расчета УП на предприятиях предусмотрен отдел программного управления в функции которого входит разработка РТК и УП.

Расчет УП в настоящее время выполняется с помощью САП (система автоматизированного программирования). Применение САП позволяет существенно сократить срок подготовки УП, снизить вероятность появления ошибок. Для подготовки УП с помощью САП необходимо вычертить обрабатываемый контур на графическом экране программы; ввести технологические параметры обработки и задать команду на расчет УП. При этом имеется возможность контроля введенной информации на графическом экране и в виде отображаемого текста на выходном языке САП, в процессе программирования оперативное исправление обнаруженных ошибок и режима редактирования. Для большинства САП исходная информация записывается на входном языке. Согласно рекомендации ISO в качестве входного языка применяется язык из аббревиатуры английских слов. Язык САП легко изучается и состоят от символов, имеющихся на клавиатуре печатающих средств.

1 BLK FORM 0,1 Z X-32 Y-32 Z-28- минимальная точка заготовки

2 BLK FORM 0,2 X+32 Y+32 Z+0-максимальная точка заготовки

3 TOOL CALL 5 Z S1000-инструмент

4 L Z+100 Fmax M3-отвод на безопасное расстояние

5 L X+14 Y-35 Fmax-перемещение в первую точку на холостом ходу

6 L Z-18,5 Fmax-перемещение по Z

7 L X-14 Y-35 F160-перемещение во вторую точку с рабочей подачей

8 L X-14 Y-14-в третью точку

9 L X-35 Y-14-в четвертую точку

10 L X-35 Y+14-в пятую точку

11 L X-14 Y+14

12 L X-14 Y+35

13 L X+14 Y+35

14 L X+14 Y+14

15 L X+35 Y+14

16 L X+35 Y-14

17 L X+14 Y-14

18 L X+14 Y-35

2.9 Описание наладки станка с ЧПУ на обработку детали.

Наладка станка является одним из ответственных этапов его эксплуатации. Качественно выполненные наладка и настройка приводят к повышению производительности труда и качества продукции, способствует сохранению долговечности оборудования.

Наладка – подготовка технологического оборудования и оснастки к выполнению определенной технологической операции. Под наладкой следует понимать большой комплекс действий, направленных на подготовку как нового, так и находящегося в эксплуатации станка к работе и на поддержание его в работоспособном состоянии. Настройка – действия, присуще процессу подготовки находящегося в нормальном эксплуатационном состоянии станка к обработки детали. Таким образом, настройка станка на обработку детали есть часть наладочных работ. Сокращение времени настройки особенно важно в связи с расширением области использования станков с ЧПУ в мелкосерийном производстве.

Настройка станка на обработку включает в себя подготовку режущего инструмента и крепежной оснастки, размещение рабочих органов станка в исходном для работы положении, пробную обработку первой детали, внесение коррективов в положение инструмента и режимы обработки, исправление погрешностей и недочетов в управляющей программе.

Перед пуском станка нужно произвести его внешний осмотр и проверить состояние направляющих, правильность регулировки клиньев, состояние зажимов подвижных исполнительных органов. Проверить, нет ли

повреждений на пульте управления и других узлах. Проверить систему смазывания станка. Включить насосы смазки и по соответствующим указателям проверить поступление масла к местам смазки. Включить гидростанцию станка на 15-20 мин. Для прогрева масла. Проверить соответствие перемещений исполнительных органов положениям органов управления на пульте в наладочных режимах. Провести опробованные работы станка в автоматическом режиме. Первый рабочий ход должен быть вспомогательным (без обработки заготовки). Установить заготовку в приспособление убедиться и режущий инструмент в шпиндель станка убедиться, что заготовка и приспособление не заденут выступающие части станка. Этим подводят итог правильности выполнения всех предшествующих этапов настройки. Установить требуемую частоту вращения шпинделя. Гильзу шпинделя в большинстве случаев можно зажимать одной рукояткой. Второй зажим (гаечным ключом) используют при тяжелых режимах работы. Выбрать направление вращения шпинделя.

Нажать на кнопку «Общий пуск», далее на кнопку «Общий стоп» (для полного запуска станка) нужно нажать на кнопку «Подать напряжение» на станке. При переходе на различные режимы работы необходимо следовать за правильной установкой переключателя режимов работы.

3 Конструкторский раздел

3.1 Выбор системы станочного приспособления для операции, выполняемой на станке с ЧПУ. Описание конструкции и работы. Расчет на точность, надежность закрепления и прочность слабого звена.

В качестве технологической оснастки выбираю приспособление токарное «Планшайба». Данное приспособление предназначено для установки и закрепления детали № оп. 045, 050, 055, 060 (по проектному варианту тех процесса) на токарном станке 16К20Т1

Заготовка устанавливается на ложемент 6 попадая технологической бобышкой в предназначенное для нее отверстие ø8Н9 и прижимается гайкой 17. Для исключения поворота детали предусмотрены штифты 19, 20.

Само приспособление закрепляется за оправку в трех-кулачковый патрон.

Заготовка лишена 6-ти степеней свободы, что обеспечивает полное базирование

В данном приспособлении используется комбинированный рычажно-винтовой механизм. Винтовые зажимы являются самыми распространенными, так как просты по конструкции, являются самотормозящими, имеют значительный коэффициент усиления (50 и более). Недостатки данных зажимов: значительное время закрепления и раскрепления заготовки; ручной привод; непостоянство усилия закрепления; возможность смещения заготовки от сил трения на торце винта. Закрепление

указанными зажимами производится ключами, ручками, гайками, гайками-головками, установленными на конце винта.

Усилие закрепления зависит от длины рукоятки, величины приложенного к ней усилия, формы опорного торца и вида резьбы.

Рычажные механизмы отличаются простотой конструкции и применяются в станочных приспособлениях в виде прихватов и прижимных планок. Для облегчения установки заготовки они выполняются поворотными, откидными и передвижными.

Расчет усилия закрепления рычажно-винтового механизма.

Определяем требуемое усилие закрепления, которое определяется по формуле:

$$W_{тр}=P_z \times K_y \qquad (21)$$

Где: P_z – сила резания; K_y – коэффициент усиления

Коэффициент усиления рассчитывают по формуле:

$$K_y=K_0K_1K_2K_3K_4K_5K_6 \qquad (22)$$

Где:

K_o — гарантированный коэффициент запаса — рекомендуется принимать для всех случаев равным 1,5;

K_1 - коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания. При черновой обработке K_1=1,2; при чистовой и отделочной обработке K_1=1.

K_2 — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента. Его значения выбираются по [4] (табл.9 стр. 84-85)

K_3 — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании. При точении с ударами и торцовом фрезеровании он достигает значения 1,2. При обработке без ударов K_3=1,0.

K_4 — коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима. Для ручных зажимных устройств K_4=1,3; для механических устройств прямого действия (пневматических, гидравлических и т.п.) K_4=1,0. Если

величина допуска на размер заготовки влияет на силу закрепления, что имеет место при использовании пневмокамер, мембранных патронов и т.п., K_4=1,2.

K_5 — коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах. При удобном расположении и малом диапазоне угла её поворота K_5=1,0, при большом диапазоне (более 90°) K_5=1,2.

K_6 — коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку. Если заготовка установлена базовой плоскостью на опоры с ограниченной поверхностью контакта, K_6=1,0. Если на планки или другие элементы с большой поверхностью контакта, K_6=1,5.

K_y=1,5×1×1×1×1,3×1×1=1,95

Так как в результате расчета значение коэффициент усиления оказался меньше 2,5, принимаем K_y=2,5.

Сила резания рассчитывается по формуле:

$$P_z=10C_pt^xs^yv^nK_p \quad (23)$$

Где: Постоянная C_p и показатели степени x, y, n для конкретных (расчетных) условий обработки для каждой из составляющих сил резания приведены в [4] (табл. 22 стр. 273)

C_p=204; x=1; y=0,75; n=0

K_p-поправочный коэффициент который представляет собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$$K_p=K_{мр}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\chi p}K_{\tau p} \quad (24)$$

Численные значения этих коэффициентов приведены в [4] (табл.9,10,23 стр,264,265,275)

K_p=0,79×0,89×1×1×0,93=0,653

t - Глубина резания =2,5мм

S - Подача =0,3мм/об [4] (табл. 11 стр. 266)

V- Скорость резания = 140м/мин [4] (табл. 20 стр272)

$P_z=10\times204\times2,5^{1}\times0,3^{0,75}\times140^{0}\times0,653=1326$ Н.

$W_{тр}=1326\times2,5=3315$ Н.

Определяем фактическое усилие закрепления, которое определяется по формуле:

$$W_ф=Q\times\frac{l_1+l_2}{l_1} \qquad (25)$$

Где: Q – усилие закрепления, развиваемое винтовым зажимом, которое определяем по формуле:

$Q=L\times Pu/[0,1\times d+0,05\times(Do^3-do^3)/(Do^2-do^2)]$

Где: L-длина рукоятки ключа (L=14d); Ри-исходное усилие 100÷150; d-наружный диаметр резьбы d=10мм; Do-диаметр опорного торца гайки Do=15мм; do-диаметр отверстия в шайбе ($do\approx d+0,5$) d=10,5

$Q=140\times100/[0,1\times10+0,05\times(15^3-10,5^3)/(15^2-10,5^2)]=7142,8$ Н.

$W_ф=7142\times\frac{45+45}{45}=14284$ Н.

Проверка условия $W_ф\geq W_{расч.}$ Условие выполнено.

3.2. Описание конструкции и расчет контрольно-измерительной оснастки.

Наименование: измерительный инструмент калибр – пробка, проверяет диаметральный параметр – отверстие $\varnothing 10\,H\,12$

Калибры – средства измерительного контроля, предназначенные для проверки соответствия действительных размеров, формы и расположения поверхностей детали заданным требованиям. Калибры применяют для контроля деталей в массовом и серийном производстве. Калибры бывают нормальные и предельные. Нормальные калибры – однозначная мера, которая воспроизводит среднее значение (значение середины поля допуска) контролируемого размера. При использовании нормального калибра о

годности детали судят по зазорам между поверхностями детали и калибра. Оценка зазора, следовательно, результаты контроля в значительной мере зависит от квалификации контролера и имеют субъективный характер. Предельные калибры обеспечивают контроль по наибольшему и наименьшему предельным значениям параметров. Изготавливают предельные калибры для проверки размеров гладких цилиндрических и конических поверхностей, глубины и высоты уступов, параметров резьбовых и шлицевых поверхностей деталей. Изготавливают также калибры для контроля расположения поверхностей деталей, нормированных позиционными допусками, допусками соосности и др. При контроле предельными калибрами деталь считается готовой, если проходной калибр под действием силы тяжести проходит, а непроходной калибр не проходит через контролируемый элемент детали. Результаты контроля практически не зависит от квалификации оператора. По конструкции калибры делятся на пробки и скобы. Для контроля отверстий используют калибры – пробки, для контроля валов – калибры – скобы. По назначению калибры делятся на рабочие и контрольные. Рабочие калибры предназначены для контроля деталей в процессе их изготовления. Такими калибрами пользуются рабочие и контролеры отделов технического контроля (ОТК) на предприятиях.

Комплект рабочих предельных калибров для контроле гладких цилиндрических поверхностей деталей включают: проходной калибр (ПР), нормальный размер которого равен наибольшему предельному размеру вала или наименьшему предельному размеру отверстия; непроходной калибр (НЕ), номинальный размер которого равен наименьшему предельному размеру вала или наибольшему предельному размеру отверстия. Проходной калибр контролирует предел максимума материала детали, значит, выявленный таким калибром брак будет исправимым (на детали остается избыток материала, который можно снять при дальнейшей обработке детали с помощью того же технологического процесса). Непроходимый калибр

контролирует предел минимума материала детали, значит, выявленный таким калибром брак будет неисправимым (с детали снято слишком много материала, который нельзя вернуть с помощью того же технологического процесса). Для всех калибров устанавливают допуски на изготовление рабочих поверхностей, а для проходного калибра, который при контроле детали изнашивается более интенсивно, дополнительно устанавливают границу износа.

Источник: Расчет калибра – пробки для отверстия $\varnothing 10\,H\,12$

TD=0,15(мм)

ES=TD=0,15(мм)

EI=0

Dmax=D+ES=10+0,15=10,15мм

Dmin=D+EI=10+0=10мм

Z=0,014 мм

H=0,006 мм

У=0мм

Z-коэффициент смешения ПР

H-допуск калибра

У-коэффициент износа ПР

1) Номинальные размеры

НЕ=Dmax=10,15 мм

ПР=Dmin+Z=10+0,014=10,014 мм

ПРизн=Dmin-Y=10-0=10мм

2) Предельные размеры

НЕmax=Dmax+H/2=10,15+0,006/2=10,153мм

НЕmin=Dmax-H/2=10,15-0,006/2=10,147 мм

ПРmax=Dmin+Z+H/2=10+0+0,006/2=10,003 мм

ПРmin=Dmin+Z-H/2=10+0-0,006/2=9,997мм

3) Исполнительные размеры

НЕmax$_{-Н}$=10,153$_{-0,006}$

ПРmax$_{-Н}$=10,003$_{-0,006}$

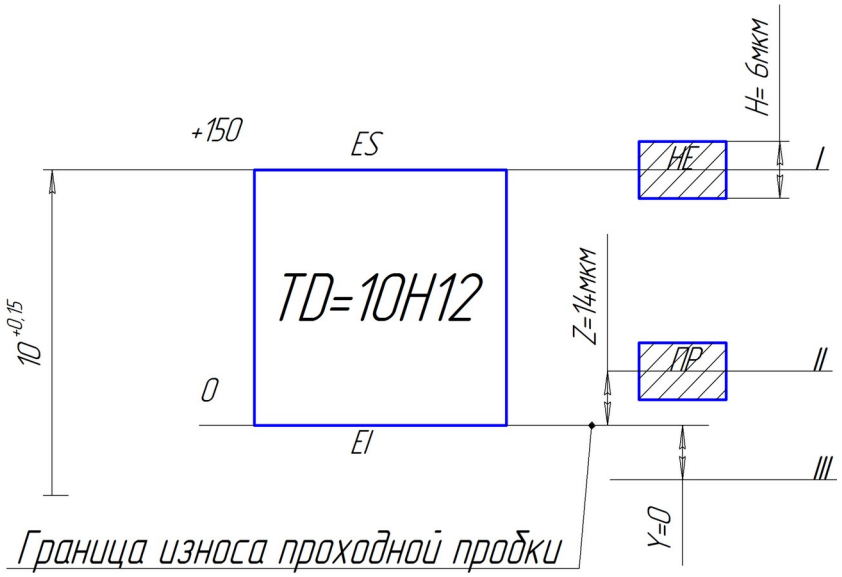

Рисунок 4 - Полей допусков калибра – пробки 10Н12

4 Экономический раздел

4.1 Расчет размера партии деталей и программы запуска продукции в производство.

Выполнение этого раздела осуществляют на основе разработанного технологического процесса обработки детали–представителя. Для расчета используют основные исходные данные:

1. деталь - Крестовина;
2. масса детали –0,1;
3. масса заготовки –1,748 кг.;
4. заготовка - Паковка;
5. стоимость 1кг. материала –400руб./кг.;
6. стоимость 1кг. реализуемых отходов–18 руб./кг.;
7. тип производства - среднесерийное.

Таблица 13 - Маршрутно-технологический процесс обработки детали «Крестовина» (Проектный технологический процесс.)

N оп.	Наименование операции	Модель станка	Нормы времени, мин				Разряд
			$T_{осн}$	$T_{всп}$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Фрезерная с ЧПУ	VMX 24t	7,84	1	11,47	25	4
010	Фрезерная с ЧПУ	VMX 24t	16,31	1	19,05	25	4
015	Слесарная		6,54	3	10,5	11,5	4
045	Токарная с ЧПУ	16К20Т1	13,34	1	15,78	25	4

050	Токарная с ЧПУ	16К20Т1	13,34	1	15,78	25	4
055	Токарная с ЧПУ	16К20Т1	13,34	1	15,78	25	4
060	Токарная с ЧПУ	16К20Т1	17,36	1	20,2	25	4

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8
065	Фрезерная	6Н12	6,09	3	10	15,5	3
70	Слесарная	стол	3,95	1,5	6	11,5	3
075	Промывочная	ванна	-	-	-	-	-
080	Гальваническая	ванна	-	-	-	-	-
085	Контрольная	стол	-	-	-	-	-

Расчет количества деталей в партии, норма штучно - калькуляционного времени и расценок.

Годовой приведенный объем выпуска деталей определяют исходя из производственной мощности оборудования и рационального его использования.

Расчет приведенного объема выпуска производят по формуле:

$$N_{пр} = M_{год} \times K_{з} = \frac{\Phi_{д} \times K_{з} \times 60}{T_{шт} \times (1+\alpha)}, \text{ где} \qquad (4)$$

$M_{год}$– годовая производственная мощность оборудования, шт.;

$K_{з}$– коэффициент загрузки оборудования;

$\Phi_{д}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, устанавливают дифференцировано по группам оборудования, час.;

$T_{шт}$ – норма штучного времени на ведущей операции, для детали–представителя ведущей операцией принимаю операцию с наименьшей нормой времени, в отдельных случаях является целесообразным объединение операций небольшой продолжительности (менее 1 минуты), которые выполняют на станках одной модели, принимаем $T_{шт} = 11{,}47 \ \ мин$.

α – коэффициент допустимых потерь на переналадку оборудования, принимаем для среднесерийное $\alpha = 0{,}06$.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования рассчитывают по формуле:

$$Ф_д = Ф_{ном} \times K_{исп\ об} \quad (5)$$

Где $Ф_{ном}$ – номинальный фонд времени рабочего оборудования за 1 год(час)

$K_{исп\ об}$ – коэффициент использования оборудования

Номинальный фонд времени работы оборудования за год рассчитывают по формуле

$$Ф_{ном} = \left(Д_К - Д_{пр} - Д_{вых}\right) \times t_{см} - Д_{ппр} \times t_с) \times S, \text{ где} \quad (6)$$

$Д_К$ – число календарных дней в планируемом году, при расчете годового фонда времени за основу берем, данные календаря на 2019 год, $Д_К = 365\ дн.$;

$Д_{пр}$ – число праздничных дней в году, $Д_{пр} = 14\ дн.$;

$Д_{вых}$ – число выходных дней в году, $Д_{вых} = 104\ дн.$;

$t_{см}$ – продолжительность рабочей смены, $t_{см} = 8\ час$;

$Д_{ппр}$ – число предпраздничных сокращенных рабочих дней в году, $Д_{ппр} = 6\ дн.$;

$t_с$– число часов,на которое сокращается предпраздничный рабочий день, в соответствии с законодательством РФ, $t_с = 1$ час;

S – количество рабочих смен, принимаем $S = 2$;

$K_{исп.об.}$ – коэффициент использования оборудования.

Коэффициент использования оборудования рассчитывают по формуле:

$$K_{исп.об.} = 1 - \frac{\alpha_р}{100}, \text{ где} \quad (7)$$

$\alpha_р$ – процент, который определяет потери времени на ремонт и профилактику оборудования, в соответствии с графиком планово-предупредительного ремонта оборудования $\alpha_р = 14\,\%$.

$$K_{исп.об.} = 1 - \frac{14}{100} = 0{,}86$$

$$Ф\ ном = \left(365 - 14 - 104\right) \times 8 - 6 \times 1) \times 2 = 3940\ час.$$

$$Ф_д = 3940 \times 0{,}86\ = 3388{,}4\ час.$$

$$N_{пр} = \frac{3388{,}4 \times 0{,}85 \times 60}{11{,}47 \times \left(1 + 0{,}06\right)} = 14380\ шт.$$

Принимаем $N_{пр} = 15000 \ \ шт.$

Годовой объем выпуска детали представителя, определяют по формуле:

$$N_{год} = от \frac{N_{пр}}{K_{з.о max}} до \frac{N_{пр}}{K_{з.о min}}, \text{ где} \qquad (8)$$

$K_{з.о}$ – коэффициент закрепления операции, согласно ГОСТ 31108-74 для средне-серийного производства $K_{з.о} = от \ \ 11 \ \ до \ \ 20.$

$$N_{год} = от \frac{15000}{20} до \frac{15000}{11} = от \ \ 750 \ \ до \ \ 1364 \ \ шт.$$

Принимаем $N_{год} = 1200 \ \ шт.$

Количество наименований деталей, обрабатываемых на участке, рассчитывают по формуле.

$$m_{д} = \frac{Ф_{д} \times K_{з.о} \times 60}{T_{шт} \times (1 + 0{,}06) \times N_{год}} \qquad (9)$$

$$m_{д} = \frac{3388{,}4 \times 0{,}85 \times 60}{11{,}47 \times (1 + 0{,}06) \times 1200} = 11{,}84 \quad шт.$$

Принимаем $m_{д} = 12 \ \ шт.$

При равномерном выпуске продукции и закреплении за каждым рабочим местом одной операции $m_{д} = K_{з.о}$.

В данном случае $m_{д} = 12 \ \ шт.$ и находится в пределах величины $K_{з.о} = 11 \div 20$, что соответствует заданию.

Минимальное число деталей в партии, определяют по формуле:

$$n_{д} = \frac{T_{пз}}{T_{шт} \times \propto}, \text{ где} \qquad (27)$$

$T_{пз}$ – норма подготовительно заключительного времени на партию деталей на ведущей операции, по данным таблицы 13, $T_{пз} = 25 \ \ мин.$

$$n_{д} = \frac{25}{11{,}47 \times 0{,}06} = 36{,}7 \ \ шт.$$

Расчетная величина партии корректируется таким образом, что бы она была не менее полусменного выпуска деталей и кратна годовому выпуску.

Выпуск детали за половину смены определяют по формуле:

$$\frac{1}{2} N_{см} = \frac{T_{оп.см}}{2 T_{оп}}, \text{ где} \qquad (28)$$

$T_{оп.см}$– оперативное время за смену, принимаем$T_{оп.см} = 300$ *мин*.

$T_{оп}$ – норма оперативного времени на ведущей операции, мин.

Норму оперативного времени на ведущей операции рассчитывают по формуле:

$T_{оп} = T_{осн} + T_{всп}$, где (29)

$T_{осн}$ – основное время на ведущую операцию, мин;

$T_{всп}$ – *вспомогательное время на ведущую операцию*, мин

$$T_{оп} = 7{,}84 + 1 = 8{,}84 \text{ мин}.$$

$$\frac{1}{2} N_{см} = \frac{300}{2 \times 8{,}84} = 16{,}96 \text{ шт}.$$

Принимаем $n_д = 30$ *шт*., что близко к расчетному значению и кратно годовому выпуску.

Норму штучно-калькуляционного времени на операцию определяют по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n_д} \quad (30)$$

$$T_{шк} = 11{,}47 + \frac{25}{30} = 12{,}3 \text{ мин}.$$

Сдельную расценку на операцию рассчитывают по формуле:

$P_{сд} = \frac{T_{шк} \times C_{час}}{60}$, где (31)

$C_{час}$ – часовая тарифная ставка соответствующего разряда работ,

$C_{час\ 4\ раз.} = 102 \text{ руб./час}$ $C_{час\ 3\ раз.} = 90 \text{ руб./час}$

$$P_{сд} = \frac{12{,}3 \times 102}{60} = 20{,}91 \text{ руб./шт}.$$

Сдельные расценки на все операции рассчитывают в таблице 14.

Таблица 14 - Нормы штучно-калькуляционного времени и расценки по операциям.

N операции	$T_{шт}$, мин	$T_{пз}$, мин	$n_д$, шт	$T_{шк}$, мин	Разряд рабочего	$C_{мин}$ Руб/мин	$P_{сд}$, Руб/мин
005	11,47	0,83	30	12,3	4	1,7	20,91
010	19,05	0,83		19,8	4	1.7	33,66
015	10,5	0,38		10,88	4	1,7	18,36
045	15,78	0,83		16,61	4	1,7	28,28
050	15,78	0,83		16,61	4	1,7	28,28
055	15,78	0,83		16,61	4	1,7	28,28
060	20,2	0,83		21,03	4	1,7	35,75
065	10	0,51		10,51	3	1,5	15,76
070	6	0,38		6,38	3	1,5	9,57
Итого:	_	_		130,73	_	_	218,85

Общую трудоемкость обработки детали определяют по формуле:

$$T_д = \sum_{1}^{m} T_{шк}, \text{ где} \qquad (32)$$

m –количество наименований операций, в соответствии с технологическим процессом., $m = 9\, операций$.

$$T_д = 12,3 + 19,8 + 10,88 + 16,61 + 16,61 + 16,61 + 21,03 + 10,51 + 6,38 = 130,73\, мин.$$

Общую трудоемкость годового приведенного объема выпуска детали определяют по формуле:

$$T_{год} = \frac{T_д \times N_{пр}}{60} \qquad (33)$$

$$T_{год} = \frac{130,73 \times 15000}{60} = 32682,5\ \ н.час.$$

4.2 Расчет потребности количества оборудования.

Расчетное количество станков по каждой операции рассчитывают по формуле:

$$n_p = \frac{T_{шк} \times N_{пр}}{Ф_д \times 60} \quad (34)$$

$$n_p = \frac{12{,}3 \times 15000}{3388{,}4 \times 60} = 0{,}91$$

Принимаем $n_{пр} = 1 \ шт$.

Коэффициент загрузки оборудования рассчитывают по формуле:

$$K_з = \frac{n_p}{n_{пр}} \quad (35)$$

$$K_з = \frac{0{,}91}{1} = 0{,}91$$

Таблица 15 - Расчет количества оборудования и коэффициент его загрузки.

N операции	Тип и модель станка	$N_{пр}$	$T_{шк}$, мин	$Ф_д$, час	n_p, шт	$n_{пр}$, шт	$K_з$
1	2	3	4	5	6	7	8
005	VMX24t	15000	12,3	3388,4	0,91	1	0,91
010	VMX24t		19,8		1,46	2	0,73
015	стол		10,88	3940	0,69	1	0,69
045	16К20Т1		16,61	3388,4	1,23	2	0,62
050	16К20Т1		16,61		1,23	2	0,62
055	16К20Т1		16,61		1,23	2	0,62
060	16К20Т1		21,03		1,55	2	0,78
065	6Н12		10,51		0,78	1	0,78
070	стол		6,38	3940	0,40	1	0,40
Итог	_		130,73	_	9,48	14	0,68

Средний коэффициент загрузки оборудования рассчитывают по формуле:

$$K_{з.ср} = \frac{\sum_{1}^{m} n_p}{\sum_{1}^{m} n_{пр}}, \text{ где} \qquad (36)$$

m – количество наименования оборудования.

По данным таблицы 15, $m = 14\,шт$.

$$K_{з.ср} = \frac{9{,}48}{14} = 0{,}68$$

График загрузки оборудования на участке представлен на рисунке 5.

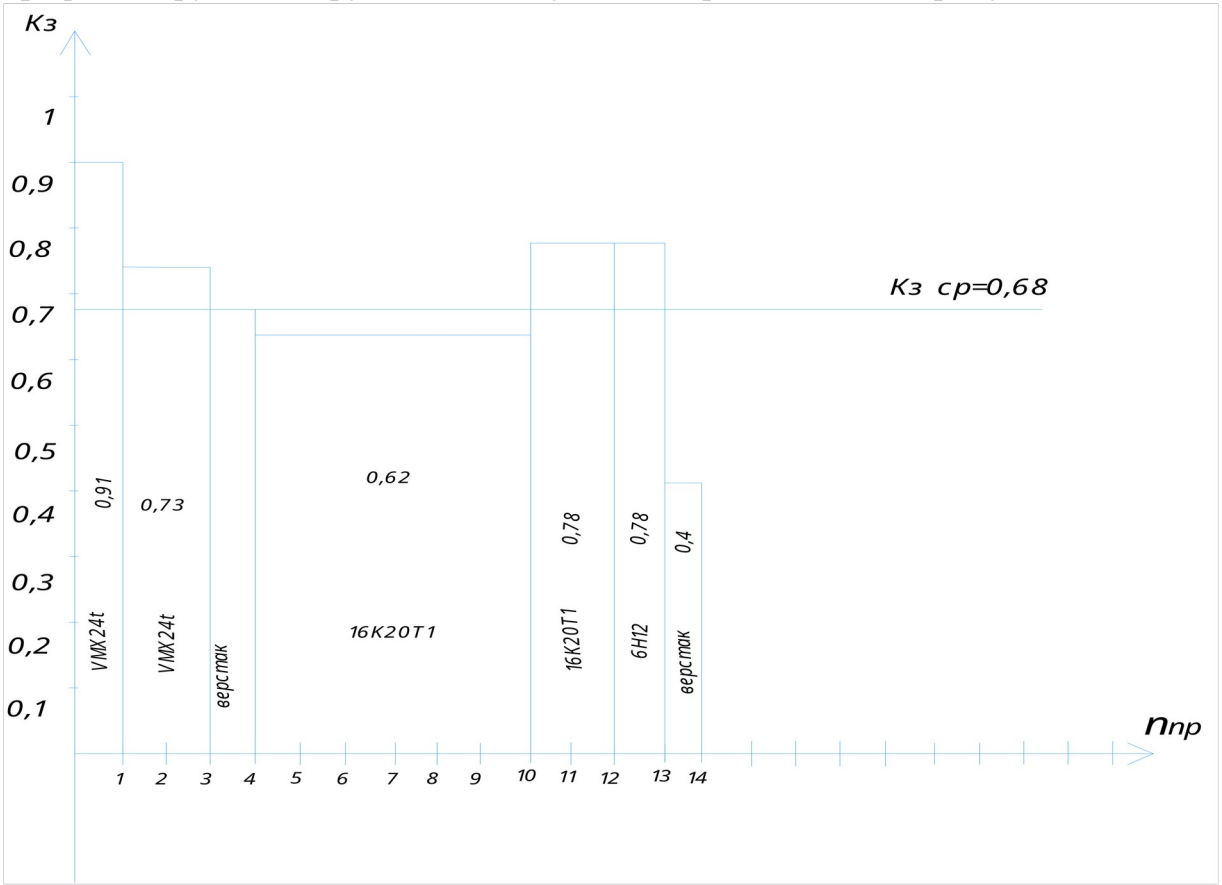

Рисунок 5 - График загрузки оборудования

На основе расчетов, произведенных в таблице 15 и информации, собранной на предприятии, составляем сводную ведомость оборудования.

Таблица 16 - Сводная ведомость оборудования.

Тип и модель станка	Габарит-ные размеры м^2	Кол-во станков	Коэф-т загрузки	Мощность кВт		Категория ремонтной сложности		Сумма единиц ремонтной сложности		Прейску-рантная цена,тыс руб		Балансовая стоимость, тыс. Руб
				1 ст.	Всех станк	Мех. часть	Эл. часть	Мех. часть	Эл. часть	1 ст.	Вс ех ст.	
VMX24t	7,32	3	0,79	9	27	-	-	-	-	1850	5550	6105
Верстак	2	2	0,55	-	-	-	-	-	-	10	20	22
16К20Т1	5,3	8	0,66	11	88	14	18	42	54	860	6880	7568
6Н12	3,65	1	0,78	7	7	10	12	38	50	1300	1300	1430
Итого:	-	14	0,68	-	122	-	-	-	-	-	13750	15125

4.3 Расчет площади участка.

Расчет производственной площади участка производят по формуле:

$$S_{пр} = \sum_{1}^{m} S_{уд} \times n_{пр}, \text{ где} \qquad (37)$$

m – количество наименований оборудования;

$S_{уд}$ – производственная площадь на единицу оборудования, данные об удельной площади каждого оборудования, представлены в таблице 4, $м^2$.

$$S_{пр} = .7,32 \times 3 + 2 \times 2 + 5,3 \times 8 + 3,65 \times 1 = 71,61 \ \ м^2$$

К полученному значению производственной площади необходимо добавить площадь на внутрицеховые проезды и проходы, дополнительная площадь составляет 5% от производственной площади.

Производственную площадь с учетом дополнительной площади под внутрицеховые проезды и проходы рассчитывают по формуле:

$S_{пр.уч.доп} = S_{пр} \times 1{,}05$, где (38)

1,25 – коэффициент, учитывающий дополнительные площади под проходы и проезды.

$S_{пр.уч.доп} = 71{,}61 \times 1{,}05 = 75\,м^2$.

На проектируемом участке также необходимо предусмотреть площади для главного проезда, для этого при расчете используют коэффициент дополнительных площадей, который колеблется от 1,3 до 2 и даже выше.

Тогда общую производственную площадь участка с учетом всех дополнительных площадей рассчитывают по формуле:

$S_{общ} = S_{пр.уч.доп} \times K_{гл}$, где (39)

$K_{гл}$ – коэффициент дополнительных площадей для главного проезда, $K_{гл} = 8{,}5$

$S_{общ} = 75 \times 8{,}5 = 638\,м^2$.

Принимаем общую площадь с учетом рабочего места мастера равной 648 м^2

$S_{общ}$ = 648 м^2

4.4 Расчет численности основных производственных рабочих.

Для того, чтобы произвести расчет численности производственных рабочих необходимо проанализировать возможность многостаночного обслуживания. Многостаночное обслуживание является одним из направлений повышения эффективности производства, так как оно обеспечивает сокращение производственных рабочих и рост производительности труда. Многостаночное обслуживание применяется на

станках с достаточно высоким уровнем автоматизации. Наилучшее возможности имеются при наличии нескольких одинаковых станков, выполняющих одну операцию, то есть станков – дублеров.

Количество станков – дублеров, которые может обслуживать один рабочий, определяют исходя из машинно–автоматического и ручного времени по формуле:

$$S_м = \frac{T_{м.авт}}{T_{ручн}} + 1 \text{ , где} \qquad (40)$$

$T_{м.авт}$–машинно–автоматическое время на выполнение операций, мин.;

$T_{ручн}$– время выполнения ручных операций, а также время на наблюдения за работой станков и на переходы от станка к станку, мин.

Машино – автоматическое время на операцию рассчитывают по формуле:

$$T_{м.авт} = T_{осн} - 5\% \times T_{осн} + 0{,}05 \text{ , где} \qquad (41)$$

$T_{осн}$ - время выполнения основной операции. По данным таблицы 13,

$T_{осн} = 17{,}36\ мин.$

$T_{м.авт} = 17{,}36 - 0{,}05 \times 17{,}36 + 0{,}05 = 16{,}55\ мин.$

Время выполнения ручных операций определяют по формуле:

$$T_{ручн} = T_{всп} + 0{,}05 \times T_{осн} + 0{,}05 \qquad (42)$$

По данным таблицы 13, $T_{всп} = 1$ мин.

$T_{ручн} = 1 + 0{,}05 \times 17{,}36 + 0{,}05 = 1{,}91\ мин.$

Количество станков, обслуживаемых одним рабочим, принимаем путем округления расчетов в меньшую сторону, с учетом фактического (принятого) количества станков и равномерного распределения работы между рабочими.

$$S_м = \frac{16{,}55}{1{,}91} + 1 = 9{,}66$$

Принимаем $n_м = 2$шт., так как $n_{пр} = 2$шт.

Расчет численности производственных рабочих производят по каждой профессии и разряду, исходя из трудоемкости работ за год.

Расчет численности производственных рабочих производят по формуле:

$$Ч_{пр} = \frac{T_{шк} \times N_{пр}}{Ф_{эф} \times 60 \times S_m}, \text{ где} \qquad (43)$$

$Ф_{эф}$-плановый эффективный фонд рабочего времени одного работника за год, час.

Плановый эффективный фонд рабочего времени за год рассчитывают по формуле:

$$Ф_{эф} = \left[\left(Д_к - Д_{пр} - Д_{вых} \right) \times t_{см} - Д_{ппр} \times t_c \right] \times K_{испр.вр}, \text{ где} \qquad (44)$$

$K_{испр.вр}$-коэффициент использования рабочего времени.

Коэффициент использования рабочего времени рассчитывают по формуле:

$$K_{испр.вр} = 1 - \frac{\alpha_n}{100}, \text{ где} \qquad (45)$$

α_n-процент, определяющий потери времени по уважительным причинам.

По данным бухгалтерии $\alpha_n = 11\%$.

$$K_{испр.вр} = 1 - \frac{11}{100} = 0,89$$

$$Ф_{эф} = \left[\left(365 - 14 - 104 \right) \times 8 \ - 6 \times 1 \ \right] \times 0,89 = 1753,3 \text{ час.}$$

$$Ч_{пр} = \frac{21,03 \times 15000}{1753,3 \times 60 \times 2} = 1,5$$

Принимаем $Ч_{пр}$=2 чел.

Расчет численности производственных рабочих на остальных операциях производят в таблице 17.

Таблица 17 - Расчет численности производственных рабочих.

Тип и модель станка	$n_{пр}$, шт	Профессия	Разряд	$T_{шк}$, мин	$N_{пр}$, шт	$Ф_{эф}$, час	$n_м$, чел	$Ч_{пр}$, чел	Численность рабочих, чел		
									всего	1 см.	2 см.
Фр. ЧПУ VMX24t	1	Фрезеровщик	4	12,3	15000	1753,3	1	1,75	2	1	1
Фр. ЧПУ VMX24t	2	Фрезеровщик	4	19,8			1	2,8	3	2	1
Верстак	1	Слесарь	4	10,88			1	1,55	2	1	1
Токарный 16К20Т1	2	Токарь	4	16,61			1	2,36	3	2	1
Токарный 16К20Т1	2	Токарь	4	16,61			1	2,36	3	2	1
Токарный 16К20Т1	2	Токарь	4	16,61			1	2,36	3	2	1
Токарный 16К20Т1	2	Токарь	4	21,03			2	1,5	2	1	1
Фрезерный 6Н12	1	Фрезеровщик	3	10,51			1	1,49	2	1	1
Верстак	1	Слесарь	3	6,38			1	0,9	1	1	-
Итог:	14	-	-	130,73	-	-	-	-	21	13	8

Средний разряд производственных рабочих определяют по формуле:

$$P_{ср} = \frac{\sum_{1}^{m} P \times Ч_{пр}}{Ч_{пр.общ}}, \text{ где} \qquad (46)$$

m-количество наименований операции;

$Ч_{пр}$- численность рабочих соответствующего разряда;

$Ч_{пр.общ}$- общая численность производственных рабочих, по данным таблицы17; $Ч_{пр.общ}=21\,чел$.

$$Р_{ср}=\frac{3\times3+4\times18}{21}=3,85$$

Производительность труда рабочих производственного участка определяют как выработку продукции в норма–часах в расчете на одного производственного рабочего по формуле:

$$П_{тр}=\frac{Т_{год.общ}}{Ч_{пр.общ}} \qquad (47)$$

$$П_{тр}=\frac{32682,5}{21}=1556,3 \text{ н.час/чел.}$$

Расчет численности наладчиков оборудования производят поэтапно.

Явочное количество наладчиков по каждому типу станков определяют по формуле:

$$Ч_{нал.яв}=\frac{n_{пр}\times K_{см}}{Н_{обсл}}, \text{ где} \qquad (48)$$

$K_{см}$- коэффициент сменности работы оборудования, $K_{см}=2\ \ см.$;

$Н_{обсл}$- норма обслуживаниястанков на одного наладчика в смену для станков с ЧПУ $Н_{обсл}=6\ \ шт.$, для станков с ручным управлением $Н_{обсл}=10\ \ шт.$

Станки с ЧПУ: $Ч_{нал.яв}=\frac{11\times2}{6}=3,6$;

Станки с ручным управлением: $Ч_{нал.яв}=\frac{1\times2}{10}=0,2;$

Списочное количество наладчиков рассчитывают по формуле:

$$Ч_{нал.сп}=\frac{\sum_{1}^{m}Ч_{нал.яв}}{K_{н}}, \text{ где} \qquad (49)$$

$K_{н}$- коэффициент, учитывающий невыходы на работу по уважительной причине (отпуск, болезнь, выполнение государственных обязанностей), $K_{н}=0,89$.

$$Ч_{нал.сп}=\frac{3,6+0,2}{0,89}=4,2$$

Принимаем $Ч_{нал.сп}=5$ чел.

4.5 Расчет тарифного и годового фондов заработной платы основных производственных рабочих.

Для оплаты труда производственных рабочих применяется сдельно-премиальная форма оплаты труда.

Фонд зарплаты производственных рабочих состоит из основной и дополнительной заработной платы.

Расчет фонда заработной платы производственных рабочих производят по формуле:

$ЗП_{пр} = ЗП_{осн} + ЗП_{доп}$, где (50)

$ЗП_{осн}$ - фонд основной заработной платы производственных рабочих за год, руб.;

$ЗП_{доп}$ - фонд дополнительной заработной платы производственных рабочих, руб.

Годовой фонд основной заработной платы рассчитывают по формуле:

$ЗП_{осн} = ЗП_{тар} \times K_{пр}$, где (51)

$ЗП_{тар}$ - годовой фонд тарифной заработной платы производственных рабочих, руб.;

$K_{пр}$ - коэффициент, учитывающий сумму премий, по данным бухгалтерии $K_{пр}$=1,9.

Годовую сумму тарифного заработка рассчитывают по формуле:

$ЗП_{тар} = \sum_{1}^{m} P_{пр.сд} \times N_{пр}$, где (54)

m - количество наименований операций, связанных с обработкой детали;

$P_{пр.сд}$ - прямая сдельная расценка на обработку одной детали, руб./шт.

Расчет прямой сдельной расценки с учетом коэффициента многостаночного обслуживания производим в таблице 19, которая составлена с помощью таблицы 18.

Таблица 18 - Значение коэффициентов, учитывающих многостаночное обслуживание.

Количество обслуживаемых станков	1	2	3	4	5	6	7
$K_{мн}$	1,00	0,65	0,48	0,39	0,35	0,32	0,3

Таблица 19 - Расчет прямой сдельной расценки с учетом коэффициента многостаночного обслуживания

Вид операции	Сдельная расценка, руб/шт	Коэффициент многостаночного обслуживания $K_{шт}$	Тарифный заработок за одну деталь , руб/шт
005 Фрезерная с ЧПУ	20,91	1	20,91
010 Фрезерная с ЧПУ	33,66	1	33,66
015 Слесарная	18,36	1	18,36
045 Токарная	28,28	1	28,28
050 Токарная	28,28	1	28,28
055 Токарная	28,28	1	28,28
060 Токарная	35,75	0,65	23,23
065 Фрезерная	15,76	1	15,76
070 слесарная	9,57	1	9,57
Итог:	218,85	_	206,33

$ЗП_{тар} = 206{,}33 \times 15000 = 3094950\ руб.$

$ЗП_{осн} = 3094950 \times 1{,}9 = 5880405\ руб.$

Годовой фонд дополнительной заработной платы производственных рабочих определяют по формуле:

$ЗП_{доп} = \frac{\alpha_{доп}}{100} \times ЗП_{осн}$, где (53)

$\alpha_{доп}$ - процент, определяющий сумму дополнительной заработной платы, по данным бухгалтерии планово–экономического отдела $\alpha_{доп} = 11\%$.

$ЗП_{доп} = \frac{11}{100} \times 5880405 = 646844{,}55 \ \ руб.$

$ЗП_{пр} = 5880405 + \ \ 646844{,}55 \ = 6527249{,}55 \ \ руб.$

Среднемесячную заработную плату производственных рабочих рассчитывают по формуле:

$ЗП_{с/м} = \frac{ЗП_{пр}}{12 \times n_{пр}}$ (54)

$ЗП_{с/м} = \frac{6527249{,}55}{12 \times 21} = 25901{,}78 \ \ руб./мес.$

4.6 Расчет годового расхода и стоимости основных материалов по участку.

Годовой расход основных материалов определяют на основе нормы расхода на деталь, величина которой определена в технологической части. Стоимость материалов определяют исходя из стоимости заготовки с учетом возвратных сумм за реализованные отходы по формуле:

$М = С_{заг} - С_{отх}$, где (55)

$С_{заг}$ - стоимость заготовки, руб.;

$С_{отх}$ - стоимость отходов, руб.

Таблица 20 - Цеховая себестоимость

1	2	3	4
Стоимость отходов	за 1 кг., руб	18	18
	на 1 деталь,руб	29,66	9
	на годовую приведенную программу выпуска, руб	444900	135000
Стоимость материалов за вычетом отходов	на 1 деталь, руб	669,54	231
	на годовую приведенную программу выпуска, руб	10043100	3465000

Продолжение таблицы 20

Годовые затраты на материалы определяют по формуле:

$$M_{год} = M \times N_{пр} \quad (56)$$

Стоимость заготовки определяют по формуле:

$C_{заг} = M_{заг} \times C_м$, где (57)

$M_{заг}$ - масса заготовки, $M_{заг} = 0{,}6\,кг$.

$C_м$ – стоимость материала, $C_м$ = 400 руб./кг

$C_{заг} = 0{,}6 \times 400 = 240\ \ руб$..

Стоимость отходов определяют по формуле:

			Базовый	Проектный
1	2		3	4
Деталь	Наименование		Крестовина	Крестовина
	Годовой приведенный выпуск, шт		15000	15000
	Масса, кг.	1 детали	0,1	0,1
		Годовой приведенный выпуск	1500	1500
Заготовка	Материал		12Х18Н10Т	12Х18Н10Т
	Вид заготовки		Паковка	Штамповка
	Норма расхода кг	на 1 деталь	1,748	0,6
		на годовой приведенный выпуск	26220	9000
Стоимость материала	на 1заготовку, руб		699,2	240
	на годовой приведенный выпуск, руб		10488000	3600000
Масса отходов	на 1 заготовку, кг		1,648	0,5
	на годовой приведенный выпуск, кг		24720	7500

$C_{отх} = M_{отх} \times Ц_{отх}$, где (58)

$M_{отх}$ – масса отходов, $M_{отх} = 0{,}5\,кг.;$

$Ц_{отх}$ – цена одного кг. отходов, $Ц_{отх} = 18$ руб./кг.

$C_{отх} = 0{,}5 \times 18 = 9 \ \ руб.$.

$M = 240 - 9 = 231 \ \ руб.$

$M_{год} = 231 \times 15000 = 3465000 \ \ руб.$

$$\Delta M_{год} = 10043100 - 3465000 = 6578100 \, руб.$$

4.7 Определение цеховой себестоимости детали-представителя.

Цеховая себестоимость одной детали включает расходы на основные материалы за вычетом отходов, расходы на основную заработную плату производственных рабочих, расходы на дополнительную заработную плату производственных рабочих, сумму отчислений на социальные нужды, расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, а также цеховые накладные расходы.

Расчет цеховой себестоимости производят по формуле:

$C_{цех} = М + ЗП_{осн} + ЗП_{доп} + ОТЧ + Р_{сэо} + ЦР$, где (59)

ОТЧ – сумма отчислений с заработной платы во внебюджетные фонды на социальные нужды, руб.;

$Р_{сэо}$ - расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

ЦР – цеховые накладные расходы, руб.

Стоимость основных материалов за вычетом отходов на 1 изделие определена в таблице 20, М=231 руб.

Основную заработную плату производственных рабочих на одну деталь определяют по формуле:

$$ЗП_{осн.д} = \sum_{1}^{m} P_{пр.сд} \times K_{пр} \quad (60)$$

$$ЗП_{осн.д} = 206{,}33 \times 1{,}9 = 392{,}03 \; руб.$$

Дополнительную заработную плату на одну деталь определяют в размере 11% к основной заработной плате по формуле:

$$ЗП_{доп.д} = \frac{11 \times ЗП_{осн.д}}{100} \quad (61)$$

$$ЗП_{доп.д} = \frac{11 \times 392{,}03}{100} = 43{,}12 \; руб.$$

Отчисление на социальные нужды определяют в размере 30% к сумме основной и дополнительной заработной платы по формуле:

$$ОТЧ = \frac{30 \times \left(ЗП_{осн.д} + ЗП_{доп.д} \right)}{100} \quad (62)$$

$$ОТЧ = \frac{30 \times \left(392{,}03 + 43{,}12 \right)}{100} = 130{,}55 \; руб.$$

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования определяют в размере 250% к основной заработной плате производственных рабочих по формуле:

$$Р_{сэо.д} = \frac{250 \times ЗП_{осн.д}}{100} \quad (63)$$

$$Р_{сэо.д} = \frac{2\,50\,x\,392{,}03}{100} = 980{,}08 \; руб.$$

Цеховые накладные расходы определяют в размере 280% к основной заработной плате производственных рабочих по формуле:

$$ЦР_{д} = \frac{280 \times ЗП_{осн.д}}{100} \quad (64)$$

$$ЦР_{д} = \frac{280 \times 392{,}03}{100} = 1097{,}68 \; руб.$$

Расчет цеховой себестоимости производят в таблице 21.

Таблица 21 - Калькуляция цеховой себестоимости.

Статьи затрат	Сумма, руб.

1.Материалы (за вычетом отходов)	231
2. Основная заработная плата производственных рабочих на одну деталь	392,03
3. Дополнительная заработная плата производственных рабочих	43,12
4. Отчисления на социальные нужды	130,55
5. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	980,08
6. Цеховые накладные расходы	1097,68
Итого: цеховая себестоимость ($C_{цех}$)	2874,46

Себестоимость годового объема выпуска продукции рассчитывают по формуле:

$$C_{цех.год} = C_{цех} \times N_{пр} \quad (65)$$

$$C_{цех.год} = 2874{,}46 \times 15000 = 43116900 \ \ руб$$

4.8 Технико-экономическое обоснование спроектированного технологического процесса.

Экономическую эффективность проектируемого технологического процесса определяют путем экономического сравнения выбранного технологического процесса с базовым.

При сравнение вариантов технологического процесса наиболее экономичным является тот вариант, который имеет наименьшую величину приведенных экономических затрат.

Приведенные экономические затраты определяют по каждому варианту исходя из одного и того же объема выпуска детали по формуле:

$З_{пр} = C_{мо.год} + E_н \times K$, где (66)

$C_{мо.год}$- себестоимость механической обработки (технологическая себестоимость) годового приведенного объема выпуска деталей по каждому варианту технологического процесса, руб.;

$E_н$-отраслевой нормативный коэффициент экономической эффективности, $E_н = 0{,}15$;

K-капитальные вложения по каждому варианту технологического процесса, руб.

Годовой экономический эффект от внедрения выбранного технологического процесса определяют по формуле:

$$Э_{год} = З_{пр\ 1} - З_{пр\ 2} \quad (67)$$

В том случае, если выбранный технологический процесс требует большую сумму капитальных вложений по сравнению с базовым вариантом, то следует определить срок окупаемости дополнительных капитальных вложений за счет экономии полученной от снижения себестоимости продукции по формуле:

$$T_{ок} = \frac{K_2 - K_1}{C_{мо.год\ 1} - C_{мо.год\ 2}} \le T_{н.оп}, \text{ где} \quad (68)$$

$T_{н.ок}$-нормативный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, год.

Нормативный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений рассчитывают по формуле:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_n} \quad (69)$$

$$T_{ок} = \frac{1}{0{,}15} = 6{,}6$$

Если выбранный вариант технологического процесса позволяет уменьшить капитальные вложения, то рассчитывают экономию капитальных вложений по формуле:

$$Э_{кап} = K_1 - K_2 \quad (70)$$

Таблица 22 - Исходные данные для экономического сравнения вариантов технологического процесса.

1	2				3	
Наименование данных	Первый вариант. Базовый.				Второй вариант. Проектируемый.	
Деталь представитель	Крестовина					
Годовой приведенный объем выпуска деталей ($N_{пр}$), шт.	15000					
Количество наименований, обрабатываемых деталей	13					
Тип и модель станка	6Р83				VMX24t	
Номер операции	035	040	045	050	005	010
Норма штучно – календарного времени ($T_{шк}$), мин.	5,73	8,35	8,46	14,15	12,3	19,8
Принятое количество станков $(n_{пр})$, шт.	1	1	1	2	1	2
Коэффициент загрузки станков ($K_з$)	0,42	0,62	0,62	0,59	0,91	0,73
Площадь станка по габаритам ($м^2$)	5,99				7,32	
Оптовая цена станка $(Ц_{ст})$, тыс.руб.	800				1850	

Продолжение таблицы 21

1	2				3	
Приспособление	тиски				тиски	
Категория ремонтной сложности станка: Мех. часть Эл. часть	18 15				- -	
Количество рабочих: станочников ($Ч_{пр}$), чел.	1	2	2	3	2	3
наладчиков ($Ч_{нал}$), чел.	1				1,2	
Разряд рабочих: станочников наладчиков	4 4				4 4	

Количество станков, обслуживаемых одним рабочим ($S_м$), шт.	1	1	1	1	1	1

Расчет технологической себестоимости годовой программы выпуска изделия по сравниваемым вариантам.

Себестоимость механической обработки (технологическая себестоимость) включает затраты, зависящие от применяемой техники и технологии и величина которой является различной для сравниваемых вариантов.

Себестоимость механической обработки годового приведенного объема выпуска изделий определяют по формуле:

$C_{мо} = ЗП_{пр} + ЗП_{нал} + A_{ст} + A_{пл} + C_{рем} + C_{тех.обсл.}$,где (71)

$ЗП_{пр}$-годовая зарплата производственных рабочих за выполнение годового выпуска изделий на данной операции по сравниваемым вариантам с учетом отчислений во внебюджетные фонды, руб.;

$ЗП_{нал}$-заработная плата наладчиков за год с учетом отчислений во внебюджетные фонды, руб.;

$A_{ст}$-годовые амортизационные отчисления на полное восстановление станков, руб.;

$A_{пл}$-годовые затраты на амортизацию и содержание площадей, занимаемых станками, руб.;

$C_{рем}$-годовые затраты на ремонт и обслуживание оборудования, руб.;

$C_{тех.обсл.}$-годовые затраты на техническое обслуживание устройств с ЧПУ, руб.

Заработную плату производственных рабочих с учетом отчислений во внебюджетные фонды рассчитывают по формуле:

$ЗП_{пр} = P_{сд} \times N_{пр} \times K_{мн} \times K_{пр} \times K_{доп} \times K_{отч}$, где (72)

$K_{доп}$-коэффициент, учитывающий сумму дополнительной заработной платы, $K_{доп} = 1{,}11$;

$K_{отч}$-коэффициент, учитывающий сумму отчислений с заработной платы во внебюджетные фонды, в соответствии с законодательством Российской Федерации, $K_{отч}=1,3$.

Прямую сдельную расценку на операцию по сравниваемым вариантам рассчитывают по формуле:

$$P_{сд}=\frac{T_{шк}\times C_{час}}{60}\times Кмн \qquad (73)$$

$$P_{сд.баз.}=\frac{(5,73+8,35+8,46+14,15)\times 102}{60}=62,37 \quad руб./шт.$$

$$P_{сд.проект.}=\frac{(12,3+19,8)\times 102}{60}=54,57 \quad руб./шт.$$

$$ЗП_{пр.баз.}=62,37\times 15000\times 1\times 1,9\times 1,11\times 1,3=2564997,44 \quad руб.$$

$$ЗП_{пр.проект.}=54,57\times 1500\,0\times 1\times 1,9\times 1,11\times 1,3=2244218,54\ руб.$$

Заработную плату наладчиков с учетом отчислений во внебюджетные фонды рассчитывают по формуле:

$$ЗП_{нал}=Ч_{нал}\times Ф_{эф}\times C_{час}\times K_{пр}\times K_{доп}\times K_{отч} \qquad (74)$$

$$ЗП_{нал.баз.}=1\times 1753,3\times 128,15\times 1,9\times 1,11\times 1,3=616019,95\ руб.$$

$$ЗП_{нал.проект.}=1,2\times 1753,3\times 128,15\times 1,9\times 1,11\times 1,3=739923,94 \quad руб.$$

Величину годовых амортизационных отчислений на полное восстановление станков рассчитывают по формуле:

$$A_{ст}=\frac{Ц_{ст}\times n_{пр}\times 1,1\times H_{в}}{100}, \text{ где} \qquad (75)$$

$Ц_{ст}$- оптовая цена станка, по данным таблицы 22, $Ц_{ст.проек.}=1850000\ руб.$; $Ц_{ст.баз.}=800000\ руб$

$H_{в}$- норма ежегодных амортизационных отчислений на полное восстановление станков, $H_{в}=5,6\%$;

1,1 – коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку станка к месту эксплуатации.

$$A_{ст.баз.}=\frac{800000\times 5\times 1,1\times 5,6}{100}=246400 \quad руб.$$

$$A_{ст.проект.}=\frac{1850000\times 3\times 1,1\times 5,6}{100}=341880 \quad руб.$$

Годовые затраты на содержание производственных площадей рассчитывают по формуле:

$A_{пл} = Ц_{пл} \times S_{уд} \times n_{пр} \times 1{,}25 \times 4{,}09$, где (76)

$Ц_{пл}$ - стоимость содержания и амортизации 1 квадратного метра производственных площадей, по данным бухгалтерии $Ц_{пл} = 2500 \ \ руб./м^2.$;

$S_{уд}$ - удельная площадь оборудования, по данным таблицы 22,

$A_{пл.баз.} = 2500 \times 5{,}99 \times 5 \times 1{,}25 \times 4{,}09 = 382798{,}43$ руб.

$A_{пл.проект.} = 2500 \times 7{,}32 \times 3 \times 1{,}25 \times 4{,}09 = 280676{,}25$руб.

Годовые затраты на ремонт и обслуживание станков рассчитывают по формуле:

$C_{рем} = (H_{мех} \times R_{мех} + H_{эл} \times R_{эл}) \times n_{пр}$, где (77)

$H_{м}$ - средне годовые нормативы затрат на единицу ремонтной сложности, соответственно механической и электрической части, для ручных станков $H_{мех} = 380 \ \ руб$; $H_{эл} = 120 \ \ руб$;

R - категория ремонтной сложности, $R_{мех} = 18$; $R_{эл} = 15$;

$C_{рем.баз} = (380 \times 18 + 120 \times 15) \times 5 = 43200 \ \ руб.$

$C_{рем.проект} = 0 \ \ руб.$

Величину годовых затрат на техническое обслуживание станков с ЧПУ определяют по формуле:

$C_{техн.обсл} = Ц_{обсл} \times n_{пр}$, где (78)

$Ц_{обсл}$ - годовые затраты на техническое обслуживание и ремонт устройств с ЧПУ, в соответствии с нормативами, $Ц_{обсл} = 10000 \ \ руб./год.$

$C_{техн.обсл.базовый.} = 0 \ \ руб.$

$C_{техн.обсл.проект.} = 10000 \times 3 = 30000 \ \ руб.$

Показатели, полученные в результате расчетов, сведены в таблицу 23.

Таблица 23 - Стоимость механической обработки (технологическая себестоимость) по базовому и проектному вариантам технологического проекта.

Условное обозначение затрат	Номер формулы	Первый вариант. Базовый	Второй вариант. Проектируемый
$ЗП_{пр}$	(72)	2564997,44	2244218
$ЗП_{нал}$	(74)	616019,95	739223,94
$А_{ст}$	(75)	246400	341880
$А_{пл}$	(76)	382798,43	280676,25
$С_{рем}$	(77)	43200	-
$С_{техн.обсл}$	(78)	-	30000
Итого: $С_{мо.год.(техн)}$	(71)	3853415,82	3635998,19

Расчет суммы капиталовложений по сравниваемым вариантам.

Номинальные вложения, учитываемые при определении эффективности проекта, складываются из следующих затрат:

– балансовая стоимость оборудования $(K_{ст})$;

– стоимость производственных площадей$(K_{пл})$;

– стоимость служебно-бытовых площадей$(K_{быт})$;

– стоимость оборотных средств в незавершенном производстве $(K_{об})$.

Таким образом, сумму капитальных вложений по сравниваемым вариантам технологического процесса определяют по формуле:

$$K = K_{ст} + K_{пл} + K_{быт} + K_{об} \quad (79)$$

Балансовую стоимость оборудования рассчитывают по формуле:

$$K_{ст} = Ц_{ст} \times n_{пр} \times 1{,}1 \quad (80)$$

$$K_{ст.баз} = 800000 \times 5 \times 1{,}1 = 4400000 \ \ руб.$$

$$K_{ст.проект} = 1850000 \times 3 \times 1{,}1 = 6105000 \ \ руб.$$

Стоимость производственных площадей рассчитывают по формуле:

$K_{пл} = Ц_{пр} \times S_{уд} \times K_{доп} \times n_{пр}$, где (81)

$Ц_{пр}$ - стоимость одного квадратного метра производственных площадей, $Ц_{пр} = 7000 \ \ руб./м^2.$;

α - коэффициент, учитывающий стоимость дополнительных производственных площадей.

Для определения коэффициента, учитывающего стоимость дополнительных площадей, используют таблицу 24.

Таблица 24 - Коэффициент дополнительных площадей.

Площадь станка	2,5	3–5	6–9	10–14	15–20	21–40	41–75	более 75
Коэффициент, учитывающий стоимость дополнительной площади	5	4,5	4	3,6	3	2,5	2	1,5

$K_{пл.баз} = 7000 \times 5{,}99 \times 4{,}5 \times 5 = 943425$ руб.

$K_{пл.проект} = 7000 \times 7{,}32 \times 4 \times 3 = 614880$руб.

Стоимость служебно–бытовых площадей рассчитывают по формуле:

$K_{быт} = Ц_{быт} \times S_{быт} \times (Ч_{пр} + Ч_{нал})$, где (82)

$Ц_{быт}$- стоимость одного квадратного метра служебно–бытовых площадей, по данным бухгалтерии $Ц_{быт} = 7500 \ \ руб./м^2$.;

$S_{быт}$- *площадь* бытовых помещений приходящаяся на одного рабочего, в соответствии с санитарно–гигиеническими требованиями и нормам, $S_{быт} = 6 \ \ м^2$.

$K_{быт.баз} = 7500 \times 6 \times (8+1) = 405000 \ руб.$

$K_{быт.проект} = 7500 \times 6 \times (5+1{,}2) = 279000 \ \ руб.$

Стоимость оборотных средств в незавершенном производстве рассчитывают по формуле:

$K_{об} = 3 \times m_{изм} \times n_д \times (C_{заг} + C_{мо.1дет} \times 0{,}5)$, где (83)

З – число партий деталей, приходящееся в среднем на одно рабочее место, шт.;

$m_{изм}$ – количество наименований измененных операций в базовом и проектном варианте, шт.;

$C_{мо.1дет}$- стоимость механической обработки одной детали (технологическая себестоимость одной детали), руб./шт.;

0,5 – коэффициент нарастания затрат.

Себестоимость механической обработки одной детали рассчитывают по формуле:

$$C_{мо.дет} = \frac{C_{мо}}{N_{пр}} \quad (84)$$

$$C_{мо.дет.баз} = \frac{3853415,82}{15000} = 256,89 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{мо.дет.проект} = \frac{3635998,19}{15000} = 242,4 \; руб./шт.$$

$$K_{об.баз} = 3 \times 4 \times 30 \times (699,2 + 256,89 \times 0,5) = 297952,2 \; руб.$$

$$K_{об.проект} = 3 \times 2 \times 30 \times (240 + 242,4 \times 0,5) = 65016 \; руб.$$

Все показатели полученные в результате расчетов сведены в таблицу 25.

Таблица 25 - Капитальные вложения по сравниваемым вариантам технологического процесса.

Условное обозначение затрат	Номер формулы	Первый вариант Базовый	Второй вариант Проектируемый
$K_{ст}$	(80)	4400000	6105000
$K_{пл}$	(81)	943425	614880
$K_{быт}$	(82)	405000	279000
$K_{об}$	(83)	297952,2	65016
Итого: К	(79)	6046377,2	7063896

Определение суммы приведенных затрат по сравниваемым вариантам и расчет годового экономического эффекта.

Сумма приведенных экономических затрат и годовой экономический эффектов внедрения нового технологического процесса рассчитаны в таблице 26.

Таблица 26 - Расчет величины приведенных затрат и годового экономического эффекта.

Условное обозначен	Номер форму	Расчет	Первый вариант.	Второй вариант.

ие затрат	лы		Базовый, руб.	Проектируемый, руб.
К	(79)	Таблица №25	6046377,2	7063896
$C_{мо}$	(71)	Таблица №23	3853415,82	3635998,19
$З_{пр\ 1}$	(66)	3853415,82+0,15х6046377,2	4760372,4	-
$З_{пр\ 2}$	(66)	3635998,19+0,15х7063896	-	4695582,59
$Э_{год}$	(67)	4760372,4-4695582,59	64789,81	
$T_{ок}$	(68)	$\frac{7063896-6046377,2}{3853415,82-3635998,19}$	4,7год	

Расчет количества высвобождаемых рабочих, расчет роста производительности труда и снижения себестоимости продукции.

Расчет численности высвобождаемых рабочих следует выполнять, исходя из потребного количества станочников, наладчиков и дополнительной рабочей силы, по базовому и проектному варианту.

Численность высвобождаемых рабочих рассчитывают по формуле:

$$Ч_{в}=\left(Ч_{пр\ 1}+Ч_{нал\ 1}\right)-\left(Ч_{пр\ 2}+Ч_{нал\ 2}\right) \quad (85)$$

$$Ч_{в}=\left(8+1\right)-\left(5+\ 1,2\right)=2,8\text{чел}$$

Рост производительности труда на участке рассчитывают по формуле:

$$P_{пртр}=\frac{B_{проект.}-B_{баз.}}{B_{баз}}\times 100\,\%, \text{ где} \quad (86)$$

B_1, B_2- выработка одного работника в базовом и проектном варианте технологического процесса, шт./чел.

Выработку одного работника рассчитывают по формуле:

$$B=\frac{N_{пр}}{Ч_{пр}Ч_{нал}+Ч_{в}} \quad (87)$$

$$B_{баз.}=\frac{15000}{21+5+2,8}=520,83 \text{ шт./чел.}$$

$$B_{проект.}=\frac{15\,000}{21+5}=576,92 \text{ шт./чел.}$$

$$P_{пртр}=\frac{576,92\ -520,83}{520,83}\times 100\,\%=10,77\% \quad (88)$$

Снижение себестоимости продукции рассчитывают по формуле:

$$\alpha_{себ}=\frac{\Delta M_{год}+\left(C_{мо1}-C_{мо2}\right)}{Сцех.год+\Delta M_{год}+\left(C_{мо1}-C_{мо2}\right)}\times 100\,\% \quad (89)$$

$\Delta M_{год}$ – годовая экономия, получаемая в результате сокращения затрат на основные материалы, $\Delta M_{год} = 6578100 \ \ руб$.

$$\alpha_{себ} = \frac{6578100 + (3853415{,}82 - 3635998{,}19)}{43116900 + 6578100 + (3853415{,}82 - 3635998{,}19)} \times 100\% = 1\%$$

В результате расчётов установлена экономическая целесообразность технологического процесса с применением станков с ЧПУ модели VMX24t Расчеты показали, что период окупаемости составит 4,7года; рост производительности труда 10,77% и снижение себестоимости на 1%.

Наименование показателей	Единицы измерения	Показатели
1	2	3
Выпуск продукции: 1.Годовой приведенный объем выпуска детали,$N_{пр}$	шт.	15000
2.Годовой объем выпуска деталей по трудоемкости, $T_{год}$	н.час.	32682,5
3.Годовой объем выпуска детали по себестоимости	руб.	3565000
4.Годовой объем выпуска типовых деталей,$N_{год}$	шт.	1200
Оборудование и производственная площадь: 5.Количество оборудования	шт.	14

6.Средний коэффициент загрузки оборудования, (Кз.о ср)	-	0,68
7.Балансовая стоимость оборудования	тыс.руб.	15125
8.Средняя стоимость единицы оборудования	руб./шт.	1080357,14
9.Суммарная мощность оборудования	кВт.	122
10.Средняя мощность оборудования	кВт./шт.	9,93
11.Производственная площадь участка	$м^2$.	648
12.Производственная площадь участка на единицу оборудования	$м^2$./шт.	46,28
13.Количество рабочих: -производственных рабочих; -наладчиков	чел	21 5

Таблица 27 -Технико-экономические показатели проектируемого производственного участка.

Продолжение таблицы 27

1	2	3
14.Средний разряд производственных рабочих	чел.	3,85
15.Производительность труда (выработка продукции за год на одного производственного рабочего)	н.час/чел	1556,3
16.Среднемесячная заработная плата производственных рабочих	руб/мес	25901,78
Себестоимость единицы продукции:		

17.Расходы материала на единицу продукции	кг/шт	0,6
18.Трудоемкость единицы продукции	н.час./шт.	2,17
19.Цеховая себестоимость	руб./шт.	2874,46
Показатели экономической эффективности 20.Рост производительности труда	%	10,77
21.Снижение себестоимости продукции	%	1
22.Годовой экономический эффект	руб.	64789,81
23.Экономия капитальных вложений	руб.	-
24Период окупаемости	год	4,7

5 Организационный раздел

5.1 Организация рабочего места и их обслуживание

В производственном помещении условия труда характеризуются совокупностью факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда. Для создания оптимальных условий труда на рабочем месте необходимо учитывать следующие требования:

1. Экономические – повышение технической вооруженности труда; наиболее полное исследование оборудования и рациональная организация рабочего места; выбор оптимальной технологии, устранение и уменьшение ненужных затрат рабочего времени; строгая регламентация темпа и ритма работы;

2. Энергономические – установление соответствия скоростных, энергетических, зрительных и других физиологических возможностей человека и рассматриваемом технологическом процессе; введение рациональных режимов труда и отдыха, сокращения объема информации, снижение нервно-эмоциональных напряжений и физиологических нагрузок; профессиональный отбор;
3. Психофизиологические – установление соответствия закрепленных и формируемых навыков возможностям восприятия, памяти и мышления;
4. Антропометрические – установление соответствия орудий труда размерам, форме и массе тела человека, силе и направлению движений;
5. Санитарно-гигиенические – создание оптимальных метеорологических условий, оптимального физико-химического состава воздушной среды, освещенности, уровней шума. Вибраций, ультра- и инфразвука, различных видов производственных факторов;
6. Эстетические – определение соответствия эстетических потребностей человека и реализуемых в художественно-конструкторских решениях рабочих мест (орудий труда) и производственной среды;
7. Социальные – повышение профессиональной подготовки, содержательности труда, творческой активности трудящихся, эффективности управления производственными процессами.

Производственные здания и помещения основного, вспомогательного и подсобного назначения должны обеспечивать наиболее рациональное течение технологического процесса, создавать благоприятную производственную обстановку и предотвращать пожарную опасность.

Производственные и складские здания могут иметь различные формы и размеры, однако, наиболее целесообразными считаются здания прямоугольной формы, причем, в гигиеническом отношении предпочтительны одноэтажные здания.

Важным гигиеническим требованиям является достаточность объёма и площади помещения, приходящегося на одного работающего. Объем производственных помещений должен быть таким, чтобы на каждого работающего приходилось не менее 4,5 $м^2$., высотой производственного помещения должна быть не менее 3,2 м.

В помещениях с верхним светом, при наличии больших площадей остекления, должны быть предусмотрены механизированное открывание окон и фрамуг фонарей и устройства для регулярной очистки стекол.

Температура воздуха при отсутствии выделений теплоты от материалов и оборудования в отапливаемых помещениях летом и зимой должна находиться примерно на уровне 18….25°С.

Влажность воздуха должна соответствовать физиологически оптимальной относительной влажности и находиться в пределах 40-60%. Скорость движения воздуха эффективно способствует теплообмену, оказывает воздействие на самочувствие человека, влияет на распределение вредных веществ в помещении. В холодное время года скорость движения воздуха не должна превышать 0,2…0,5, а летом 0,2…1,0 м/с.

5.2 Система мер по обеспечению качества продукции.

Качество продукции относится к числу важнейших показателей деятельности машиностроительной предприятий. Повышение качества продукции в значительной мере определяет выживаемость предприятий в условиях рынка, темпы технического прогрессе, внедрения инноваций, рост эффективности производства, экономию всех видов ресурсов, используемых на предприятии. В своевременных условиях конкуренция между предприятиями раз -ввертываются главным образам на поле качество выпускаемой продукции. Понятие качество регламентировано

государственным стандартом ГОСТ 15467-79 «Управления качеством продукции. Основное понятие, термины и определения»

Качество – совокупность свойств продукции, обусловливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствие с ее назначением.

При освоении новых машин или модернизации ранее освоенных, при планирование их качества, аттестация и во многих других случаях необходимо пользоваться показателями качества машин.

Показатель качества машины – это количественное выражение одного или нескольких ее свойств применительно к определенным участкам ее создания, эксплуатации и потребления.

Показатели качества подразделяются на: единичные и комплексные (групповые). В соответствии с ГОСТ 15467-79 используются определенные группы единичные показателей качества продукции, важнейшими из которых являются:

1. Показатели назначения – характеризуют параметры продукта, определяет основные функции, для выполнения которых она предназначена, и обусловливают область ее применения;
2. Показатели надежности – характеризуют свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемого наработки.
3. Показатели безопасности – характеризуют свойство изделия, гарантирующие безопасность человека и других объектов при его эксплуатации, обслуживании, транспортировки и хранения;
4. Эргономические показатели – характеризуют приспособленность изделия к эксплуатации;

5. Эстетическое показатели – характеризуют художественную выразительность, рациональность формы, целесообразность композиции, соответствие моды и т. д;
6. Показатели транспортабельность- характеризуют пригодность продукции к транспортным операциям;
7. Экологические показатели- характеризуют уровень вредных воздействий на окружающею среду возникающих при эксплуатации или потребления продукции;
8. Показатели стойкости к внешним воздействием: пылезащищенность, влагозащещенность, водонепроницаемость

Комплексные показатели делятся на:

1. Обобщенные показатели, служащие для сводной (суммарной) оценки отдельных свойств машины;
2. Интегральные показатели, характеризующие эффективность или экономичность машины. Управление качеством продукции- взаимосвязанный комплекс мер по установление, обеспечению и поддержанию необходимого уровня качество продукции при ее разработке, производстве и эксплуатации или потребления, целенаправленного воздействия на условия и факторы, влияющие на качество продукции. Выбор системы управления качеством на предприятии обуславливается многообразными факторами: сложностью продукции, степенью допустимых параметров точности обработки, организацией технологического процесса и пр.

В связи с практической невозможностью определения брака в собранной продукции (особенно в сложных, состоящих из множество углов, изделиях) заказчики перед заключениям договора подробно изучают систему стандартов и контроля за качеством на рабочих местах.

5.3 Организация разработки управляющих программ.

Успешная эксплуатация станков с ЧПУ требует создания на предприятии специальной технологической службы-отдела программного управления (ОПУ), который имеет в своем составе технологическое бюро, бюро записи и контроля программ, архив технологической документации.

Технологическое бюро осуществляет рациональный подбор и технико-экономическое обоснование по номенклатуре деталей для обработки на станках с ЧПУ, определения типа и количества необходимого оборудования с ЧПУ, обоснование технико-экономической эффективности приобретаемых для предприятия станков, разработку графиков загрузки, выполняют ведомость оснащения на обрабатываемую деталь, составляют технические программы и разрабатывают РТК, производят внедрение технологических программ в цехе.

5.4 Охрана труда и противопожарная безопасность на проектируемом участке.

Техника безопасности предусматривает организационные и технические методы обеспечения безопасности труда. Основными мероприятиями по технике безопасности являются мероприятия по профилактике травматизма, т.е. предупреждению несчастных случаев в цехе. Это создает возможность работать на современных по конструкции машинах и механизмах, исключающих опасность захвата движущимися частями.

Технические средства, обеспечивающие безопасность работы во всех производственных звеньях предприятия, следует выбрать на основании правил по охране труда на данном предприятии.

При ремонте и техническом обслуживании современного промышленного оборудования к ремонтному персоналу предъявляются повышенные требования по обеспечению безопасных условий выполнения ремонтных работ.

Основными опасными и вредными производственными факторами, воздействие которых создает опасную ситуацию при ремонте и техническом обслуживании оборудования являются: незащищенные подвижные и вращающиеся части оборудования; повышенная запыленность и загазованность воздуха в месте выполнения работ; повышенная температура поверхности оборудования и воздуха рабочей зоны; недостаточное освещение рабочей зоны; расположение рабочего места при выполнении отдельных работ на высоте.

Безопасность технологических процессов термической обработки обеспечивают применением средств звуковой и световой сигнализации о нарушениях, которые могут привести к аварийным ситуациям.

Безопасность проведения термической обработки обеспечивается конструкцией и размещением оборудования:

1. Закалочные ванны должны иметь аварийную емкость для 100%-ного слива масла и оборудоваться установками пожаротушения;
2. Газораспределительные установки размещаются в одном помещении с печами, потребляющими газовую атмосферу, или в отдельных помещениях;
3. Закалочные баки, соляные и травильные ванны, шахтные печи, установленные в приямках, должны выступать над уровнем пола на высоту не менее 1м, а при меньшей высоте, огораживаться;

Пожарная безопасность:

Обеспечения пожарной безопасности рассматриваемого участка достигается строгим соблюдением пожарных требований, регламентированных
СНиП 2.09.02-85. На участке пожара и взрывобезопасность технологических процессов обеспечивается конструкцией оборудования и непосредственно самого помещения.

В целом, вероятность возникновения на участке пожара минимальна, т.к. отсутствуют источники загорания (очаги). Но, несмотря на это на участке в обязательном порядке должны присутствовать огнетушители ОП-5 и ОВП-10 в зависимости от условий и области применения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения данного дипломного проекта была определена область использования различных технологических средств при изготовлении детали типа «Крестовина» с построением графика зависимости стоимости механической обработки от заданной программы выпуска.

Мною было принято решение изменить технологический процесс изготовления детали, в частности сконцентрировать ряд операций и заменить

морально устаревшее оборудование на более современное. Выбрано станочное приспособление для операций выполняемых на станке с ЧПУ, рассчитал на точность, надежность закрепления и прочность слабого звена. Описал конструкцию и расчет контрольно-измерительной оснастки. Все это привело к тому, что рост производительности труда составила 10,77% , а себестоимость снизилась на 1%. Средняя заработная плата производственных рабочих составила 25901 рублей, что является приемлемой для нашего времени. Так же была выявлена экономическая целесообразность разработанного технологического процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1.Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения», Москва 1985г. Добрыднев И.С

2.Локтев С.Е «Станки с программным управление и промышленные роботы» 2-е издание, переработанное и дополненное. Издательство «Машиностроение»

3.Справочник технолога-машиностроителя том 1.Под редакцией Косиловой А.Г и Мещерякова Р.К. Издание 4-е переработанное и дополненное. Издательство «Машиностроение» 1986г.

4.Справочник технолога-машиностроения том 2.Под редакцией Косиловой А.Г и Мещерякова Р.К. Издание 4-е переработанное и дополненное. Издательство «Машиностроение» 1986г.

5.Справочник «Точность обработки заготовки и припуски в машиностроении» .Под редакцией Косиловой А.Г и Мещерякова Р.К. Издательство «Машиностроение», 1976.

6.Основные стандартизации С.К Козловский , А.Б Березина Издательство «Машиностроение» 1985г.

7.Краткий справочник металлиста П.Н Орлова, С.А Скороходова издательство «Машиностроение» 1985г.

8.Технология машиностроения. Издание 2-е переработанное и доработанное Бристоль Б.Н, Дементьев В.И. Издание «Машиностроение» 1977г.

9.Техническое нормирование труда в машиностроении, издание 2-е переработанное и доделанное Силантьев Н.А, Малиновский В.Р «Машиностроение» 1990г.

10.Приспособления для металлорежуших станков, издание 7-е. Горошкин А.К «Машиностроение» 1979г.

11. Загородников С.В., Миронов М.Т. «Экономика отрасли», «Машиностроение»,2005г.

12. Сафронов Н.А. «Экономика организации» , 2003 г.

13.Зубкова А.Г., Кожникова Н.Н. «Экономик и управление в машиностроении», 2004г.

14. , Суслов А.Г. «Технология машиностроения», 2013г.

15. Смольянинов А.В. «Выбор баз и последовательности обработки деталей при их изготовлении» 2008 г.

16. Даниленко Б.Д. «Выбор режимов резания: сверление, зенкерование, развертывание» 2007г.