

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ»

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)

профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»

специализации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 216

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н. Гузанов
«__» _____ 20__ г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ»

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
профилизации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 216

Исполнитель:

студент группы ТО-401п

А.А. Маков

Руководитель:

доцент

Т.А. Козлова

Екатеринбург 2019

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 100 листов машинописного текста, 40 таблиц, 24 иллюстрации, 32 использованных источника литературы, 4 приложения на 34 листах формата А4, графическую часть на 6 листах формата А1.

Ключевые слова: КОРПУС ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ.

В выпускной квалификационной работе (ВКР) усовершенствован базовый технологический процесс механической обработки детали «Корпус выключателя».

Проанализирован базовый технологический процесс, выбрано современное оборудование, выбраны оптимальные режимы резания и технические нормы времени на изготовление детали, разработана управляющая программа.

В экономической части выполнен расчёт затрат и определена экономическая эффективность разрабатываемого мероприятия.

В методической части выпускной квалификационной работы проанализирован профессиональный стандарт «Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ». Разработана методика проведения учебного занятия теоретического обучения для повышения квалификации оператора - наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Маков А.А.</i>				Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус выключателя» Пояснительная записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров.</i>	<i>Козлова Т.А.</i>						3	100
<i>Реценз.</i>						ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО Кафедра ИММ Группа ТО-401п		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Суриков В.П.</i>							
<i>Утверд.</i>	<i>Гузанов Б.Н.</i>							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. АНАЛИЗ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	8
1.1. Служебное назначение детали.....	8
1.2. Анализ технических требований детали.....	9
1.3. Характеристика материала детали.....	10
1.4. Анализ технологичности конструкции вилки.....	11
1.5. Анализ базового технологического процесса.....	14
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	17
2.1. Определение типа производства.....	17
2.2. Выбор метода получения заготовки.....	19
2.3. Расчёт параметров и конструирование заготовки.....	20
2.4. Выбор и обоснование технологических баз.....	23
2.5. Технологический маршрут обработки детали.....	27
2.6. Выбор оборудования.....	29
2.7. Выбор режущего инструмента.....	34
2.8. Выбор средств технического контроля.....	39
2.9. Расчёт припусков заготовки расчётно-аналитическим методом.....	39
2.10. Расчёт и назначение режимов резания.....	43
2.11. Расчёт технических норм времени.....	46
2.12. Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ.....	50
2.13. Силовой расчёт установочно-зажимного приспособления.....	54
3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	63
3.1. Определение количества технологического оборудования.....	63
3.2. Определение капитальных вложений.....	66
3.3. Расчёт технологической себестоимости детали.....	68
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	85
4.1. Система подготовки персонала в учебном центре МЗиК.....	85

4.2 Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».....	86
4.3. Программа подготовки рабочих по специальности «Оператор - наладчик станков с ЧПУ» для работы на обрабатывающем центре с ЧПУ.....	90
4.4. Разработка перспективно-тематического плана.....	90
4.5. Разработка занятия теоретического обучения.....	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	96
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	97
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Перечень листов графических документов.....	101
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Управляющая программа	102
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Технологическая документация.....	105
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Презентация по теме «Наладка станков с ЧПУ».....	114

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности, определяющей развитие всего общественного производства. Эта отрасль производит машины, оборудование, летательные аппараты, приборы для всех отраслей народного хозяйства, продукцию оборонного значения, а также предметы народного потребления.

Чтобы обеспечить высокое качество выпускаемой продукции необходимо применение современного технологического оснащения, внедрение современного оборудования требует от рабочего необходимые профессиональные знания и практические навыки.

Поэтому подготовка высококвалифицированных кадров в соответствии с требованиями научно-технического прогресса является важнейшей задачей современного машиностроительного производства.

Высоким уровнем машиностроения является показатель гибкого автоматизированного производства (ГАП) — производство изделий, основанное на комплексной автоматизации технологического процесса

Переход на обработку деталей на станках с ЧПУ – прогрессивный шаг и даёт такие преимущества, как:

- повышение производительности труда;
- уменьшение количества оборудования;
- сокращение количества персонала;
- отказ от некоторых технологических приспособлений и упрощение их конструкции.

Целью выпускной квалификационной работы (ВКР) является совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус выключателя» с применением станка с ЧПУ в условиях среднесерийного производства для повышения эффективности обработки.

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Задачами ВКР являются:

- проанализировать служебное назначение, технические требования и технологичность конструкции детали «Корпус выключателя»;
- выбрать тип производства, метод получения заготовки;
- разработать технологический процесс обработки детали, подобрать современное оборудование, инструмент и средства контроля;
- разработать управляющую программу обработки детали на обрабатывающем центре (ОЦ) с ЧПУ;
- дать экономическое обоснование технологического процесса;
- ознакомиться с подготовкой рабочих кадров на предприятии и разработать учебный план с учётом требований профессиональных стандартов.

В проектируемом технологическом процессе предлагается применить современное оборудование с ПУ и прогрессивный режущий инструмент, что позволит повысить производительность и качество обработки, снизить себестоимость изготовления детали.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

1. АНАЛИЗ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

1.1. Служебное назначение детали

Деталь «Корпус выключателя» предназначена для базирования валов и подшипников. Данная деталь используется в машиностроении и используется для ограничения поворота фиксатора.

По определению, корпусные детали машин – это базовые детали, служащие для размещения в них сборочных единиц и отдельных деталей, точность относительного положения которых должна обеспечиваться как в статике, так и в процессе работы машины под нагрузкой.

В соответствии с этим корпусные детали должны иметь требуемую точность, обладать необходимой виброустойчивостью, что обеспечивает требуемое относительное положение соединяемых узлов и деталей, правильность работы механизмов и отсутствие вибраций. Характерная особенность корпусов – наличие опорных плоскостей и отверстий [25].

Корпусные детали машин в общем случае делят на пять групп:

1. Корпусные детали коробчатой формы в виде параллелепипеда;
2. Корпусные детали с гладкими внутренними цилиндрическими поверхностями;
3. Корпусные детали сложной пространственной геометрической формы;
4. Корпусные детали с направляющими поверхностями;
5. Корпусные детали типа кронштейнов, угольников, стоек плит и крышек.

Данная деталь относится к третьему типу.

Чертеж детали «Корпус выключателя» представлен на рисунке 1.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

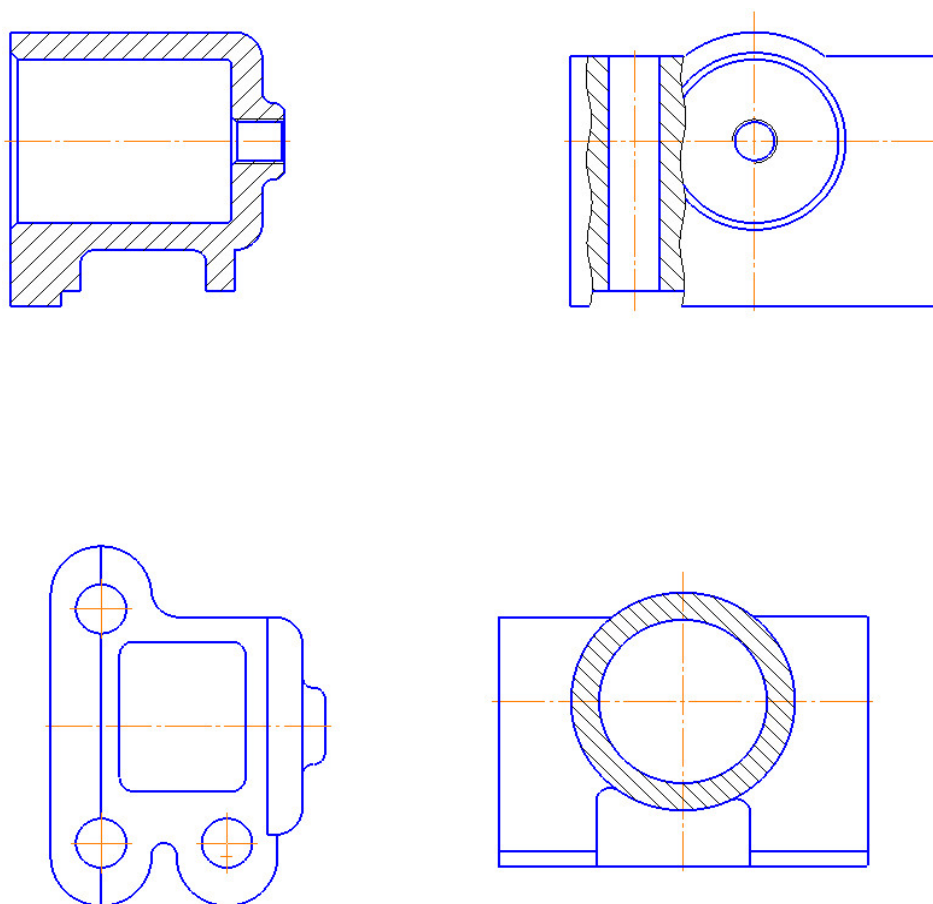


Рисунок 1 – Деталь «Корпус выключателя»

1.2. Анализ технических требований детали

1. Допускается материал Сталь 35Л ГОСТ 977-88;
2. Группа контроля 4 ГОСТ 1 00021-78;
3. Отливка по ГОСТ Р 53464-2009 (точность отливки 8-0-0-8);
4. Неуказанные литейные радиусы не более 3мм;
5. ГОСТ 30893.1: H14, h14; $\pm \frac{IT14}{2}$.

Исходя из служебного назначения, анализа рабочего чертежа можно сформулировать основные задачи к детали «Корпус выключателя».

Обеспечить:

- точность размеров: отверстия $\varnothing 60$ по 8-му качеству, поверхность M16-7H, остальные размеры по 14-му качеству;

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.216. ПЗ					

- качество поверхностей: отверстия $\varnothing 60H8$ по Ra 2,5мкм; резьбового отверстия по Ra 6,3; остальные поверхности Ra 12,5мкм;
- обеспечить технические требования, представленные на чертеже.

1.3. Характеристика материала детали

Деталь «Корпус выключателя» изготавливается из литейных сталей.

Материал детали – Сталь 35Л ГОСТ 977-88. Буква Л в конце означает, что перед нами литейная сталь, а цифра 35 свидетельствует о содержании 0,35% углерода. Из данной стали изготавливают станины прокатных станов, зубчатые колеса, тяги, бегунки, задвижки, балансиры, диафрагмы, катки, валки, кронштейны и другие детали, работающие под действием средних, статических и динамических нагрузок.

Рассмотрим подробней информацию о данном материале.

Свойства и состав стали 35Л (ГОСТ 977-88) представлены таблицами 1,2,3.

Таблица 1 – Химический состав в % стали 35Л (ГОСТ 977-88)

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
0,35	0,2 – 0,52	0,4 – 0,9	До 0,3	До 0,045	До 0,04	До 0,3	До 0,3	~ 97%

Таблица 2 – Механические свойства стали 35Л (ГОСТ 977-88)

Режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	δ_5 (%)	Ψ , %	КCU (Дж/см ²)	НВ (HRC _d)
		Не менее					
Нормализация 860-880 °С Отпуск 600-630 °С	До 100	280	500	15	25	35	-
Закалка 860-880 °С Отпуск 600-630 °С	До 100	350	550	16	20	30	-
Отжиг 850 °С, печь	30	255	530	19	34	49	146
Отжиг 950 °С, печь		-	-	22	39	64	143

Таблица 3 – Физические свойства материала стали 35Л (ГОСТ 977-88)

T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2,12		53	7830		172
100	2,06	11,1	51		470	223
200	2,01	12	49		791	301
300	1,92	12,9	45		512	394
400	1,76	13,5	42		533	497
500	1,63	13,9	39		554	623
600	1,51	14,5	35		580	771
700	1,31	14,8	31		613	935
800	1,18	11,9	27		710	1115
900		12,5	27		701	1154

Сталь ограничено свариваемая.

Проведя анализ служебного назначения и технических требований, предъявляемых к детали «Корпус выключателя», а также изучив химические и механические свойства материала 35Л можно сделать вывод, что материал удовлетворяет условиям работы детали в узле.

1.4. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции изделия направлен на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на технологическую подготовку производства.

Конструкция детали технологична, если она обеспечивает простое и экономичное изготовление детали с минимальными затратами и высокой производительностью. Технологичность детали оценивается для конкретных условий производства.

Существует два вида оценки технологичности конструкции:

- качественный;
- количественный.

Кроме того, технологичность может быть оценена дополнительными техническими показателями:

- коэффициентом использования материала;
- коэффициентом унификации и стандартизации;
- коэффициентом точности и шероховатости поверхностей.

Качественный анализ технологичности детали

Рабочий чертёж обрабатываемой детали содержит все необходимые проекции, разрезы, сечения, совершенно чётко и однозначно объясняющие её конфигурацию. На чертеже указаны все необходимые отклонения.

Указана требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, а также взаимное положение поверхностей.

Содержит все необходимые сведения о материале детали, термической обработке, твёрдости поверхностей, массе детали.

При конструировании детали использовались простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки.

Самыми точными поверхностями детали являются:

- цилиндрическое отверстие $\varnothing 60H8$ с шероховатостью $Ra = 2,5$ мкм
- резьбовое отверстие $M16-7H$ с шероховатостью $Ra = 6,3$ мкм

Все остальные поверхности детали имеют свободные размеры, выполняемые по 14 квалитету точности с шероховатостью $Ra = 12,5$ мкм.

Деталь «Корпус выключателя», с габаритными размерами $98 \times 132 \times 100,5$ мм массой 3,9 кг.

По своей конструкции деталь «Корпус выключателя» представляет среднюю по сложности форму, что удобно для механической обработки детали. Каждая поверхность расположена так, что имеется свободный доступ к ней инструмента.

Не технологичным является наличие глухого отверстия $\varnothing 60H8$.

Всё выше сказанное говорит, что деталь достаточно технологична.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Количественный анализ технологичности детали

Для проведения количественного анализа рассмотрим следующие показатели технологичности: масса детали, коэффициент использования материала, коэффициент точности обработки, коэффициент шероховатости поверхностей.

1) коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = M_{\text{д}}/M_{\text{з}}, \quad (1)$$

где $M_{\text{д}}$ – масса детали по чертежу, кг;

$M_{\text{з}}$ – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$K_{\text{им}} = 3,9/5,6 = 0,7.$$

2) коэффициент точности обработки детали:

$$K_{\text{т}} = T_{\text{н}}/T_{\text{о}},$$

(2)

где $T_{\text{н}}$ – число размеров необоснованной степени точности обработки;

$T_{\text{о}}$ – общее число размеров, подлежащих обработке.

$$K_{\text{т}} = 0/20 = 0.$$

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

3) коэффициент шероховатости поверхностей детали:

$$K_{ш} = Ш_{н}/Ш_{о} , \tag{3}$$

где $Ш_{н}$ – число поверхностей детали необоснованной шероховатости;
 $Ш_{о}$ – общее число поверхностей.

$$K_{ш} = 0/20 = 0.$$

В целом конструкция детали достаточно технологична, коэффициент использования материала достаточно высокий, характерный для использования отливки, используемого в качестве метода получения заготовки.

1.5. Анализ базового технологического процесса

В начале дадим небольшую характеристику технологического процесса. Характерные особенности технологического процесса механической обработки детали можно выявить при изучении техпроцесса по технологическим картам, руководствуясь следующими признаками:

- по числу охватываемых изделий – крупносерийный (массовый);
- по назначению – рабочий;
- по документации – операционный.

По маршрутной карте определяем общее число операций – 4 операции:

- станочных – 3;
- контрольных – 1.

Анализ производится по следующим параметрам:

- рациональность метода получения заготовки для данного типа производства.

Отливка в песчаные формы – выбран не рационально для данного типа производства, следует заменить его на отливку в кокиль.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

- правильность выбора черновых, чистовых и промежуточных баз на операциях техпроцесса, соблюдения единства баз.

В заводском техпроцессе принцип постоянства и совмещения технологических и конструкционных баз реализован не полностью.

- соответствие режимов резания оптимальным.

Режимы резания соответствуют оптимальным.

- правильность заполнения технологических карт (МК, ОК, КЭ).

Технологические карты заполнены в соответствии с ГОСТ 3.1107-71, следовательно, технологические карты необходимо заполнить по новым ГОСТам.

Недостатками этого технологического процесса являются:

- применение универсального оборудования,
- использование в качестве заготовки отливки в песчано-глинистые формы, что не рационально в серийном производстве.

Анализ заводского технологического процесса представлен в таблице 4.
Таблица 4 – Заводской технологический процесс изготовления детали «Корпус выключателя»

№ операции	Наименование операции	Оборудование / Приспособление
010	Заготовительная	
020	Термическая	Термическая печь
030	Контрольная	Стол ОТК
040	Токарная	Токарный станок QTN 200-II MSY
050	Слесарная	Верстак
060	Фрезерная	6P82
070	Слесарная	Верстак
080	Вертикально-сверлильная	2Н125
090	Слесарная	Верстак
100	Вертикально-сверлильная	2Н125
110	Промывочная	Ванная
120	Контрольная	Стол ОТК

Выводы: в целом технологический процесс обеспечивает точность линейных и диаметральных размеров; качество обработанных поверхностей, допуски отклонения формы и расположения поверхностей. Тип производства по данному технологическому процессу крупносерийный.

Количество операций и переустановок велико, что влияет на качество изготовления детали и увеличивает время её обработки.

Предполагается заменить универсальное морально устаревшее оборудование на более современное с ЧПУ, что соответствует среднесерийному типу производства и современным требованиям к качеству выпускаемой продукции.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Определение типа производства

Определение типа производства производится в зависимости от годового объёма выпуска и массы детали (таблица 5).

Таблица 5 – Зависимость типа производства от объёма годового выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

В соответствии с таблицей 5, при массе детали 3,9 кг и годовом объёме выпуска 5000 шт., определим тип производства как среднесерийное.

После установления типа производства необходимо определить его организационно-технологическую характеристику. При этом требуется:

- определить форму организации производственного процесса;
- рассчитать величину партий их запуск в производство.

Согласно ГОСТ 14.312-74, форма организации производства может быть поточной или групповой.

В нашем случае мы имеем дело с групповой организацией производства. Количество деталей в партии (n, шт.) для одновременного выпуска определяется упрощённым способом по формуле:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{5000 \cdot 5}{254} = 98 \text{ шт.}, \quad (4)$$

где N – годовой объем выпуска деталей;

$a = 3...6$ – число дней запаса деталей на складе для обеспечения ритмичности сборки;

254 – число рабочих дней в году.

Таким образом произведя расчёт количества деталей в партии для одновременного выпуска принимается равным 98 шт, с периодичностью запуска в 5 дней, при количестве рабочих дней в году $=254$.

Серийному производству присущи следующие характеристики:

- 1) Повторяемость – периодическая;
 - 2) Технологическое оборудование – универсальное, частично специализированное и специальное;
 - 3) Приспособления – специальные, переналаживаемые;
 - 4) Режущий инструмент – универсальный и специальный;
 - 5) Измерительный инструмент – универсальный и специальный;
 - 6) Настройка станка - станки настроенные;
 - 7) Размещение технологического оборудования – по ходу технологического процесса;
- Вид заготовки – прокат, отливки по металлическим моделям, штамповки;
- 8) Применение разметки – ограниченное;
 - 9) Методы достижения точности - метод полной и неполной взаимозаменяемости;
 - 10) Степень детализации технологических процессов – более детальные технологические разработки (маршрутно-операционные и операционные техпроцессы);
 - 11) Виды нормирования работ – техническое нормирование серийного производства;

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

- 12) Квалификация рабочих – различная;
- 13) Себестоимость продукции – средняя.

2.2. Выбор метода получения заготовки

Правильно выбрать заготовку – это определить рациональный метод её получения. Установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей.

Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для её изготовления в серийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках. Немаловажную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки. В данном случае, учитывая форму детали, материал, объем выпуска наиболее рациональным способом получения заготовки является отливка.

В заводском технологическом процессе в качестве заготовки используется отливка в песчано-глинистые формы. Масса заготовки 8,8 кг.

Это не рентабельно в условиях крупносерийного производства, т.к. коэффициент использования материала ($K_{им}$) – 0,44.

При правильно выбранном методе получения заготовки уменьшается механическая обработка, сокращается расход металла, режущего инструмента.

Значительную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки.

В данном случае, учитывая форму детали, материал, массу, выберем способ получения заготовки в отливки в кокиль.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

2.3. Расчёт параметров и конструирование заготовки

Исходные данные:

Материал детали – сталь 35Л ГОСТ 977-88;

Наибольший габаритный размер детали –132 мм.

Отливка в кокиль по ГОСТ Р 53464-2009:

$$K_{\text{им}} = 3,9/5,6 = 0,7$$

В соответствии с материалом, выбранным методом литья и наибольшим габаритным размером классы точности размеров и масс детали попадают в интервал 6-11. Так как производство среднесерийное, то из имеющегося интервала классов точности выбираем среднее значение, равное 8. Также имеем интервал для ряда припусков (1 - 3). Выбираем среднее значение, равное 2.

Класс размерной точности: 8,

Класс точности масс: 8.

Расчёт припусков сведён в таблицу 6.

Таблица 6 – Припуски на обработку заготовки, полученной отливкой в кокиль

№ припуска (рис.2)	Определяющий размер, мм	Допуск линейных размеров, мм,	Номинальный припуск на сторону, мм	Расчётный размер отливки, мм
1	2	3	4	5
z1	98	1,4	2,5	100,5±0,7
z2	5,5	0,7	1,5	7±0,35
z3	86	1,4	2,5	91±0,7
z4		1,4	2,5	
z1	79	1,4	2,5	79±0,7
z5		1,4	2,5	
z1	18	1,1	2,5	22,5±0,55
z6		1,1	2,0	
z7	Ø60	1,4	2,5*2	Ø55±0,7

Эскиз заготовки представлен на рисунке 2. На эскизе представлены размеры заготовки и припуски на обработку.

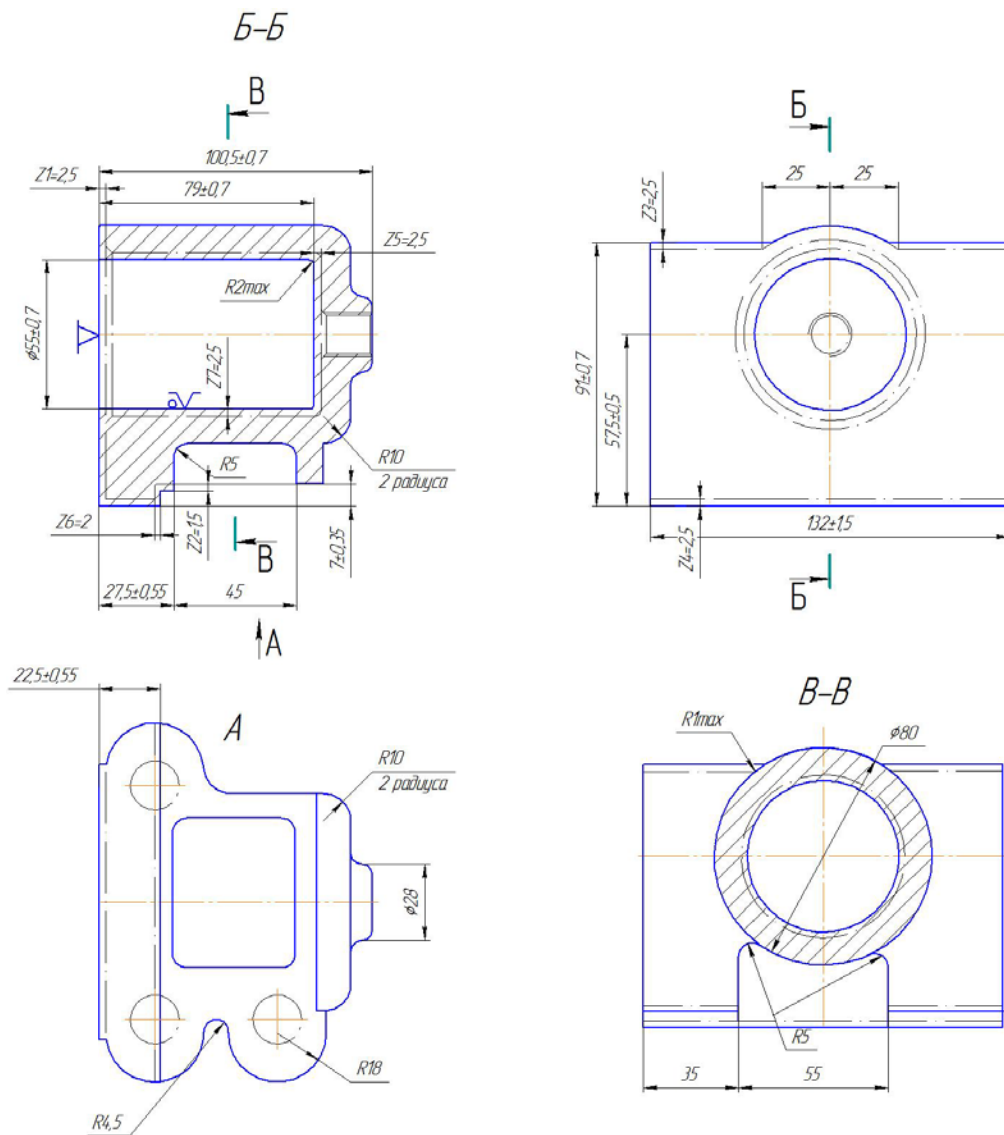


Рисунок 2 – Эскиз заготовки

При выборе вида заготовки для вновь проектируемого технологического процесса возможны следующие варианты:

1. Метод получения заготовки принимается аналогичным существующему на данном производстве.
2. Метод изменяется, что, однако, не вызывает изменений в технологическом процессе механической обработки.
3. Метод изменяется, и это влечёт за собой изменения в ряде операций механической обработки детали.

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

В данном дипломном проекте мы имеем дело с третьим вариантом. В этом случае предпочтение следует отдать заготовке, характеризующейся лучшим использованием металла и меньшей стоимостью.

Сравнение проведём в два этапа:

1-ый этап: Сравнение методов получения заготовки по коэффициенту использования металла.

Отливка в песчано-глинистые формы - $K_{им} = 0,44$; Отливка в кокиль - $K_{им} = 0,7$.

2-ой этап: Сравнение методов получения заготовок на основе расчёта стоимости заготовки (в рублях) с учётом её черновой обработки:

$$C_z = M \cdot C_M - M_o \cdot C_c + C_{з.ч} \cdot T_{шт.} \left(1 + \frac{C_{ц}}{100}\right), \quad (5)$$

где M – масса исходного материала на одну заготовку, кг;

C_M – оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки [9];

M_o – масса отходов материала, кг;

C_c – цена 1 кг. отходов, р. [9];

$C_{з.ч}$ – средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р./чел. – ч;

$T_{шт(ш-к)}$ – штучное или штучно-калькуляционное время черновой обработки заготовки, ч. [9];

$C_{ц}$ - цеховые накладные расходы (для механического цеха могут быть приняты в пределах 80-100%).

Экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовки, при которых технологический процесс механической обработки не меняется, может быть определён по формуле:

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

$$\mathcal{E}_3 = (C_{31} - C_{32}) \cdot N, \quad (6)$$

где C_{31}, C_{32} – стоимости сопоставляемых заготовок, р.;

N – годовая программа, шт.;

\mathcal{E}_3 – экономический эффект, р.

Сравнение методов получения заготовки представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Данные для расчёта стоимости заготовки по вариантам

Общие исходные данные	Наименования показателей	1-й вариант	2-й вариант
Материал детали – Сталь 35Л	Вид заготовки	Отливка в песчано-глинистые формы	Отливка в кокиль
Масса детали – 3,9кг	Масса заготовки, кг	8,8	5,6
Годовая программа – 5000	Коэффициент использования	0,44	0,7
Тип производства - среднесерийное	материала $K_{им}$		

$$C_{31} = 8,8 \cdot 80 - 4,9 \cdot 8 + 105 \cdot (34,8/60) \cdot (1+0,8) = 774,42 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = 5,6 \cdot 100 - 0,82 \cdot 8 + 105 \cdot (10,31/60) \cdot (1+0,8) = 599,04 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E} = (774,42 - 599,04) \cdot 5\,000 = 876\,900 \text{ руб.}$$

Вывод: в качестве заготовки выбираем отливку в кокиль, т.к. годовой экономический эффект при её использовании составит 876 900 руб.

2.4. Выбор и обоснование технологических баз

Исходными данными для выбора технологических баз обычно являются чертёж заготовки со всеми техническими требованиями, вид и точность заготовки, условия расположения и работы в машине.

Выбранные базы должны полностью соответствуют основным принципам, которыми обычно руководствуются при выборе технологических баз, а именно:

- принцип совмещения баз (в качестве технологических баз принимаются конструкционные, используемые для определения положения детали в пространстве);
- принцип постоянства баз (на основных операциях используют одни и те же базы) соблюдается полностью;
- требование хорошей устойчивости и надёжности установки заготовки – в данной детали предусмотрена удобная и надёжная технологическая база, которая обеспечивает достаточную жёсткость и устойчивость детали при установке.

Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей для проектируемого технологического процесса представлен на рисунке 3.

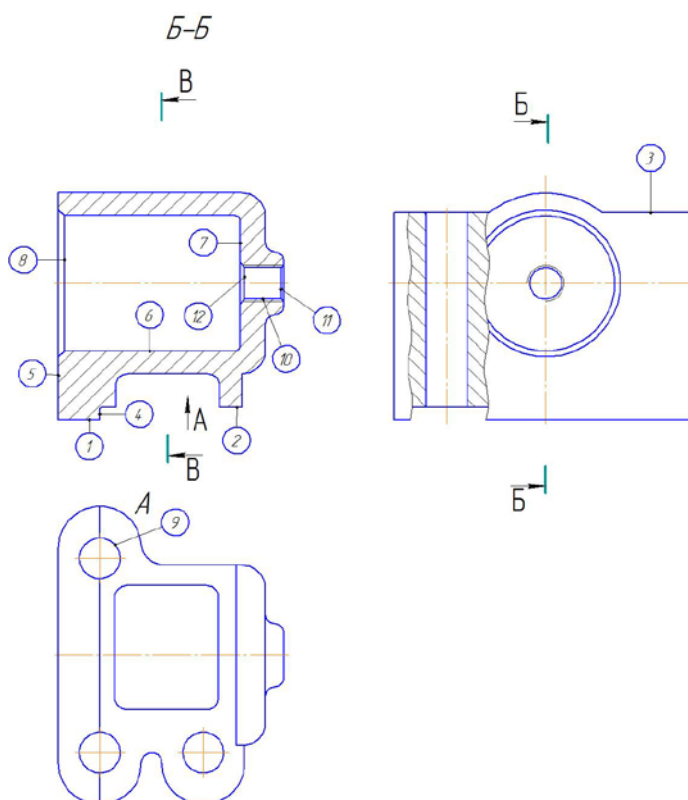


Рисунок 3 – Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей

2.5. Технологический маршрут обработки детали

Технологический маршрут обработки состоит из двух операций:

Операция 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Обработка производится на универсальном обрабатывающем центре с ЧПУ.

Операция 015 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Обработка производится на горизонтальном обрабатывающем центре с ЧПУ.

Подробный технологический процесс обработки детали «Корпус выключателя» представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Технологический маршрут обработки детали

№ опера-	Названи	Содержание операции	Операционный эскиз	Обору-дование
1	2	3	4	5
010 (Установ А)	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить 2. Фрезеровать поверхности 2,4 однократно 3. Сменить инструмент 4. Фрезеровать поверхность 1 однократно 5. Сменить инструмент 6. Сверлить 3 отверстия поверхность 9 последовательно 		Универсальный обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 80P

Окончание таблицы 8

1	2	3	4	5
010 (Установ Б)	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить 2. Фрезеровать поверхность 3 однократно 3. Переместить инструмент 4. Фрезеровать поверхность 3 с другой стороны 		<p>Универсальный обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 80P</p>
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить 2. Фрезеровать торец 5 однократно 3. Сменить инструмент 4. Расточить отверстие 6 предварительно 5. Расточить отверстие 6 окончательно 6. Сменить инструмент 7. Расточить фаску 8 8. Расточить отверстие 6 с подрезкой торца 7 тонко 9. Сменить инструмент 10. Сверлить отверстие 10 со снятием фаски 12 11. Повернуть стол на 180° 12. Сменить инструмент 13. Фрезеровать фаску 11 14. Сменить инструмент 15. Нарезать резьбу в отверстии 10 		<p>Горизонтально-расточной станок с ЧПУ WH-10 CNC</p>

Проектируемый технологический процесс подразумевает использование прогрессивного оборудования, имеющегося на предприятии, что позволяет сократить время обработки и количество переустановок детали, что повысит точность обработки.

2.6. Выбор оборудования

Для обработки на операции 010 применяется универсальный обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 80P.

Самый маленький станок в успешной линейке P впечатляет своими размерами.



Рисунок 7 – Общий вид универсального обрабатывающего центра с ЧПУ DMU 80P

Станок DMU 80 P duoBLOCK® с ходом 800 мм по всем осям предлагает большую рабочую зону для эффективной обработки металлов резанием.

Основание, обеспечивающее симметричное распределение тепла, разработано на базе инновационной концепции duoBLOCK®, которая заключается в двух жёстких литых блоках с тремя направляющими по оси X и хорошо зарекомендовавшей себя 3-точечной опоре.

Достигнутая благодаря этому крайне высокая устойчивость, в свою очередь, обеспечивает оптимизированную в весовом отношении конструкцию суппорта X и фрезерной головки.

Великолепная комплексная обработка: токарная и фрезерная технологии реализованы в одном. Обработка фрезерованием и точением при одной наладке гарантирует высокую точность и экономит время. В основе лежит инновационная конструкция duoBLOCK® 3rd поколения с большим ходом и более высокими нагрузками на стол. Быстрое и компактное устройство смены

										Лист
										29
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

поддонов у станков ДМС позволяет выполнять наладку во время производственного цикла с достижением максимальной производительности.

Технические характеристики станка представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики ОЦ DMU 80P

Технические характеристики	Ед.изм.	Параметры
Рабочая зона		
Оси X/Y/Z	mm	800 × 1050 × 800
Фрезерные головки, горизонтальные	mm	0 – 800
Фрезерные головки, вертикальные	mm	100 – 900
Фрезерный/токарный стол (фрезерование/точение)	об/мин	30 / 800
Рабочая поверхность стола	mm	∅ 800
Максимальная нагрузка на стол	kg	1 200
Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось В)		
Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось В)		Standard
Диапазон наклона (0 = по вертикали /180 = по горизонтали)	degrees	-30 / +180
Быстрый ход и подача	об/мин	30
Опции: 5 осей		
Диапазон наклона (0 = по вертикали /180 = по горизонтали)	degrees	-10 / +180
Быстрый ход и подача	об/мин	23
Главный привод		
Встраиваемый мотор-шпиндель HSK-A63	об/мин	12 000
Мощность (40/100 % цикла нагрузки)	kW	29 / 19
Устройство смены инструмента		
Установка инструмента		HSK-A63
Сила подачи	kN	13 / 13 / 09
Необходимая площадь для станка в стандартном исполнении вместе с транспортёром стружки без подвода охлаждающей жидкости через внутренний канал	approx. m ²	19
Высота станка (в стандартном исполнении)	mm	3 462
Вес станка	kg	16 500

На операции 015 применяется горизонтально-расточный станок с ЧПУ WH-10 CNC.

Горизонтально-расточный станок с передвижным столом в продольном исполнении WH 10 CNC самым маленьким по типоразмеру представителем первого поколения NC и CNC горизонтальных станков.

Долголетняя разработка настоящего станка представляет сегодня предлагаемое исполнение полезным уровнем, вытекающим, прежде всего, из свойств и комфортабельности самых прогрессивных CNC станков и приводной техники. При соединении с нетребовательными, оптимально выбранными техническими и конструкционными средствами, результатом является простое, а с точки зрения расходов, приемлемое решение, предлагаемое все существенные преимущества CNC горизонтально-расточного станка как универсального станка.

Основное использование предлагаемого исполнения настоящей модели, в том числе её основного оборудования в области принадлежностей, периферийных устройств, и т.п., ориентировано на универсальную стружечную обработку невращающихся обрабатываемых деталей меньшего размера и веса, прежде всего из чугуна, стального чугуна и стали, в том числе технологически требовательные операции.



Рисунок 8 – Общий вид станка WH-10 CNC

Станок классической продольной установки с неподвижной станиной, состоит из неподвижного продольного основания, по которому на поперечно передвигающихся каретках (координата **X**) по крестообразным кареткам передвигающихся продольно (координата **Z**) перемещается стол поворотный установленный (координата **B**), на котором закреплена станина. На станине вертикально перемещается шпиндельная головка (координата **Y**).

В состав шпиндельной головки входят комплексные узлы и механизмы установки и привода шпинделей (координата **C**) и продольного выдвижения рабочего шпинделя (координата **W**) в том числе зажим инструмента.

На торец шпиндельной головки можно установить съёмные особые технологические принадлежности типа направляющей опоры (только в исполнении **N**), планшайбы, фрезерной головки и т.п.

Рабочую поверхность стола можно оснащать особыми технологическими принадлежностями типа зажимных элементов.

Технические характеристики станка представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики ОЦ WH-10 CNC

Технические характеристики	Ед.изм.	Параметры
1	2	3
Диаметр рабочего шпинделя	мм	100
Конусная полость рабочего шпинделя		ISO 50
Исполнение зажимного хвостовика инструмента		DIN 2080
		DIN 69871
Диапазон оборотов рабочего шпинделя	1/мин	10 - 1800
Мощность главного двигателя:		
- номинальная (при постоянной эксплуатации S1)	kW	15
- эксплуатационная (при работе S6-60% времени эксплуатации)	kW	19
- макс. достигаемая (при работе S2-30 мин.)	kW	20
Номинальные обороты рабочего шпинделя:		
- отвечающие номинальной мощности	1/мин	87
- отвечающие макс. достигаемой мощности	1/мин	116

Окончание таблицы 10

1	2	3
Максимальный момент кручения на шпинделе	Nm	1640
Выдвиг рабочего шпинделя W	мм	630
Вертикальная перестановка шпиндельной головки Y	мм	1120
Мин. высота оси шпинделя над рабочим столом	мм	0
Продольная перестановка стола Z	мм	940
Максимальный вес обрабатываемой детали	кг	3000
Размеры зажимной поверхности рабочего стола	мм	1000x1120
Зажимные «Т» пазы стола - размер	мм	22H8
- шаг	мм	160
- количество		7
Диаметр центрирующего отверстия зажимной поверхности стола	мм	100H6
Поперечная перестановка стола X	мм	1250
Диаметр рабочих подач - X, Y, Z, W	мм/мин	4 - 2500
Ускоренная подача - X, Y, Z, W	мм/мин	6500
-В	1/мин	2
Мин. Программируемый инкремент установки координат:		
- в координатах X, Y, Z, W	мм	0,001
- в координате В	град	0,001
- в координате С	град	0,1
Максимальное усилие подачи:		
- в осях X, Y	kN	16
- оси Z	kN	22
- в оси W	kN	25
Несущая способность стабилизации оси В на R=0,55 м	kN	25
Другие параметры		
Рабочее давление гидравлических цепей	МПа	7,1-7,8
Напряжение/частота электрической сети	V/Hz	3x400/50
Напряжение управления	V=	24
Общая установленная входная мощность станка	kVA	50
Уровень звука А в рабочем месте макс.	dB(A)	80
Исполнение кондиционирования		нормальный
Общий вес станка	кг	13400

2.7. Выбор режущего инструмента

Обработка металлов резанием является составляющей частью процесса производства большинства деталей. Правильно выбранный инструмент позволяет быстрее окупить затраты на новое оборудование, значительно повысить производительность старого оборудования и сделать работу операторов более продуктивной.

В данном проекте используются станки с ЧПУ.

Для уменьшения времени изготовления и улучшения качества детали обработка на операциях с ЧПУ будет вестись современным, высокопроизводительным инструментом фирмы «SECO» [31,32].

Система обозначения пластин:

S	E	M	X	12	04	AF	T	N	-	ME12
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10

- 1 - форма
- 2 - задний угол
- 3 - допуск
- 4 - тип пластины
- 5 - длина режущей кромки
- 6 - толщина
- 7 - радиус/фаска угла пластины
- 8 - обозначение режущей кромки
- 9 - направление резания
- 10 - внутреннее обозначение (условия обработки)

С этой системой без труда можно собрать самые разнообразные наладки. Она полностью отвечает широкому диапазону требований при работе на старом оборудовании и на современных станках.

Режущий инструмент выбирают с учётом:

- требования максимального использования нормализованного и стандартного инструмента;
- типа производства, метода обработки;

- размеров и качества обрабатываемых поверхностей;
- обрабатываемости материала;
- стойкости инструмента, его режущих свойств и прочности;
- стадии обработки – черновая, чистовая, отделочная.

В данном технологическом процессе используется следующий режущий инструмент.

1. Фреза концевая $\varnothing 20$ R217.69 – 1020.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ 060202R – М05. Сплав МР3000.

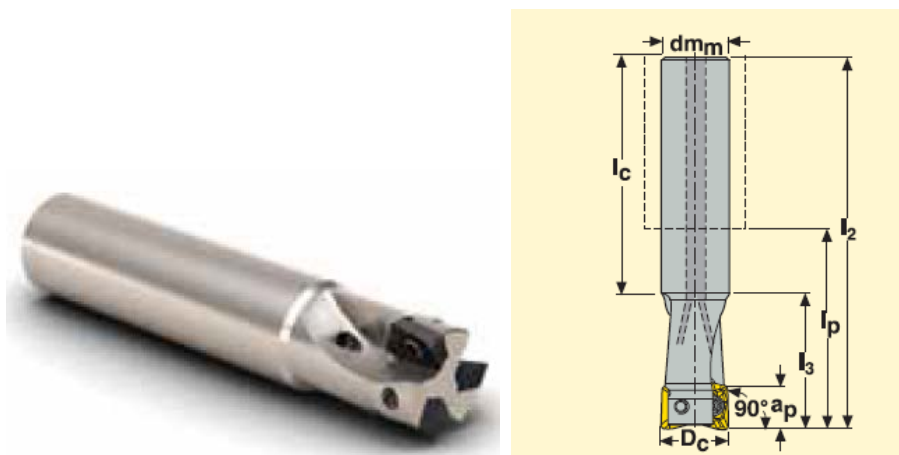


Рисунок 9 – Фреза концевая $\varnothing 20$ R217.69 – 1020.0.0-06-2AN

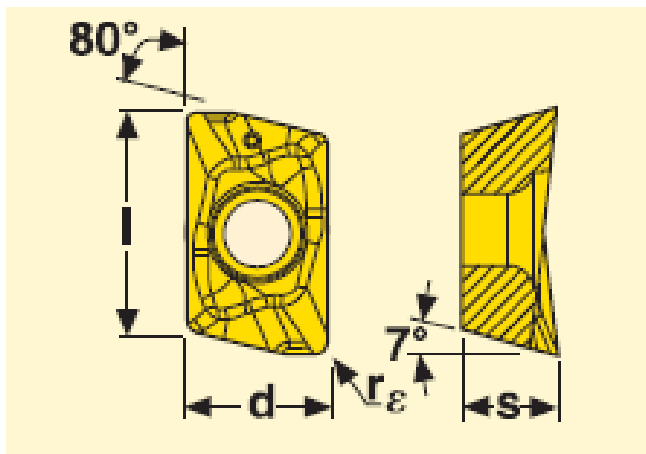


Рисунок 10 – Пластина ХОМХ 060202R – М05

2. Фреза торцовая Ø80 R220.53 – 080-12-3А. Пластина 1204AFTN-M15. Сплав МР2500. (Для обработки плоскостей).

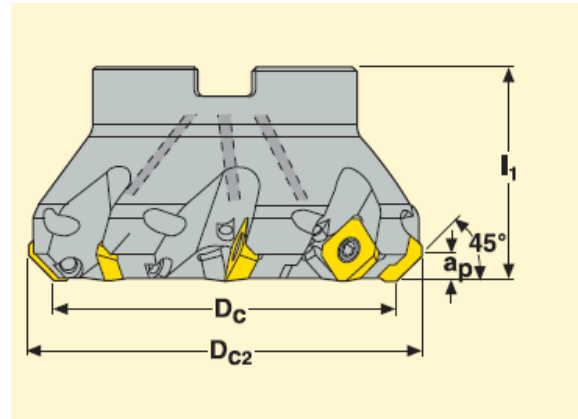


Рисунок 11 – Фреза торцовая Ø80 R217.53 – 080-12-3А

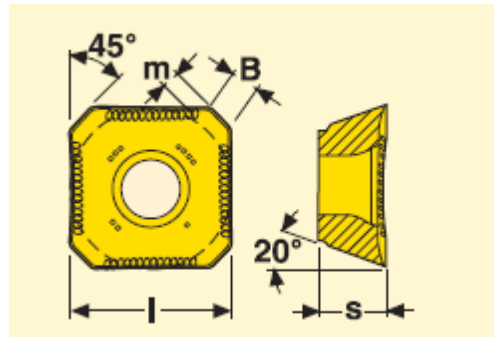


Рисунок 12 – Пластина 1204AFTN-M15

3. Сверло Ø18 SD203-18.0-120-8R1. Покрытие TiAlN+TiN (Обработка отверстий 9).

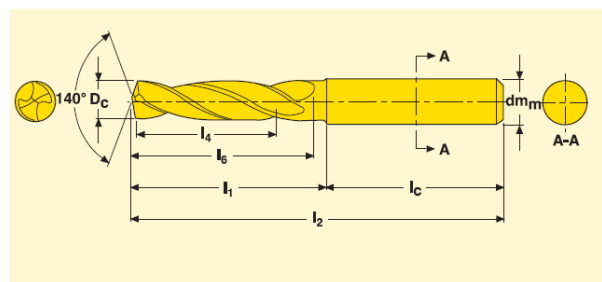


Рисунок 13 – Сверло SD203-18.0-120-8R1

						ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			36

4. Фасочное сверло Ø14 SD203A-C45-14.0-30-8R1. Покрытие TiAlN+TiN (Обработка отверстий под резьбу M16).

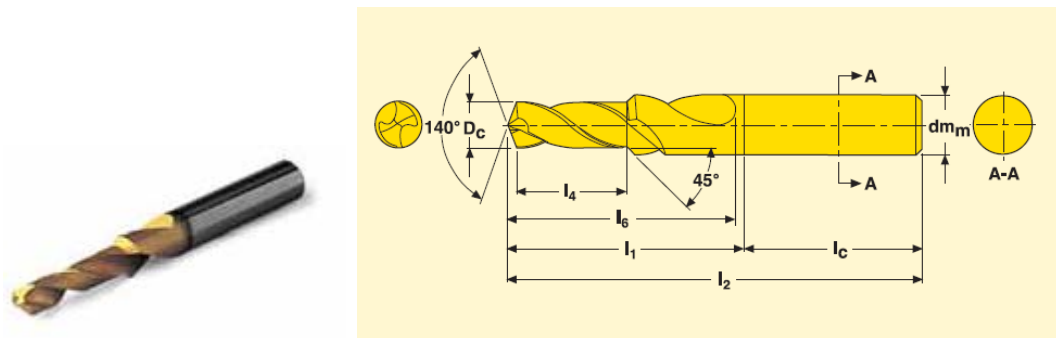


Рисунок 14 – Фасочное сверло SD203A-C45-5.0-16.5-8R1

5. Фреза фасочная Ø16 R217.49–1616.RE-ХО12-45.3А Пластина ХОЕХ 120404TR – ME08. Сплав МР2500 (для снятия фаски в отверстиях 10).

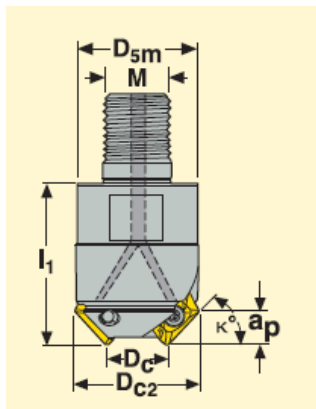


Рисунок 15 – Фреза фасочная R217.49–1616.RE-ХО12-45.3А

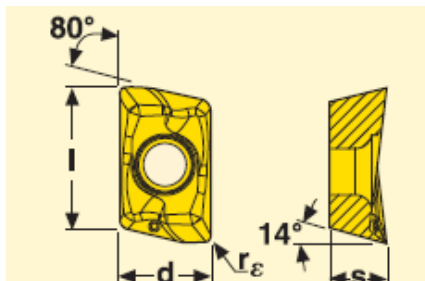


Рисунок 16 – Пластина ХОЕХ 120404TR – ME08

6. Метчик МТН-М16Х2.00ISO6Н-ВС-Р002. Сплав TiAlN.



Рисунок 17 – Метчик МТН-М16Х2.00ISO6Н-ВС-Р002

7. Державка внутренняя правая С5 - SDUCR-11070-07 (пластина DCMT 11T032-FF1 сплав TP2500).

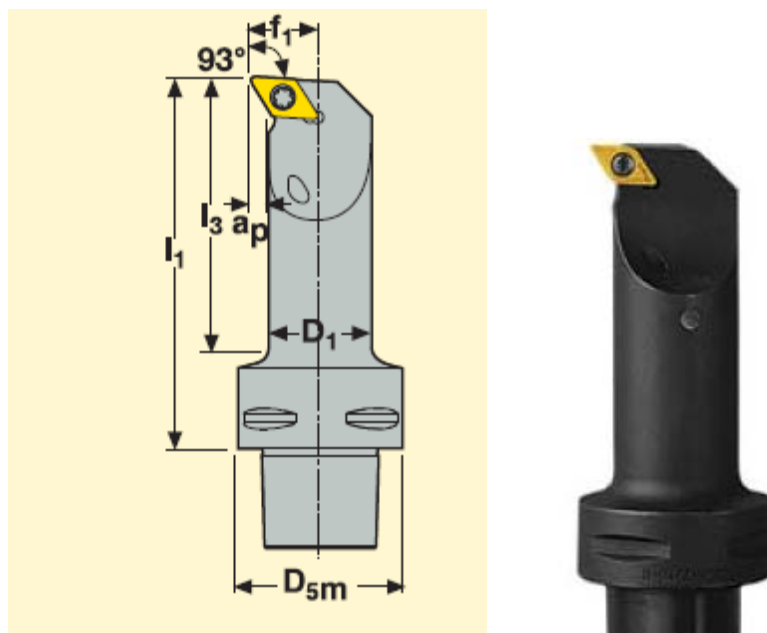


Рисунок 18 – Державка внутренняя правая

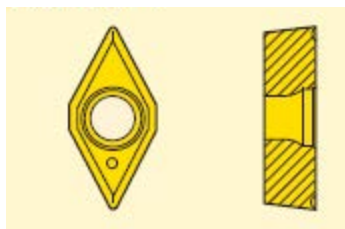


Рисунок 19 – пластина DCMT 11T032-FF1

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

2.8. Выбор средств технического контроля

Выбор средств технического контроля представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Средства технического контроля

Операция	Название операции	Тип инструмента
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1.Штангенциркуль ШЦ I 0-160 ГОСТ 166-89 2.Калибр-пробка гладкий Ø18Н14 ГОСТ 21401-75 3. Шаблоны специальные 4.Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1.Штангенциркуль ШЦ I 0-160 ГОСТ 166-89 2.Калибр-пробка гладкий Ø60Н8 ГОСТ 21401-75 3.Калибр-пробка резьбовая М16-7Н ГОСТ 24997-81 4. Шаблоны специальные 5.Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93

Так как у нас среднесерийное производство, то в качестве контрольного инструмента будут применяться стандартные калибры, образцы шероховатости. Для сложных поверхностей будут использоваться специальные шаблоны.

2.9. Расчёт припусков заготовки расчётно-аналитическим методом

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качества обрабатываемых поверхностей и экономию материальных ресурсов.

Имеются два основных метода определения припусков на механическую обработку поверхности: расчётно-аналитический и опытно-статистический (табличный).

Выполним расчёты припуска расчётно - аналитическим методом на поверхность Ø60Н8 (поверхность б), так как именно к ней предъявляются самые высокие требования к точности и качеству.

Результаты расчётов сведём в таблицу 12.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

Таблица 12 – Расчёт припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку

Технологические переходы обработки поверхности отверстия Ø 60H8	Элементы припуска, мкм				Расчётный припуск 2Z _{min} , мкм	Расчётный размер Д _р , мм	Допуск Т, мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R _z	h	ρ	ε				Д _{min}	Д _{max}	2Z _{min} ^{пр}	2Z _{max} ^{пр}
Заготовка	200	100	3027	30		54,95	1,4	55	56,4	-	-
Черновое растачивание	50	50	151,4	0	4127	59,08	0,3	59,1	59,4	3	4,1
Чистовое растачивание	20	20	7,56	0	701	59,78	0,12	59,8	59,92	0,56	0,7
Тонкое растачивание	5	5	-	0	220	60	0,046	60	60,046	0,13	0,2
Итого:										3,7	5

Элементы припуска R_z и h определяются по справочным данным [3, стр.182 табл.7] и заносятся в табл. 12.

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки данного типа определяется по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{см}}^2 + \Delta_{\text{м}}^2 + \Delta_{\text{к}}^2} \quad (7)$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{1600^2 + 1200^2 + 2272^2} = 3026,9 \approx 3027 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\Sigma \text{ черн. раст}} = \Delta_{\Sigma \text{ загот}} \cdot K_y, \quad (8)$$

K_y – коэффициент уточнения = 0,05.

$$\Delta_{\Sigma \text{ черн. раст}} = 3027 \cdot 0,05 = 151,35 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\Sigma \text{ чист. растачивание}} = \Delta_{\Sigma \text{ черн. раст}} \cdot K_y \quad (9)$$

K_y – коэффициент уточнения = 0,04.

$$\Delta_{\Sigma \text{ чист. растачивание}} = 151,35 \cdot 0,04 = 7,56 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки при черновой обработке равна:

$$\varepsilon = 30 \text{ мкм.}$$

Так как остальная обработка отверстия производится в одной установке, $\epsilon_{\text{инд}} = 0$.

Расчёт минимальных значений межоперационных припусков произведём по формуле:

$$2Z_{i\text{min}} = 2\left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_{yi}^2}\right) \quad (10)$$

$$2Z_{i\text{min}}^{\text{чернов.растач.}} = 2\left(200+100+\sqrt{3027^2+30^2}\right) = 4127,15\text{мм.}$$

$$2Z_{i\text{min}}^{\text{чист.растач.}} = 2\left(50+50+\sqrt{151,35^2}\right) = 701,35\text{мм.}$$

$$2Z_{i\text{min}}^{\text{тон.растач.}} = 2\left(20+20+\sqrt{7,56^2}\right) = 220,56\text{мм.}$$

Расчёт минимальных размеров:

$$D_{i-1\text{min}} = D_{i\text{min}} - 2 Z_{i\text{min}} \quad (11)$$

$$D_{\text{min}} = 60$$

$$D_{\text{минчист.растач.}} = 60 - 0,22 = 59,78 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{минчерн.раст.}} = 59,78 - 0,7 = 59,08 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{минзаготовки}} = 59,08 - 4,13 = 54,95 \text{ мм.}$$

Расчёт максимальных размеров:

$$D_{\text{max}} = D_{\text{min}} + T$$

(12)

$$D_{\text{max}} = 60 + 0,046 = 60,046 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{махчист. растачивание}} = 59,8 + 0,12 = 59,92 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{махчерн.раст.}} = 59,1 + 0,3 = 59,4 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{мах заготовки}} = 55 + 1,4 = 56,4 \text{ мм.}$$

Определение предельных припусков:

$$2Z_{\text{min } i}^{\text{np}} = D_{\text{max } i} - D_{\text{max } i-1} \quad (13)$$

$$2Z_{\text{min } i}^{\text{np оконч.раст.}} = 60,046 - 59,92 = 0,126 \text{ мм.}$$

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

$$2Z_{\min \text{ чист. раст.}}^{np} = 59,92 - 59,4 = 0,52 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\min \text{ черн. раст.}}^{np} = 59,4 - 56,4 = 3 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max i} = D_{\min i} - D_{\min i-1} \quad (14)$$

$$2Z_{\max \text{ оконч. растач.}}^{np} = 60 - 57,8 = 0,2 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max \text{ чист. растач}}^{np} = 59,8 - 57,1 = 0,7 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max \text{ черн. раст.}}^{np} = 59,1 - 55 = 4,1 \text{ мм.}$$

Определим общие припуски суммируя промежуточные припуски на обработку:

$$Z_{\max o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\max i}^{np} \quad (15)$$

$$Z_{\min o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\min i}^{np} \quad (16)$$

Проверим правильность произведённых расчётов по формулам:

$$Z_{\max i}^{np} - Z_{\min i}^{np} = T_{i-1} - T_i \quad (17)$$

$$Z_{\max o}^{np} - Z_{\min o}^{np} = T_{заг} - T_{дет}, \quad (18)$$

$$5 - 3,69 = 1,4 - 0,046$$

$$1,3 = 1,3.$$

Расчёт произведён верно.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

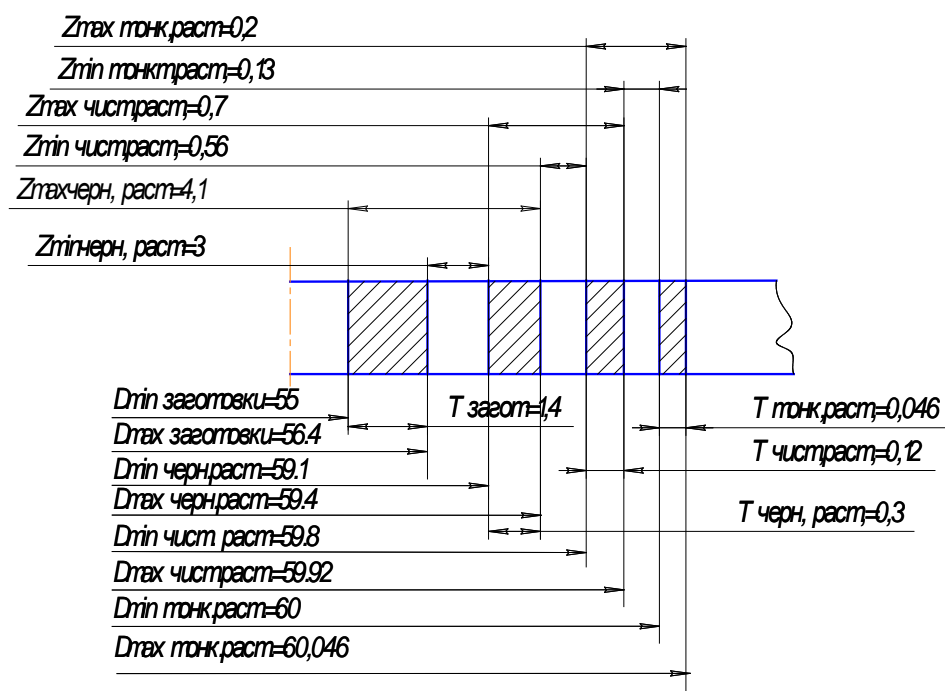


Рисунок 20 – Схема графического расположения припусков на обработку поверхности $\varnothing 60H8$

На остальные обрабатываемые поверхности детали припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры представлены в таблице 4.

2.10. Расчёт и назначение режимов резания

Существует два метода для определения режимов резания:

- Расчётно-аналитический метод;
- Опытно-статистический метод.

Расчётно-аналитический метод основан на расчёте режимов резания по эмпирическим формулам, которые учитывают большое количество факторов, влияющих на процесс резания.

Аналитический расчёт режимов резания выполняется с целью показать сущность методики расчёта. Данные для других операций берутся из справочников.

Расчёт режимов резания ведём согласно рекомендациям, представленным в каталогах SECO [31].

						ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			43

Приведём пример расчёта режимов резания.

Операция 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ (установ А).

Переход 2. Фрезеровать поверхность 3

Фреза торцовая Ø120 R220.53 – 0120-12-3А. Пластина 1204AFTN-M15.

Сплав МР2500.

Глубина резания: $t = 2,5$ мм.

Назначаем подачу $S = 0,15$ мм/об.

Период стойкости фрезы $T = 45$ мин.

Начальная скорость резания $V_{C0} = 250$ м / мин.

Действительная скорость резания:

$$V_C = V_{C0} \cdot k_{НВ} \cdot k_t, \quad (19)$$

где $k_{НВ}$ – поправочный коэффициент, зависящий от разности реальной твёрдости обрабатываемого материала и табличного значения;

k_t – поправочный коэффициент для периодов стойкости.

$$V_C = 250 \cdot 1,15 \cdot 1 = 288 \text{ м / мин.}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (20)$$

где V – скорость резания, м/мин

D – диаметр фрезы мм

$$n = \frac{1000 \cdot 288}{\pi \cdot 120} = 764 \text{ об/мин.}$$

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

Все остальные результаты вычислений занесём в таблицу 13.

Таблица 13 – Режимы резания

№ операции	Название операции	№ перехода и содержание	Материал режущей части	Размер обрабатываемой поверхности, мм диаметр (длина)	Элементы режима резания				
					Глубина резания, t , мм	Подача на оборот, S , мм/об (S_z , мм/зуб)	Частота вращения шпинделя, n , об/мин	Скорость резания, V , м/мин	Подача минутная, $S_{мин}$, мм/мин
010 (Установ А)	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Фрезеровать поверхность 2,4 однократно	MP2500	Ø100(62)	2,5	0,15	764	250	114,6
		3. Сменить инструмент							
		4. Фрезеровать поверхность 1 однократно	MP3000	Ø20(132)	2,0	0,15	1433	90	214,95
		5. Сменить инструмент							
		6. Сверлить 3 отверстия поверхность 9 последовательно	TiAIN+TiN	Ø18(120)	9	0,1	885	50	88,5
010 (Установ Б)	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Фрезеровать поверхность 3 однократно	MP2500	Ø100(98)	2,0	0,15	764	250	114,6
		3. Переместить инструмент							
		4. Фрезеровать поверхность 3 с другой стороны	MP2500	Ø100(98)	2,0	0,15	764	250	114,6
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Фрезеровать торец 5 однократно	MP2500	Ø100(132)	2,0	0,15	764	250	114,6
		3. Сменить инструмент							
		4. Расточить отверстие 6 предварительно	TP2500	Ø55(79)	1,5	0,3	984	170	295,2
		5. Расточить отверстие 6 окончательно	TP2500	Ø58(79)	0,8	0,2	1098	200	219,6
		6. Сменить инструмент							
		7. Расточить фаску 8	TP2500	Ø59,6(2)	2,5	0,1	1336	250	133,6
		8. Расточить отверстие 6 с подрезкой торца 7 тонко	TP2500	Ø59,6(79)	0,2	0,1	1336	250	133,6
		9. Сменить инструмент							
		10. Сверлить отверстие 10 со снятием фаски 12	TiAIN+TiN	Ø14(19)	7	0,1	1137	50	113,7
		11. Повернуть стол на 180°							
		12. Сменить инструмент							
		13. Фрезеровать фаску 11	MP2500	Ø16(1)	1	0,2	1365	60	273
		14. Сменить инструмент							
		15. Нарезать резьбу в отверстии 10	CP500	Ø16(19)	-	2	597	30	179,1

В данном разделе были рассчитаны элементы режимов резания для проектируемых операций, на основании данных из каталогов фирмы SECO.

2.11. Расчёт технических норм времени

Определение норм времени на операции производится на основании данных отраслевых нормативов и по рекомендациям. При этом в состав норм входят следующие слагаемые:

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{T_{нз}}{n}, \quad (21)$$

где $t_{ш}$ – штучное время, мин.;

$T_{нз}$ – подготовительно-заключительное время, мин.;

n – размер партии деталей, шт.

Подготовительно-заключительное время включает в себя затраты времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа; установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Штучное время:

$$t_{ш} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд}, \quad (22)$$

где $t_{осн}$ – основное время, мин.;

$t_{всп}$ – вспомогательное время, мин.;

$t_{отд}$ – время на отдых и личные потребности, мин.;

$t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.

									Лист
									46
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Основное время – основное технологическое время, в продолжение которого осуществляется изменение размеров, формы, состояния поверхностного слоя, структуры материала обрабатываемой заготовки. Оно определяется по следующей формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} i, \quad (23)$$

где l – расчётная длина;

i – число проходов;

S_M – величина минутной подачи.

Расчётная длина:

$$L = l_o + l_{ер} + l_{пер}, \quad (24)$$

где $l_{ер}$ – величина врезания инструмента, мм; $l_{пер}$ – величина перебега.

Вспомогательное время определяется как сумма затрат времени на вспомогательные приёмы, сопутствующие основной работе. В состав вспомогательного времени входит время на установку-снятие заготовки, управление станком, смену инструмента, измерение детали.

Оперативное время:

$$t_{он} = t_{осн} + t_{всп}. \quad (25)$$

Время на обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смазывание станка, смену инструмента, удаление стружки, подготовка станка к работе в начале смены и приведение его в порядок после окончания работы (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{обс} = 0,06 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,06 \cdot t_{он}. \quad (26)$$

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

Время на отдых и личные потребности (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{отд} = 0,04 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,04 \cdot t_{оп} . \quad (27)$$

Для примера рассчитаем нормы основного времени при фрезеровании уступа (Операция 010, переход 4):

$$t_{осн} = \frac{132 + 8}{214,95} = 0,65 \text{ мин.}$$

Расчёт остальных норм времени представлен в таблицах 14 и 15.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

Таблица 14 – Основное и вспомогательное время

Элементы операции	Расчётные размеры, мм				Режим обработки			Основное время, сек.	Вспомогательное время, мин		Оперативное время, мин
	Длина обрабатываемой поверхности	Врезание и перебег	Число раб. ходов	Расчётная длина	Подача, мм/об	Частота вращения, об/мин	Минутная подача, мм/мин		На установку и снятие	Вспомогательное время в целом	
Операция 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Установ А)											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Фрезеровать поверхности 2,4 однократно	62	30	1	92	0,15	764	114,6	0,8		0,03	0,83
3. Сменить инструмент										0,05	0,05
4. Фрезеровать поверхность 1 однократно	132	8	1	140	0,15	1433	214,95	0,65		0,03	0,68
5. Сменить инструмент										0,05	0,05
6. Сверлить 3 отверстия поверхность 9 последовательно	120	6	3	378	0,1	885	88,5	4,27		0,03	4,3
ИТОГО								5,72		0,49	6,21
Операция 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Установ Б)											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Фрезеровать поверхность 3 однократно	98	30	1	128	0,15	764	114,6	1,12		0,03	1,15
3. Переместить инструмент										0,05	0,05
4. Фрезеровать поверхность 3 с другой стороны	98	30	1	128	0,15	764	114,6	1,12		0,03	1,15
ИТОГО								2,24		0,41	2,65
ИТОГО ПО ОПЕРАЦИИ								7,96		0,9	8,86
Операция 015 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ											
1. Установить и закрепить									0,6	0,6	0,6
2. Фрезеровать торец 5 однократно	132	30	1	162	0,15	764	114,6	1,41		0,03	1,44
3. Сменить инструмент										0,05	0,05
4. Расточить отверстие 6 предварительно	79	5	1	84	0,3	984	295,2	0,28		0,03	0,31
5. Расточить отверстие 6 окончательно	79	5	1	84	0,2	1098	219,6	0,38		0,03	0,41
6. Сменить инструмент										0,05	0,05
7. Расточить фаску 8	2	5	1	7	0,1	1336	133,6	0,05		0,03	0,08
8. Расточить отверстие 6 с подрезкой торца 7 тонко	79	5	1	84	0,1	1336	133,6	0,63		0,03	0,66
9. Сменить инструмент										0,05	0,05
10. Сверлить отверстие 10 со снятием фаски 12	19	7	1	26	0,1	1137	113,7	0,23		0,03	0,26
11. Повернуть стол на 180°										0,05	0,05
12. Сменить инструмент										0,05	0,05
13. Фрезеровать фаску 11	1	5	1	6	0,2	1365	273	0,02		0,03	0,05
14. Сменить инструмент										0,05	0,05
15. Нарезать резьбу в отверстии 10	19	8	1	27	0,3	597	179,1	0,15		0,03	0,18
ИТОГО								3,15		1,14	4,29

Таблица 15 – Нормы времени в целом на операцию

№ операции	Основное время на операцию, t_0 , мин.	Вспомогательное время на операцию, $t_в$, мин.	Оперативное время, $t_{оп}$, мин.	Время на обслуживание, $t_{обс}$		Время на отдых $t_{отд.л.}$		Штучное время, $t_{шт}$, мин.	Подготовительно-заключительное время на партию, $T_{пз}$, мин	Величина партии, шт.	Штучно-калькуляционное время, $t_{шк}$, мин
				%	мин.	%	мин.				
010	7,96	0,9	8,86	6	0,53	4	0,35	9,74	35	98	10,10
015	3,15	1,14	4,29	6	0,26	4	0,17	4,72	35	98	5,08
ИТОГО											15,18

В данном разделе был произведён расчёт технических норм времени по операциям. Общее время на изготовление детали составит 15,18 мин.

2.12. Разработка управляющей программы для станка с ЧПУ

Обработка выполняется на обрабатывающих центрах с ЧПУ DMU 80P.

В процессе подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ наиболее трудоёмким этапом является расчёт траектории движения инструмента. Эта траектория строится относительно контура заготовки, и по программе осуществляется перемещение соответствующих рабочих органов станка. При этом важное значение имеет правильный выбор и взаимная увязка систем координат заготовки, станка и инструмента.

Программирование и наладка станка для работы по программе осуществляются с использованием характерных точек. Такие точки определены стандартом (ГОСТ 20523-80).

В данной работе происходит программирование обработки при использовании системы программирования FANUC.

Обладая самым широким ассортиментом систем ЧПУ в отрасли, компания FANUC предлагает все необходимое для станков с ЧПУ — от самых выгодных многофункциональных контроллеров до высокопроизводительных систем управления для сложного оборудования. Контроллеры, двигатели и усилители, кабели и соединители поставляются в удобных для установки комплектных узлах, разработанных с учётом конкретных требований клиента. Эти решения быстро программируются и удобны в использовании, обеспечивают высочайшее качество продукции и короткую длительность производственного цикла.

Fanuc Oi-TD.

ЧПУ серии Oi модели F — это идеальное решение базового уровня для управления несколькими операциями. Система ЧПУ готова к использованию, включает оборудование последнего поколения и полный пакет стандартного программного обеспечения.

Для увеличения производительности в более узких сферах применения можно использовать легко настраиваемые дополнительные функции. Данная система ЧПУ — это отличное сочетание стоимости и качества, непревзойдённой производительности и надёжности. Кроме этого, она оснащена функциями и средствами, характерными для высокопроизводительных систем.

Основные характеристики:

- до 11 осей, 4 оси шпинделя, 2 траектории перемещения;
- до двух дополнительных траекторий перемещения загрузчика
- одновременная обработка 4 осями или в комбинации осей 3+2;
- готовность к использованию, интегрированный пакет программного обеспечения;
- лучшее соотношение производительности и стоимости;
- встроенная функция FANUC Dual Check Safety;

										Лист
										51
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

- возможности программирования на производстве с помощью MANUAL GUIDE i;

- дополнительные функции для облегчения индивидуальной настройки;

- встроенный высокоскоростной ПКС.

При разработке УП для конкретных деталей часто оказывается неудобным задавать перемещения в абсолютных размерах относительно нулевой точки станка, поэтому используется понятие «плавающего нуля».

Расчёт координат опорных точек проводится с соблюдением технологических переходов обработки (принятых выше), необходимых для получения детали, соответствующей чертежу. Используемые подготовительные функции представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Используемые подготовительные функции FANUC

Функция	Значение
G0	Быстрое позиционирование
G1	Линейная интерполяция
G21	Ввод значений в мм
G54	Выбор системы координат заготовки
G80	Отмена постоянных циклов
G90	Ввод размеров в абсолютных значениях
G99	Подача мм/об
M6	Смена инструмента
M3	Включение оборотов
M5	Отключение оборотов
M8	Включение СОЖ
M9	Выключение СОЖ
M30	Конец УП

В таблице 17 представлен фрагмент управляющей программы (операция 010 – установ А). Полностью программа представлена в приложении Б.

Таблица 17 – Управляющая программа FANUC для операции 010 (Установ А)

Кадр УП	Расшифровка кадров УП
1	2
%	
G18G21G54G95	Плоскость XZ(G18), ввод значений в миллиметрах(G21), выбор системы координат заготовки(G54), подача мм/об(G95)
S764M3	запуск вращения шпинделя с частотой 764 об/мин
(FREZEROVANIE PLOSKOSTY)	
G30X300Y300Z300	выход в позицию смены инструмента
G43H01M01	коррекция на длину вылета инструмента
T0101M06	фреза торцевая
G0X18Y-70Z55M08	ускоренное перемещение в точку 1, включение СОЖ
G1Y70F0.15	фрезерование плоскости, подача 0,15 мм/об
M9	выключение СОЖ
G30 X300Y300Z300	выход в позицию смены инструмента
(FREZEROVANIE USTUPA)	
T0202M06	фреза концевая
G0X18Y-70Z60,5M08	ускоренное перемещение в точку 3, включение СОЖ
S1433	изменение частоты оборотов шпинделя
G1Y70F0.15	фрезерование уступа с подачей 0,15 мм/об
M9	выключение СОЖ
G30 X300Y300Z300	выход в позицию смены инструмента
(SVERLENE OTVERSTIY)	
T0303M06	сверло диаметром 18 мм
M13S885	запуск вращения сверла
G83X18Y-43Z-32R5Q2000 F0,1	Цикл сверления Расположение отверстия (X18), сверлить до глубины -32мм(Z-32), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 0.1об/мин
G83X18Y43Z-32R5Q2000 F0,1	Цикл сверления Расположение отверстия (X18), сверлить до глубины -32мм(Z-32), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 0.1об/мин

Окончание таблицы 17

1	2
G83X63Y43Z-32R5Q2000 F0,1	Цикл сверления Расположение отверстия (X63), сверлить до глубины -32мм(Z-32), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 0.1об/мин
G80	отмена цикла сверления
M9	выключение СОЖ
M15	остановка вращения сверла
G30 X300Y300Z300	выход в позицию смены инструмента
M5	Остановка шпинделя
N225 M30	Конец программы
%	

В данном разделе было произведено проектирование управляющей программы для ОЦ с ЧПУ, оснащённой системой FANUC.

2.13. Силовой расчёт установочно-зажимного приспособления

Приспособление разрабатывается для 010 операции – Комплексная на ОЦ с ЧПУ. На данной операции обрабатывается плоскости и отверстия в торце.

Обработка производится на обрабатывающем центре с ЧПУ.

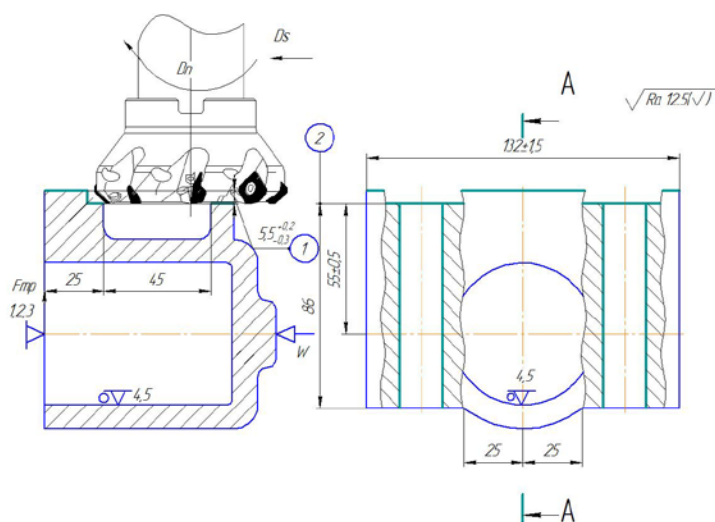


Рисунок 21 – Схема зажима и резания

При данной схеме закрепления видно, что сила зажима и сила резания направлены в одну сторону, следовательно, нужно учесть только крутящий момент при обработке.

Т.к. мы используем прогрессивный инструмент для станков с ЧПУ, то силу P_{Hz} найдём по формуле:

$$P_z = \frac{1-0,01 \cdot \gamma_0}{h^{m_c}} \cdot K_{c.1.1}, \quad (28)$$

где K_c – сила резания, Н/мм²

$\gamma_0 = 45^\circ$ – эффективный передний угол

h – средняя толщина стружки, мм.

$m_c = 0,25$ – показатель степени

$K_{c1.1.1} = 1200$ – сила резания при толщине стружки 1 мм (Н/мм²)

$$h = f \cdot \sin K, \quad (29)$$

где f – подача мм/об; $f=0,5$ мм/об

K – угол режущей кромки; $K = 20^\circ$

$$h = 0,15 \cdot \sin 20 = 0,05 \text{ мм.}$$

$$P_z = \frac{1-0,01 \cdot 45}{0,05^{0,25}} \cdot 1200 = 1396 \text{ Н}$$

Для определения потребной силы закрепления составляем силовую схему взаимодействия силы резания и сил закрепления. При этом делаем допущение, что процесс находится в статике и система уравновешена.

										Лист
										55
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{1396 \cdot 100}{2000} = 69,8 \text{ Нм}.$$

Так как выше было сделано допущение о статике процесса, то реальная величина силы закрепления может существенно отличаться вследствие различных причин присущих динамике. В связи с этим, для получения проектного значения силы закрепления необходимо ввести поправочный коэффициент, который равен:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (30)$$

где K_0 – коэффициент гарантированного запаса;

K_1 – учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей;

K_2 – характеризует увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

K_3 – учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании;

K_4 – характеризует постоянство сил закрепления для ЗМ;

K_5 – учитывается только при наличии крутящих моментов.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,18.$$

Принимаем $K = 2,5$.

На рис. 22 приведена расчётная схема при обработке заготовки.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

Момент силы трения поверхности заготовки и прихвата:

$$F_{\text{тр1}} = W \cdot f \cdot m \cdot p_1, \quad (32)$$

где W - сила зажима заготовки для предотвращения её разворота относительно оси пальца.

f - коэффициент трения

$f = 0,16$ т.к. поверхность обработана

$$W_1 = \frac{K \cdot P_z}{f_1} = \frac{3 \cdot 1396}{0,16 \cdot 2} = 10718,8 \text{ Н}.$$

Момент силы трения на кольцевой поверхности заготовки и поверхности буртика пальца:

$$M_{\text{тр2}} = \frac{1}{3} W \frac{D_H^3 - D_B^3}{D_H^2 - D_B^2} f, \quad (33)$$

где D_H и D_B - это границы кольцевой поверхности обрабатываемой заготовки, которая соприкасается с буртиком установочного пальца 2.

Эти значения берём непосредственно с окончательного варианта чертежа проектируемого приспособления;

Подставляем полученные значения в уравнение для расчёта силы зажима W_2 .

$$K \cdot P_z \cdot b = W \cdot f \left(\frac{1}{3} \frac{D_H^3 - D_B^3}{D_H^2 - D_B^2} + a \right)$$

									Лист
									58
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Отсюда:

$$W = \frac{K \cdot P_z \cdot b}{f \left(\frac{1}{3} \frac{D_H^3 - D_B^3}{D_H^2 - D_B^2} + a \right)} \quad (34)$$

Подставляем известные числовые значения:

$$W = \frac{2,5 \cdot 1396 \cdot 80}{0,16 \left(\frac{1}{3} \frac{1110^3 - 55^3}{1110^2 - 55^2} + 90 \right)} = \frac{274400}{0,16 \cdot \left(\frac{1}{3} \frac{116462}{9075} + 90 \right)} = 50032,4 \text{ Н}$$

Таким образом, для расчёта привода приспособления принимаем силу зажима $W = 50032,4 \text{ Н}$.

Проведём расчёт приспособления с пневмоцилиндром.

Расчётная схема для определения усилия на штоке представлена на рисунке 23.

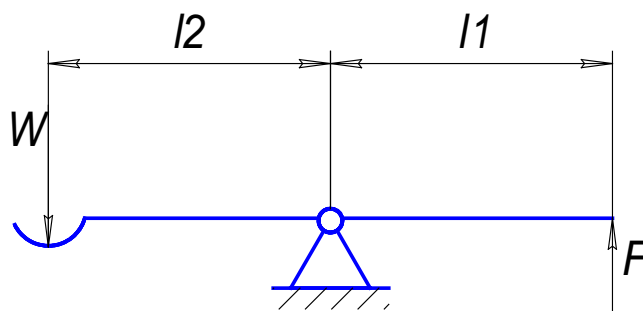


Рисунок 23 – Схема для определения усилия на штоке

Уравнение моментов прихвата относительно опоры:

$$Wl_2 + Fl_1 = 0 \quad (35)$$

где $l_1 = l_2$

$$F = \frac{Wl_1}{l_2\eta} = \frac{W}{\eta}, \quad (36)$$

где η – коэффициент полезного действия прихвата

$$F = \frac{50032,4}{0,95} = 52665,7 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{толк}} = \frac{\pi}{4} \cdot D_{\text{ц}}^2 \cdot P \cdot \eta, \quad (37)$$

где $F_{\text{толк}}$ – сила толкающая, Н.;

$D_{\text{ц}}$ – диаметр цилиндра, мм.;

P – давление, МПа;

η – коэффициент полезного действия приспособления.

Расчёт диаметра пневмоцилиндра:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{F}{0,785 \cdot \eta \cdot P}} = \sqrt{\frac{52665,7}{0,785 \cdot 0,85 \cdot 0,6}} = 49_{\text{мм}}.$$

Принимаем $D_{\text{ц}} = 50$ мм.

$$d_{\text{шт}} = 0,4D_{\text{ц}} = 20 \text{ мм.}$$

Спроектированное приспособление предназначено для установки заготовки при обработке на ОЦ с ЧПУ (рис. 24).

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

Для открепления заготовки масло подаётся в бесштоковую полость цилиндра, поршень перемещается вправо, прихват откидывается и заготовка освобождается

Приспособление крепится к столу станка посредством двух привертных шпонок 15.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В данной выпускной квалификационной работе производится совершенствование технологического процесса детали «Корпус выключателя» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 5000 штук в год.

Разработанный технологический процесс обеспечивает технико-экономические показатели выпуска продукции высокого качества, максимальное использование обрабатывающего центра (ОЦ) с ЧПУ, применение стандартных приспособлений.

В экономической части проекта будет произведён расчёт капитальных затрат и определение себестоимости изготовления детали по двум вариантам – совершенствуемому варианту и по базовому варианту, целью анализа является выявление наиболее выгодного с точки зрения вложенных средств и полученных результатов проекта.

3.1. Определение количества технологического оборудования

Основные характеристики технологического процесса представлены в таблицах 18 и 19.

Таблица 18 – Нормы времени по операциям (проектируемый технологический процесс)

№ операции	Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, <i>t_{шт-к.}</i> , мин
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 80 P	10,10
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Обрабатывающий центр с ЧПУ WH-10CNC	5,08

Таблица 19 – Нормы времени по операциям (базовый технологический процесс)

Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, <i>t_{шт-к.}</i> , мин
Токарная	QTN 200-II MSY	22,34
Фрезерная	6P82	18,36
Вертикально-сверлильная	2H125	26,92
ИТОГО		67,62

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (38)$$

где t – штучно - калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$ - годовая программа выпуска деталей, шт.;

$F_{\text{об}}$ - действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

$k_{\text{вн}}$ - коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия $k_{\text{вн}} = 1,0 \div 1,2$);

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства; $k_3 = 0,75 \div 0,85$.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитаем следующим образом:

$$F_{\text{об}} = F_{\text{н}} \left(1 - \frac{k_{\text{р}}}{100} \right), \quad (39)$$

где $F_{\text{н}}$ - номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;

$k_{\text{р}}$ - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращённые предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (при трёхсменной работе):

$$F_H = 1930 \cdot 3 = 5790 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9,0% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования составляет:

$$F_{об} = 5790 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5268,9 \text{ ч.}$$

Определяем количество технологического оборудования (проектный вариант):

$$q^{010} = \frac{10,10 \cdot 5000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,21 \text{ шт.}$$

$$q^{015} = \frac{5,08 \cdot 5000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,11 \text{ шт.}$$

Принимаем $q^{010} = 1 \text{ шт.}$; $q^{015} = 1 \text{ шт.}$

Расчёт технологического оборудования сведён в таблицы 20 и 21.

Таблица 20 – Сводная ведомость оборудования (проектный вариант)

Тип оборудования	DMU 80 P	WH-10 CNC
Количество станков по расчёту, ед	0,21	0,11
Принимаемое количество станков	1	1
Коэффициент загрузки оборудования	0,21	0,11
Средний коэффициент загрузки оборудования	0,16	

Таблица 21 – Сводная ведомость оборудования (базовый вариант)

Тип оборудования	QTN 200-II MSY	6P82	2H125
Количество станков по расчёту, ед	0,46	0,38	0,56
Принимаемое количество станков	1	1	1
Коэффициент загрузки оборудования	0,46	0,38	0,56
Средний коэффициент загрузки оборудования	0,47		

3.2. Определение капитальных вложений

Состав капитальных вложений K , руб. определяем по формуле:

$$K = \sum K_{заг} + \sum K_{обр} + \sum K_{прг}, \quad (40)$$

где $K_{обр}$ - капитальные вложения в оборудование, р.;

$K_{прг}$ - капитальные вложения в программное обеспечение, р.;

$K_{заг}$ - затраты на изготовление заготовки;

Сегодня, при наличии на предприятиях недозагруженных мощностей покупка нового оборудования для изготовления одной конкретной детали нецелесообразна. Поэтому при проектировании нового технологического процесса технолог опирается на уже имеющиеся на предприятии станки.

Затраты на программное обеспечение включаются в капитальные вложения в случае применения станков с ЧПУ.

В данном проекте оборудование не приобретается, а уже есть на предприятии. Так как станки загружены только на 16%, то они будут загружаться однотипными деталями, чтобы исключить прости станка.

3.2.1. Затраты на подготовку и эксплуатацию управляющих программ

Затраты на программное обеспечение включаются в капитальные вложения в случае применения станков с ЧПУ.

$$K_{npz} = K_{yn} \cdot K_3 \cdot n, \quad (40)$$

где K_{yn} – стоимость одной управляющей программы, $K_{yn} = 8000$ р.;

K_3 – коэффициент, учитывающий потребности в восстановлении программы, $K_3 = 1,1$;

$n = 2$ количество операций для которых необходима программа

$$K_{npz} = 8000 \cdot 1,1 \cdot 2 = 17600 \text{ р.}$$

Для внедрения новой управляющей программы понадобится 17600р.

3.2.2. Затраты на оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 22.

Таблица 22 – Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Количество оборудования		Суммарная мощность, кВт.		Стоимость одного станка, тыс. р.			Стоимость всего оборудования, тыс.р.	
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Одного станка	Всех станков	Цена	Затраты на монтаж	Первоначальная стоимость	Базовый вариант	Проектируемый вариант
QTN 200-II MSY	1	-	16	16	2500	-	2500	2500	-
6P82	1	-	6	6	1200	-	1200	1200	-
2H125	1	-	4	4	800	-	800	800	-
DMU 80 P	-	1	29	29	5500	-	5500	-	5500
WH-10CNC	-	1	19	19	6500	-	6500	-	6500
								4500	12000

Учитывая средний коэффициент загрузки оборудования получаем:

Базовый вариант: $K_{обор} = 4\,500\,000 \cdot 0,47 = 2\,115\,000$ руб.

Проектный вариант: $K_{обор} = 12\,000\,000 \cdot 0,16 = 1\,920\,000$ руб.

Таким образом общие капитальные вложения составят:

Базовый вариант: $K_{кап. баз} = K_{обор} = 2\,115\,000$ руб.

Проектный вариант: $K_{кап. проект} = K_{обор} + K_{np} = 17600 + 1920000 = 1\,937\,600$ руб.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

3.3. Расчёт технологической себестоимости детали

Рассчитаем технологическую себестоимость, которая складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_{\text{м}} + Z_{\text{эл}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (41)$$

где $Z_{\text{м}}$ - затраты на все виды материалов, комплектующих и полуфабрикатов, руб.;

$Z_{\text{э}}$ - затраты на технологическую электроэнергию, р.;

$Z_{\text{эл}}$ - затраты на заработную плату, р.;

$Z_{\text{об}}$ - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{\text{осн}}$ - затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{\text{и}}$ - затраты на малоценный инструмент; р.

Так как разработанный технологический процесс не предполагает изменения метода получения заготовки, то нет необходимости учитывать затраты на её изготовление.

$$Z_{\text{эл}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (42)$$

где $Z_{\text{пр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

$Z_{\text{н}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$Z_{\text{э}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

$Z_{\text{к}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролёров, р.;

$Z_{\text{тр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р.:

$$Z_{np} = C_m \cdot t_{шт-к} \cdot k_{мн} \cdot k_{доп} \cdot k_{есн} \cdot k_p, \quad (43)$$

где C_m - часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

$t_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

$k_{мн}$ - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ($k_{мн}=1$);

$k_{доп}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (1,2);

$k_{есн}$ - коэффициент, учитывающий страховые взносы ($k_{есн}= 1,3$);

k_p – районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях (для Урала $k_p = 1,15$).

Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле:

$$Ч_{см} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p \cdot 60}, \quad (44)$$

где t – штучное время операции, мин.;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска детали, $N_{год} = 5000$ шт;

$k_{мн}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание, $k_{мн} = 1$;

F_p – действительный годовой фонд работы одного рабочего, $F_p=1790$ ч.

Принимаемую численность рабочих и затраты на заработную плату производственных рабочих заносим в таблицу 23.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Пример расчёта операции 010 комплексная на ОЦ с ЧПУ:

$$Z_{np} = 129,87 \cdot 10,10 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 / 60 = 39,22 \text{ р.}$$

Пример расчёта численности станочников (проектный вариант):

$$Ч_{ст}^{010} = \frac{10,10 \cdot 5000 \cdot 1,0}{1790 \cdot 60} = 0,47 \text{ чел.}$$

Расчёт заработной платы станочников сведён в таблицы 23 и 24.

Таблица 23 – Затраты на заработную плату станочников за одну деталь (проектный вариант)

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчётная чел.	Численность станочников, принятая чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	129,87	10,10	39,22	0,47	1
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	129,87	5,08	19,73	0,24	1
Итого			58,95	0,71	2

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 58,95 \cdot 5000 = 294\ 750 \text{ р.}$$

Таблица 24 – Затраты на заработную плату станочников за одну деталь (базовый вариант)

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчётная чел.	Численность станочников, принятая чел.
Токарная	129,87	22,34	86,75	1	1
Фрезерная	129,87	18,36	71,29	1	1
Сверлильная	129,87	26,92	104,53	2	2
Итого			262,57	4	4

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{зп} = 262,57 \cdot 5000 = 1\,321\,850 \text{ р.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_p}{N_{год}}, \quad (45)$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 2000$ шт.;

k_p – районный коэффициент, $k_p = 1,15$;

$k_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$$k_{доп} = 1,05;$$

$C_T^{всп}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$Ч_{всп}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{нал} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (46)$$

где g_n – расчётное количество оборудования, согласно расчётам, составляет $g_n = 0,32$ шт. – проектный вариант; $g_n = 1,4$ шт. – базовый вариант;

n – число смен работы оборудования, $n = 3$;

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $N = 10$ шт.

$$Ч_{нал} = \frac{0,32 \cdot 3}{10} = 0,096 \text{ чел. Принимаем 1 чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролёров – 7% от числа станочников, отсюда:

									Лист
									71
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 0,71 = 0,036 \text{ чел.}; \text{ Принимаем } 1 \text{ чел.}$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 0,71 = 0,050 \text{ чел. Принимаем } 1 \text{ чел.}$$

Произведём вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{161,62 \cdot 1790 \cdot 0,096 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{5000} = 6,7 \text{ р.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{93,09 \cdot 1790 \cdot 0,036 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{5000} = 1,45 \text{ р.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{123,3 \cdot 1790 \cdot 0,05 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{5000} = 2,67 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицы 25 и 26.

Таблица 25 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих (проектный вариант)

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на изготовление одной детали, р.
		расчётная	принятая	
Наладчик станков	161,62	0,42	1	29,31
Транспортный рабочий	93,02	0,157	1	6,32
Контролёр ОТК	123,3	0,220	1	11,75
Итого:			3	47,38

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{зп}} = 47,38 \cdot 5000 = 54 \text{ } 100 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$З_{\text{зп}} = 294 \text{ } 750 + 54 \text{ } 100 = 348 \text{ } 850 \text{ р.}$$

Таблица 26 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих (базовый вариант)

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на изготовление одной детали, р.
		расчётная	принятая	
Наладчик станков	161,62	0,096	1	6,7
Транспортный рабочий	93,02	0,036	1	1,45
Контролёр ОТК	123,3	0,05	1	2,67
Итого:			3	10,82

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 10,82 \cdot 5000 = 236\,900 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$З_{зп} = 1\,321\,850 + 236\,900 = 1\,558\,750 \text{ р.}$$

Отчисления в социальный фонд.

Отчисления в социальный фонд страхования составляют 30% от фонда заработной платы.

$$\text{Проектируемый тех. процесс} - 348\,850 \cdot 0,3 = 104\,655 \text{ р.}$$

$$\text{Базовый тех. процесс} - 1\,558\,750 \cdot 0,3 = 467\,625 \text{ р.}$$

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле:

$$З_{э} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{ен}} \cdot Ц_{э},$$

(47)

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,
 $k_N = 0,2 \div 0,4$;

$k_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для среднесерийного производства $k_{вр} = 0,5$;

$k_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка, $k_{од} = 0,75$ – при двух двигателях и $k_{од} = 1$ при одном двигателе;

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, $k_w = 1,04 \div 1,08$;

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		73

η – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{\text{вн}} = 1,02$;

$\text{Ц}_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $\text{Ц}_э = 4,3$ р.

Производим расчёты (проектный вариант) по формуле:

$$Z_э(010) = \frac{29 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 0,168}{0,75 \cdot 1,02} \cdot 4,3 = 4,35 \text{ р.};$$

$$Z_э(015) = \frac{19 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 0,085}{0,75 \cdot 1,02} \cdot 4,3 = 1,44 \text{ р.};$$

Результаты расчёта сводим в таблицы 27 и 28.

Таблица 27 – Затраты на электроэнергию (проектный вариант)

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
DMU 80 P	29	0,168	4,35
WH-10CNC	19	0,085	1,44
Итого			5,79

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_э = 5,79 \cdot 5000 = 28\,950 \text{ р.}$$

Таблица 28 – Затраты на электроэнергию (базовый вариант)

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
QTN 200-II MSY	16	0,372	5,13
6P82	6	0,306	1,64
2H125	4	0,449	1,60
Итого			8,37

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_э = 8,37 \cdot 5000 = 41\,850 \text{ р.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (48)$$

где $C_{рем}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, р.;

$C_{ам}$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t_{шт-к}}{F_{об} \cdot k_з \cdot k_{вн} \cdot 60}, \quad (49)$$

где $Ц_{об}$ – цена единицы оборудования, р.;

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений для станков с ЧПУ,

$H_{амН} = 12\%$;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$ – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{об} = 5268,9$ ч;

$k_з$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_з = 0,85$;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$.

Производим расчёты (проектный процесс) по формуле:

$$C_{ам}(010) = \frac{5500000 \cdot 0,12 \cdot 10,1}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 24,32 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(015) = \frac{6500000 \cdot 0,12 \cdot 5,08}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 14,46 \text{ р.}$$

										Лист
										75
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Затраты на текущий ремонт оборудования ($C_{\text{рем}}$) определяем исходя из того, что производится дозагрузка оборудования.

Вычисления (проектный процесс) производим по формуле:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{об}} \cdot N_{\text{рем}} \cdot t_{\text{шт-к}}}{F_{\text{об}} \cdot k_3 \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60} \quad (50)$$

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле:

$$C_{\text{рем}}(010) = \frac{5500000 \cdot 0,04 \cdot 10,1}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 8,11 \text{ р.}$$

$$C_{\text{рем}}(015) = \frac{6500000 \cdot 0,04 \cdot 5,08}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 4,74 \text{ р.}$$

Результаты расчёта затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицы 29 и 30.

Таблица 29 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование (проектируемый вариант)

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
DMU 80 P	5 500	1	12	0,168	24,32	8,11
WH-10 CNC	6 500	1	12	0,085	14,46	4,74
Итого					38,78	12,85

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования за год рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{п}} = (38,78 + 12,85) \cdot 5000 = 258 150 \text{ р.}$$

Стоимость твёрдосплавных пластин представлена в таблице 31.

Таблица 31 – Стоимость твёрдосплавных пластин, руб.

Форма твёрдосплавной сменной пластины	Ромбическая C,D,V	Трёх-гранная T,W	Квадратная S	Круглая R
Q - количество сменных поворотных пластин, используемых на 1 державке сборного инструмента в течение времени его эксплуатации	500	350	250	200

Определим затраты на эксплуатацию фрезы SECO с ромбической пластиной:

$$z_{ин} = \frac{6 \times 500 + 6500/250}{180 \times 0,9 \times 4} \cdot 4,52 = 18,76 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию перетачиваемого инструмента определяются по формуле:

$$C_{инс} = \frac{C_{инс} + \beta_{п} \cdot C_{п}}{T \cdot (\beta_{п} + 1)} \cdot T_o \cdot \eta, \quad (52)$$

где $C_{инс}$ - цена единицы инструмента, руб.;

β_n - число переточек;

C_n - стоимость одной переточки, руб.;

T - период стойкости инструмента, мин.;

T_o - машинное время, мин;

η - коэффициент случайной убыли инструмента ($\eta = 1,15$).

Определим затраты на эксплуатацию сверла:

$$C_{инс} = \frac{1500 + 2 \cdot 150}{45 \cdot (2 + 1)} \cdot 4,27 \cdot 1,15 = 65,49 \text{ руб.}$$

Аналогичным образом рассчитаем затраты на остальной инструмент, результаты расчётов заносим в таблицу 32.

Таблица 32 – Затраты на эксплуатацию инструмента по проектному варианту

Инструмент	Цена инструмента, Ц _{инс} , руб	Число переточек, β _п	Стоимость одной переточки, Ц _п , руб	Период стойкости инструмента, Т, мин	Машинное время, Т _о , мин	Количество инструмента	Затраты на инструмент, С _{инс} , руб.
Фреза торцовая Ø100 R220.53 – 0100-12-3А. Пластина 1204АFTN-M15. Сплав МР2500	6500 500	-	-	180	4,52	1 6	18,76
Фреза концевая Ø20 R217.69 – 1020.0.0-06-2АН. Пластина ХОМХ 060202R – М05. Сплав МР3000	6500 500	-	-	180	0,65	1 6	2,70
Сверло Ø18 SD503А-18-8R7. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	45	4,27	1	65,49
Державка внутренняя правая С5-SDUCR-11070-07 Пластина DCMT 11Т032-FF1 Сплав TP2500	3500 500	-	-	30	0,66	1 1	3,14
Державка внутренняя правая С5-SDUCR-11070-07 Пластина DCMT 11Т032-FF1 Сплав TP2500	3500 500	-	-	30	0,68	1 1	3,24
Сверло Ø14 SD503А-14-45-8R7. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	45	0,23	1	3,53
Фреза фасочная Ø16 R217.49–1616.RE-ХО12-45.3А Пластина ХОЕХ 120404TR – ME08. Сплав МР2500	4500 500	-	-	90	0,02	1 2	0,06
Фреза резьбовая ТМ-М16Х2ISO-10R5. Сплав СР500	2500	-	-	60	0,15	1	8,49
Итого	105,41						

В таблице 33 укажем инструмент, используемый в базовом тех. процессе и время работы инструмента.

Таблица 33 – Перечень инструмента базового технологического процесса

Наименование	T _м , мин	Затраты на инструмент, р
Фреза торцовая Ø150 T15K6 ГОСТ 9473-80	18,36	152,34
Сверло Ø18 P6M5 ГОСТ 4010-77	16,57	62,12
Сверло Ø14 P6M5 ГОСТ 4010-77	8,28	25,18
Резец расточной (25x20) сплав T15K6 по ГОСТ 18883-73	22,34	112,56
Зенковка Ø16 P6M5 ГОСТ 14953-80	0,92	6,29
Метчик M16-7H P6M5 ГОСТ 3266-81	1,15	14,85
ИТОГО		473,34

Результаты расчётов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 34.

Таблица 34 – Технологическая себестоимость обработки одной детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый процесс	Сумма, руб. Проектируемый процесс
Заработная плата с начислениями	311,75	69,77
Затраты на технологическую электроэнергию	8,37	5,79
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	58,03	51,63
Затраты на инструмент	473,34	105,41
Итого	851,49	236,12

Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости:

$$Э_{год} = (C_{б} - C_{пр}) \cdot N_{год}, \quad (53)$$

где $C_{б}$, $C_{пр}$ – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, руб.;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\Theta_{год} = (851,49 - 236,12) \cdot 5000 = 615,37 \cdot 5000 = 3\,076\,850 \text{ руб.}$$

Анализ уровня технологии производства.

Анализ уровня технологии производства являются составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{оп} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\% , \quad (54)$$

где T^t – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчёты удельного веса операции по формуле:

Проектируемый процесс:

$$Y_{оп} (010) = \frac{10,1}{15,18} \cdot 100\% = 67\% .$$

$$Y_{оп} (015) = \frac{5,08}{15,18} \cdot 100\% = 33\% .$$

Базовый процесс:

$$Y_{оп} (010) = \frac{22,34}{67,62} \cdot 100\% = 33\% .$$

$$Y_{оп} (015) = \frac{18,36}{67,62} \cdot 100\% = 27\% .$$

$$Y_{оп} (020) = \frac{26,92}{67,62} \cdot 100\% = 40\% .$$

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству.

									Лист
									81
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.216. ПЗ				

Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\% , \quad (55)$$

где $g_{\text{пр}}$ – количество единиц прогрессивного оборудования, $g_{\text{пр}} = 2$ шт.;

g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $g = 2$ шт.

Проектный вариант:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{2}{2} \cdot 100\% = 100\% .$$

Базовый вариант:

$$Y_{\text{пр}} = 0\% .$$

Определим производительность труда на программной операции:

$$B = \frac{F_p \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60}{t} , \quad (56)$$

где F_p – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{\text{пр. 010}} = \frac{1790 \cdot 1,2 \cdot 60}{10,1} = 12760 \text{ шт} / \text{чел.год} .$$

$$B_{\text{пр. 015}} = \frac{1790 \cdot 1,2 \cdot 60}{5,08} = 25370 \text{ шт} / \text{чел.год} .$$

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_{\text{пр. 010}} = \frac{1790 \cdot 1,2 \cdot 60}{22,34} = 5796 \text{ шт} / \text{чел.год} .$$

$$B_{\text{пр. 015}} = \frac{1790 \cdot 1,2 \cdot 60}{18,36} = 7020 \text{ шт} / \text{чел.год} .$$

$$B_{\text{пр. 020}} = \frac{1790 \cdot 1,2 \cdot 60}{26,92} = 4788 \text{ шт} / \text{чел.год} .$$

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		82

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{np} - B_{\sigma}}{B_{\sigma}} \cdot 100\%, \quad (57)$$

где B_{np} , B_{σ} – производительность труда проектируемого и базового вариантов соответственно.

$$\Delta B = \frac{12760 - 4788}{4788} \cdot 100\% = 164,5\% .$$

В таблице 35 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 35 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	5000	5000	0
Количество оборудования	шт.	3	2	-1
Количество рабочих: - основных - вспомогательных	чел.	7	5	-2
		4	2	-2
		3	3	0
Сумма инвестиций	т. руб.	2155	1937,6	-217,4
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	1,127	0,253	-0,874
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе: - затраты на инструмент - заработная плата рабочих	руб.	851,49	236,12	-615,37
		473,34	105,41	-367,93
		311,75	69,77	-241,98
Доля прогрессивного оборудования	%	0	100	+100
Производительность труда	шт/чел. год	4788	12760	+7972
Рост производительности труда	%	100	264,5	+164,5
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,47	0,16	-0,31
Годовой экономический эффект	тыс. руб.	-	3076,85	-
Срок окупаемости	года		0,63	

ВЫВОД:

Технологическая себестоимость одной детали составляет 236,12 рублей.
На всю партию деталей затраты составят 1 180 600 рублей.

Так как средняя загрузка станков 16%, чтобы исключить простои оборудования, станок будет догружаться другими деталями.

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в 2 раза в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

Рост производительности труда обусловливает применением современного оборудования и прогрессивного инструмента, что при неизменных материальных и трудовых затратах ведёт к снижению себестоимости продукции.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Корпус выключателя», расчёта снижения трудоёмкости технологического процесса и роста производительности труда, связанных с внедрением в производство более эффективного металлообрабатывающего оборудования был получен годовой экономический эффект в размере 3 076 850 руб. и срок окупаемости проекта 0,63 года.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		84

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Система подготовки персонала в учебном центре МЗиК

В проектируемом технологическом процессе механической обработки детали «Корпус выключателя» обработка производится на универсальном ОЦ с ЧПУ DMU 80P. Следовательно, для данного технологического процесса необходима подготовка рабочих для работы на данном оборудовании.

Рабочих подготавливают в региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования ПАО «МЗиК».

Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования является структурным подразделением ПАО «МЗиК».

Основной целью деятельности Центра ДПО является подготовка новых рабочих и повышение квалификации кадровых рабочих, руководителей, специалистов и других служащих предприятия на основе системы непрерывного дополнительного профессионального образования, а также обучение, повышение квалификации работников предприятия Уральского и Сибирского регионов для развития их кадрового ресурса в условиях инновационного развития и технологического перевооружения.

Подготовка и обучение ведётся по следующим направлениям:

- организация обучения и обучение по договорам с предприятиями ОПК и другими организациями;
- обучение (профподготовка) лиц, стоящих на учёте в центрах занятости;
- организация и проведение стажировки, практики студентов и выпускников средних и высших учебных заведений;
- организация обучения и обучение собственного персонала.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		85

В Центре ДПО работают высококвалифицированные и опытные преподаватели, руководители практики, мастера производственного обучения, инструкторы производственной практики. Центром ДПО поддерживается постоянная связь со службой занятости населения.

Для обеспечения качественного процесса обучения - Центр ДПО имеет учебно-материальную базу: учебные кабинеты, лаборатории, компьютерный класс, два интерактивных класса (токарный и фрезерный), высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу, учебно-методический кабинет, техническую библиотеку, читальный зал, медицинский пункт, столовую. Все помещения оборудованы в соответствии с действующими правилами и санитарными нормами.

С целью повышения эффективности обучения по отработке навыков работы на погрузчиках, спецтехнике, а также для повышения уровня охраны труда и промышленной безопасности оборудован отдельный ангар для выполнения заданий водителей погрузчика (бетонированный, освещённый, с вентиляцией) в составе: стенд гидравлический с регулируемым углом наклона, смотровая яма, эстакада.

4.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Согласно Профессиональному стандарту, утверждённому приказом министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «4» августа 2014г. № 530н, Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением (далее Стандарт) должен иметь:

- образование и обучение - Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		86

Требования к опыту работы на практике: Не меньше одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Особые условия допуска к работе:

Прохождение обязательных и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке.

Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте.

Обобщённая трудовая функция – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам» имеет код А и уровень квалификации - 2.

В рамках анализируемой обобщённой трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции:

- наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам;
- настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте;
- установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях с выверкой в двух плоскостях;
- отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля;
- подналадка механизмов обрабатывающих центров в процессе работы;
- обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам;

										ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							88

- инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании.

Трудовая функция – «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам». Данная трудовая функция должна быть сформирована на 2-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведён в таблице 37.

Таблица 37 – Анализ трудовой функции «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам»

Наименование	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам.	Код	А/Об. 2	Уровень (подуровень) квалификации и	2
Трудовые действия Необходимые умения	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам				
	Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам				
	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке				
Необходимые знания	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции				
	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8 – 14 квалитетам				
	Необходимые знания по трудовым функциям А/01.2 – А/05.2				
Трудовые действия	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам				

По итогам анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план переподготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ в центре ДПО.

4.3. Программа подготовки рабочих по специальности «Оператор-наладчик станков с ЧПУ» для работы на обрабатывающем центре с ЧПУ DMU 80P

Примерный учебный план переподготовки рабочих, для работы на данном ОЦ приведён таблице 38.

Курс рассчитан на 72 часов обучения.

Таблица 38 – Учебно-тематический план подготовки рабочих

Тема	Количество часов
1. Основные сведения о точении. Режущий инструмент	4
2. Основные сведения о фрезеровании. Режущий инструмент	6
3. Системы координат и типы осей	2
4. Основы программирования	2
5. Программирование перемещений инструмента	6
6. Управление подачей и шпинделями	2
7. Работа с инструментом, компенсация радиуса инструмента, смещение нуля станка	2
8. Подпрограммы. Специальные функции M, G. Стандартные циклы	6
9. Панель управления станком	2
10. Программирование C - оси, цилиндрическая интерполяция, преобразование координат, управление приводным инструментом	4
11. Диагностика аварийных сообщений	6
12. Программирование фрезерной обработки	4
13. Программирование токарной обработки	6
14. Ввод и редактирование управляющих программ	6
15. Наладка станков с ЧПУ	2
16. Настройка и привязка режущего инструмента	6
17. Комплексная обработка	6
ИТОГО	72

Обучение происходит в вечернее время без отрыва от производства.

4.4. Разработка перспективно-тематического плана

Перспективно-тематическое планирование способствует формированию профессиональных и надпрофессиональных качеств будущих специалистов.

Методика перспективно-тематического планирования становится особенно актуальной в связи с повышением требований к качеству подготовки специалистов.

В структуру перспективно-тематического планирования заложены методы, формы, приёмы и способы обучения, учитывающие поэтапное и параллельное формирование профессиональной компетентности специалиста через реализацию содержания специальных дисциплин. Одновременное формирование профессиональных и надпрофессиональных качеств способствует повышению интереса обучаемых к учебному процессу и саморазвитию личности.

Перспективно-тематический план (ПТП) учебного процесса по дисциплине – это организация и методическая разработка системы уроков по всему учебному предмету направленная на обеспечение связи теоретическим обучением и производственным обучением, широкое применение средств, методов и форм обучения, на повышение самостоятельности и активности и контроль выполнения программы.

Структура перспективно-тематического плана: тема по программе, тема урока, № урока, цели обучения, формы организации обучения, организация деятельности учащихся на уроке, виды сам. Работы учащихся, методы обучения, учебно-методическая справочная литература, наглядные пособия дидактические материалы, программные средства, межпредметные и внутрипредметные связи, связь с производственным обучением, домашнее задание (таблица 38).

Межпредметные связи - взаимная согласованность учебных программ, обусловленная системой наук и дидактическими целями. Дидактические принципы научности и систематичности знаний требуют расположения в учебном плане отдельных предметов таким образом, чтобы изучение одной дисциплины могло опираться на знания, излагаемые в других дисциплинах.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		91

Внутрипредметной связью (ВПС) называется связь по содержанию, логике построения и изучения учебного материала одного предмета.

Проанализировав тематический план обучения, выбираем для дальнейшей разработки тему: «Наладка станков с ЧПУ»

Данная тема выбрана потому, что мы производим подготовку операторов – наладчиков станков с ЧПУ.

Составим перспективно-тематический план по теме: ««наладка станков с ЧПУ». Тематический план представлен в таблице 39.

Таблица 39 – Перспективно-тематический план по теме «Наладка станков с ЧПУ»

№ занятия	Форма проведения занятия	Тема занятия	Цели занятия	Методы проведения занятия	Средства обучения		Методы контроля ЗУН	Средства контроля	
					дидактические	Технологические		дидактические	Технологические
1	Лекция	Наладка станков с ЧПУ	<p>В результате обучения студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знать задачи наладки станков с ЧПУ • различать основные этапы наладки станка • знать основные способы базирования и закрепления заготовок на станках с ЧПУ • знать способы выверки положения базовых поверхностей заготовок • знать способы наладки и установки режущего инструмента с использованием приборов • знать способы установки рабочей системы координат • знать алгоритм нахождения нулевых точек детали по осям координат 	объяснение, консультация	учебники, презентация	ПЭВМ IBM PC	устный опрос	учебники, презентация	ПЭВМ IBM PC

На тему отводится 2 часа лекционных занятий.

4.5. Разработка занятия теоретического обучения с использованием программированного обучения

Тема: «Наладка станков с ЧПУ».

Тип занятия: усвоение новых знаний

Цели и задачи: ознакомить обучающихся с особенностями наладки станков с ЧПУ

В результате освоения темы учебной дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- задачи наладки станков с ЧПУ
- основные способы закрепления и базирования заготовок на станках с ЧПУ
- способы выверки базовых поверхностей заготовок на станках с ЧПУ
- способы наладки и установки режущего инструмента с использованием приборов
- способы установки системы координат

Уметь:

- различать основные этапы наладки станков с ЧПУ
- воспроизводить алгоритм нахождения нулевых точек детали по осям координат

Ход занятия

1. Проверка присутствующих, сообщение темы занятия- 5 мин.;
2. Подготовка к изучению нового материала (проверка домашнего задания) – 10 мин.;
3. Изучение нового материала и закрепление знаний - 45 мин.;
4. Подведение итогов занятия – 5 мин.;
5. Домашнее задание - 5 мин.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		93

Ход занятия представлен в таблице 40.

Таблица 40 – Ход занятия

Деятельность преподавателя (вопросы)	Время (мин)	Наглядные средства ТСО	Деятельность обучаемых (предполагаемые ответы)
1. Организационная часть	5		1.1. Проверка присутствующих по журналу. 1.2. Организация рабочих мест 1.3. Подготовка к опросу
2. Подготовка к изучению нового материала 2.1. Коллективный разбор выполнения домашнего задания	10	Плакаты	2.1. Ответы на вопросы
2.2. Актуализация знаний по пройденному материалу 2.3. Сообщение темы и цели занятия	10	Доска, цветные мелки	2.3. Запись номера урока и темы
3. Изучение нового материала и закрепление с использованием презентации 3.1. Задачи наладки станков с ЧПУ 3.2. Основные этапы наладки станков с ЧПУ 3.3. Основные способы закрепления и базирования заготовок на станках с ЧПУ 3.4. Способы выверки базовых поверхностей заготовок на станках с ЧПУ 3.5. Способы наладки и установки режущего инструмента с использованием приборов 3.6. способы установки системы координат 3.7. алгоритм нахождения нулевых точек детали по осям координат	45	Презентация «Наладка станков с ЧПУ»	Просматривают презентацию, пишут конспект.
4. Подведение итогов занятия	5		Ответы на вопросы по закреплению нового учебного материала Формулирование выводов по теме
5. Домашнее задание	5	Конспект	Запись домашнего задания

В приложении Г представлена презентация к уроку «Наладка станков с ЧПУ».

Оценка знаний, умений и навыков по результатам контроля производится в соответствии с универсальной шкалой.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		95

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе (ВКР) был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Корпус выключателя».

В результате было проанализировано служебное назначение детали и её технологичность. Выбран метод получения заготовки и технологические базы. Разработан комплект документации технологического процесса.

Была разработана управляющая программа для обработки детали.

В экономической части ВКР был проведён анализ совершенствования технологии механической обработки детали «Корпус выключателя». С внедрением в производство более эффективного металлообрабатывающего оборудования был получен годовой экономический эффект в размере 3 076 850 руб. и срок окупаемости проекта 0,63 года.

В методической части проекта были рассмотрены вопросы подготовки рабочих на предприятии и разработана методика проведения занятия теоретического обучения для операторов - наладчиков станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		96

19. Платонова, Н.А. Основы дипломного проектирования [Электронный ресурс]: учеб. - метод. пособие / Н.А. Платонова, М.В. Виноградова. — Электрон. дан. — Москва: Дашков и К, 2013. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50229> — Загл. с экрана.

20. Савицкий Е. Е. Обработка металла на станках с программным управлением. Практикум и средства контроля: учебное пособие. - Минск: Республиканский институт профессионального образования, 2015. - 104 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67674>

21. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005. -Т.2-612 с., ил.

22. Схиртладзе, А. Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст]: учебник для вузов [Гриф Минобрнауки РФ] / А. Г. Схиртладзе, В. Н. Воронов, В. П. Борискин. - Старый Оскол: Тонкие наукоёмкие технологии, 2014. - 599 с.

23. Технология машиностроения: учебное пособие для вузов [Гриф Минобрнауки РФ]. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.]; ред. С. Л. Мурашкин. - 2-е изд., доп. - Москва: Высшая школа, 2005. - 278 с.

24. Техничко-экономические расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт. –сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2013. 66 с.

25. Технология машиностроения: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [Л.В. Лебедев, В.У. Мнацаканян, А.А. Погодин и др.] – М. Издательский центр «Академия», 2006. – 528 с.

26. Технология металлов и материаловедение. Кнорозов Б.В., Усова Л.Ф., Третьякова А.В. и др. М.: Металлургия, 1987. 800 с.

										Лист
										99
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

27. Фельдштейн, Е.Э. Режущий инструмент. Эксплуатация [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. — Электрон. дан. — Минск: Новое знание, 2012. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2920> — Загл. с экрана.

28. Чучкалова Е.И., Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Издательство ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. 66 с.

29. Шишмарев В.Ю. Машиностроительное производство: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.Ю. Шишмарев, Т.И. Каспина. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 352с.

30. Электронное руководство по эксплуатации Fanuc для системы многоцелевого станка.

31. Каталог инструментов SECO. Фрезерование [Электронный ресурс]: — 1 компьютерный файл (pdf: 71.4 МВ) — 2018. Режим доступа: <http://www.spec-prom.ru/upload/iblock/d4b/d4b20e08c09e4e89bbc25db88b5aed1c.pdf>

32. Каталог инструментов SECO. Обработка отверстий [Электронный ресурс]: — 1 компьютерный файл (pdf: 72.7 МВ) — 2018. Режим доступа: <http://www.spec-prom.ru/upload/iblock/d01/d0159f4a84d2c4bcb6c3b84231a7ce2d.pdf>

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		100

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перечень листов графических документов

№ п/п	Наименование документа	Формат
1	Чертёж детали «Корпус выключателя»	A1
2	Чертёж заготовки	A1
3	Иллюстрация техпроцесса. Операция 010	A1
4	Иллюстрация техпроцесса. Операция 015	A1
5	Фрагмент управляющей программы	A1
6	Технико-экономические показатели проекта	A1
7	Презентация к уроку «Наладка станков с ЧПУ»	A4
	Итого листов формата A1 – 6, A4 – 20	

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		101

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА

Операция 010 (Установ А)

<p>% G18G21G54G95</p> <p>S764M3 (FREZEROVANIE PLOSKOSTY) G30X300Y300Z300 G43H01M01 T0101M06 G0X18Y-70Z55M08 G1 Y70F0.15 M9 G30 X300Y300Z300 (FREZEROVANIE USTUPA) T0202M06 G0X18Y-70Z60,5M08 S1433 G1Y70F0.15 M9 G30 X300Y300Z300 (SVERLENE OTVERSTIY) T0303M06 M13S885</p> <p>G83X18Y-43Z-32R5Q2000 F0,1</p> <p>G83X18Y43Z-32R5Q2000 F0,1</p> <p>G83X63Y43Z-32R5Q2000 F0,1</p> <p>G80 M9 M15 G30 X300Y300Z300 M5 N225 M30 %</p>	<p>Плоскость XZ(G18), ввод значений в миллиметрах(G21), выбор системы координат заготовки(G54), подача мм/об(G95)</p> <p>запуск вращения шпинделя с частотой 764 об/мин</p> <p>выход в позицию смены инструмента коррекция на длину вылета инструмента фреза торцевая ускоренное перемещение в точку 1, включение СОЖ фрезерование плоскости, подача 0,15 мм/об выключение СОЖ выход в позицию смены инструмента</p> <p>фреза концевая ускоренное перемещение в точку 3, включение СОЖ изменение частоты оборотов шпинделя фрезерование уступа с подачей 0,15 мм/об выключение СОЖ выход в позицию смены инструмента</p> <p>сверло диаметром 18 мм запуск вращения сверла Цикл сверления Расположение отверстия (X18), сверлить до глубины - 32мм(Z-32), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 0.1об/мин</p> <p>Цикл сверления Расположение отверстия (X18), сверлить до глубины - 32мм(Z-32), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 0.1об/мин</p> <p>Цикл сверления Расположение отверстия (X63), сверлить до глубины - 32мм(Z-32), подвод на быстром ходу на 5мм от начальной точки(R-5), сверлить за один проход 2мм(Q2000), со скоростью подачи 0.1об/мин</p> <p>отмена цикла сверления выключение СОЖ остановка вращения сверла выход в позицию смены инструмента Остановка шпинделя Конец программы</p>
--	---

					ДП 44.03.04.216. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		102

