

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации
и методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой _____

_____ Н.В.Бородина

« ____ » _____ 2018г.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС ПРЕССА»**

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: 743

Исполнитель:

студент группы ЗТО-405С

А.В. Малышев

Руководитель:

доцент

Г.Н. Мигачева

Екатеринбург 2018

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

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПРЕССА»*

Выпускная квалификационная работа

по направлению 44.03.04. Профессиональное обучение (по отраслям),
профиля подготовки «Машиностроение и метериалообработка»
профилизация «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификация код ВКР: 743

Екатеринбург 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1.АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ.....	7
1.1. Анализ исходных данных.....	7
1.2. Анализ технических требований к детали.....	7
1.3. Характеристика материала детали.....	8
1.4. Анализ технологичности детали.....	9
1.5. Анализ методов обработки детали.....	12
1.6. Анализ маршрута обработки детали.....	13
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	14
2.1. Расчет по объему выпуска и определение типа производства.....	14
2.2. Выбор заготовки.....	16
2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки	18
2.4. Выбор и обоснование технологических баз	20
2.5. Технологический маршрут обработки детали.....	27
2.6. Выбор оборудования.....	31
2.7. Выбор режущего инструмента.....	37
2.8.Выбор средств технического контроля.....	43
2.9. Расчет припусков на механическую обработку	44
2.10. Расчет точности обработки.....	48
2.11. Расчет режимов резания.....	51
2.12. Расчет норм времени.....	54
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	59
3.1. Программирование в системе ЧПУ FANUC 0 iMate – MB.....	59
3.2. Управляющая программа.....	68
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	70
4.1. Описание предмета экономического обоснования.....	70
4.2. Определение потребности в инвестициях.....	70
4.3. Расчет технологической себестоимости.....	73

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	83
5.1. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».....	83
5.2. Анализ учебного плана и программы повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».	88
5.3. Разработка методики и методического обеспечения урока по теме: «Программирование сверлильной обработки на станках с ЧПУ».....	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	102
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	103
Приложение.А – Лист задания на дипломное проектирование.....	106
Приложение.Б – Перечень графического материала.....	107
Приложение.В – Комплект технологической документации.....	108

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – ключевая отрасль народного хозяйства, обеспечивающая техническое перевооружение всех его отраслей, оно включает в себя постоянное совершенствование и модернизирование станков, машин и других механизмов. Одним из основных направлений в машиностроении является выбор экономичных форм заготовки, которые дают наименьшие технологические отходы.

Актуальность темы проекта обусловлено тем что в настоящее время уже изготавливают заготовки с такой степенью точности, что понятие «заготовка» детали и деталь совпадают. В качестве предпосылки перехода к непрерывно-поточному и поточному производственному процессу является мероприятие по сосредоточению технологических операций, что сокращает производственный цикл, повышает производительность труда и сокращает размеры производственных площадей. Применение обрабатывающего центра – одно из прогрессивных направлений автоматизации металлообработки на промышленных предприятиях, повышающее производительность в 3-6 раз и более, сокращающее трудовые и материальные затраты и облегчающее монотонный труд рабочих.

Принятие решения в данном проекте по выбору методов получения заготовки, варианта технологического процесса, оборудования, оснастки производится на основе технологических анализов и технико-экономических расчетов, что дает возможность предложить наиболее оптимальный вариант.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса механической обработки детали.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Задачами ВКР являются:

1. Проанализировать исходные данные о детали;
2. Разработать технологический процесс обработки детали, выбрать оборудование и инструмент;
3. Разработать управляющую программу обработки детали;
4. Выполнить экономические расчеты для технологического процесса;
5. разработать занятие для повышения квалификационного разряда

Для решения данных задач в проекте предлагается применение прогрессивного оборудования (обрабатывающий центр) в рамках среднесерийного производства.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ

1.1. Анализ исходных данных

Деталь «Корпус прессы» служит для установки и закрепления на нем пресс-форм. Универсальные прессы бывают механические (кривошипные) и гидравлические. Для изготовления листов сердечников электрических машин методом холодной штамповки применяют, как правило, механические кривошипные прессы. В таких прессах движение рабочим органам передается от электродвигателя при помощи механической передачи. Для преобразования вращательного движения двигателя в возвратно-поступательное движение ползуна используют кривошипно-шатунный (эксцентриковый) механизм. В этих прессах используется кинетическая энергия вращающегося маховика.

1.2. Анализ технических требований к детали

Самыми точными поверхностями детали являются:

- отверстие $\varnothing 200H8$ с шероховатостью $Ra = 2,5$ мкм.
- 4 отверстия $\varnothing 30H7$ с шероховатостью $Ra = 2,5$ мкм.

Все остальные поверхности детали имеют свободные размеры, выполняемые по 14 качеству точности.

Шероховатость торцевых поверхностей $Ra = 3,2$ мкм.

Шероховатость пазов $Ra = 3,2$ мкм.

Шероховатость остальных поверхностей $Ra = 20$ мкм.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3. Характеристика материала детали

Марка материала детали – Сталь 5ХНМ ГОСТ 5950 - 2000

Таблица 1 - Химический состав в % материала 5ХНМ ГОСТ 5950 - 2000

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Cu
0.5 - 0.6	0.1 - 0.4	0.5 - 0.8	1.4 - 1.8	до 0.03	до 0.03	0.5 - 0.8	0.15 - 0.3	до 0.3

Применение: молотовые штампы паровоздушных и пневматических молотов с массой падающих частей свыше 3 т, прессовые штампы и штампы машинной скоростной штамповки при горячем деформировании легких цветных сплавов, блоки матриц для вставок горизонтально-ковочных машин.

Таблица 2 - Технологические свойства материала 5ХНМ .

Свариваемость:	не применяется для сварных конструкций.
Флокеночувствительность:	чувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна.

Таблица 3-Механические свойства при T=20°C материала 5ХНМ .

Сортамент	Размер	Напр.	σ_b	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Сталь	100 - 200		1570	1420	9	35	340	Закалка 850°C, масло, Отпуск 460 - 520°C,

1.4. Анализ технологичности детали

Технологичностью конструкции изделия по ГОСТ 14.205 — 83 называется совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению определенных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ. Иными словами конструкция изделия является технологичной, если при проектировании обеспечено простое, качественное и экономичное изготовление, а также эксплуатация этого изделия.

Отработка конструкции на технологичность ведется на всех этапах проектирования и производства изделия. Основная часть этой работы должна быть выполнена при проектировании. Конструктору необходимо быть технологом. В то же время оценка технологичности конструкции при разработке технологического процесса обязательна, т.к. квалификация технолога в области технологии, как правило, выше, чем у конструктора. Оценка технологичности конструкции на стадии производства является проверкой эффективности проектных и технологических решений. Она позволяет устранить допущенные ошибки, уточняет детали, вскрывает резервы для дальнейшего повышения технологичности конструкции.

Технологический анализ детали проводят как качественный, так и количественный.

Деталь допускает обработку поверхностей на проход, отверстия возможно обрабатывать на многошпиндельных станках. Центральные отверстия можно обрабатывать без переустановки детали. Деталь имеет свободный доступ к обрабатываемым поверхностям. Имеются достаточные по размерам и расстоянию базовые поверхности. Деталь имеет достаточную жесткость, что не ограничивает режимы резания.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определим коэффициент точности по [2, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 – Определение коэффициента точности

T _i	n _i	T _i *n _i	T _i	n _i	T _i *n _i
7	8	56	14	23	322
8	26	208			

$$\sum n_i = 38; \sum T_i \cdot n_i = 586;$$

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{586}{38} = 15,42$$

$$R_{TЧ} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{15,42} = 0,935$$

Определение коэффициента шероховатости по [2, с. 229], а результаты занесём в таблицу 5.

Таблица 5 – Определение коэффициента шероховатости

Ш _i	n _i	Ш _i *n _i	Ш _i	n _i	Ш _i *n _i
2,5	8	20	5	27	135
3,2	1	3,2	12,5	26	325

$$\sum n_i = 62; \sum Ш_i \cdot n_i = 483,2;$$

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{483,2}{62} = 7,79$$

$$R_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{ср}} = 1 - \frac{1}{7,79} = 0,872$$

Коэффициент использования материала [2, с. 229]:

$$K_M = \frac{K_o}{K_3} = \frac{155}{232} = 0,7$$

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

Конструктивно соответствует среднесерийному производству.

Всё выше сказанное говорит, что деталь технологична.

Рабочий чертеж детали содержит полный перечень технических требований, предъявляемых к подобным деталям типа корпус.

На чертеже представлены все необходимые размеры, виды и сечения для точного представления формы детали.

Глухие резьбовые отверстия снижают технологичность конструкции детали.

В целом деталь является технологичной. Высокий коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки нетехнологичен, его следует заменить на другой способ получения заготовки, соответствующий среднесерийному производству.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1.5. Анализ методов обработки детали

Основываясь на проведенном анализе, ориентируясь на условия автоматизированного производства, разработаны следующие предложения по разработке технологического процесса:

- внедрить оборудование с программным управлением;
- повысить концентрацию выполнения операций за счет применения станков типа «обрабатывающий центр»;
- проектируя механическую обработку, учесть возможность применения так называемого высокоскоростного резания, что позволит резко повысить производительность и уменьшить износ режущего инструмента;
- использовать новый инструмент, позволяющий достигать более высоких скоростей резания и лучшее качество обрабатываемой поверхности;
- учитывая возможности нового оборудования и повышение концентрации операций перераспределить припуски на механическую обработку, сократив расход дорогостоящего материала детали.

Характеристика технического процесса

По признакам технического процесса относят:

- по числу охватываемых изделий – среднесерийный;
- по назначению – рабочий;
- по документации – маршрутный.

Анализ методов обработки поверхностей

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от служебного назначения детали. Проанализируем методы обработки поверхностей с точки зрения экономической точности, а результаты занесем в таблицу 6.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Таблица 6 - Методы обработки поверхностей, сравнение

№	Вид поверхности	Квалитет	Шерохов. Ra	МОП в М.К	МОП эконом. точности		Примечание
					Квалитет	Шероховатость	
1	Отверстия 30 мм	7	2,5	Растачивание черновое чистовое и тонкое	7...6	0,4	Соответ.
5	Верхняя плоскость и нижняя плоскость	14	3,2	Фрезерование черн.	14...11	12,5...3,2	Соответ.
6	Плоскость боковая	14	12,5	Фрезерование однократное	14...11	12,5...3,2	Соответ.
7	Отверстие 200 мм	7	2,5	Сверление, зенкерование, развёртывание	9...7	2,5...1,6	Соответ.
8	Резьбовые отверстия	8Н	5	Нарезание резьбы метчиком	6Н	6,3...3,2	Соответ.

1.6. Анализ маршрута обработки детали

При изучении маршрутных карт установлено, что обработка технологических баз ведется параллельно с обработкой исполнительных поверхностей. Маршрут обработки составлен оптимально и оформлен по всем нормам ЕСКД.

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 среднесерийный. Предполагается ввести многоцелевые станки с обрабатывающим центром СЧПУ, что соответствует среднесерийному типу производства.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Расчеты по объёму выпуска и определение типа производства

В дипломном проекте принимаем пятидневную рабочую неделю с двумя выходными днями при трехсменной работе длительностью 41 час.

Годовой фонд времени работы оборудования определяется исходя из следующих данных:

- а) календарных дней в году - 365;
- б) продолжительность рабочего дня - $41/5=8.2$ часа;
- в) рабочих дней в году - $365-(52*2)-8=253$ дня;

Действительный годовой фонд времени работы оборудования:

Металлорежущих станков	4015 ч.
Рабочих мест без оборудования	4075 ч.
Действительный годовой фонд времени рабочего	$R_{др}=1860$ ч.
Продолжительность отпуска	15 дней.
Программа выпуска в год $B = 500$ шт.	

Одной из важных характеристик машиностроительного производства является серийность производства. Серийность определяет большинство производственных факторов: использование того или иного вида станков, применение либо специальной, либо универсальной оснастки, также влияет, на выбор инструмента, на режимы обработки. Согласно ГОСТ 14.004 — 83 существует 4 вида машиностроительного производства: массовое, крупносерийное, среднесерийное, мелкосерийное или единичное.

Определение типа производства производится в зависимости от годового объема выпуска и массы детали.

Таблица 7 – Зависимость типа производства от объема 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 7, при массе детали 155 кг и годовом объеме выпуска 500 шт., определим тип производства как среднесерийное.

Количество деталей в партии:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{500 \cdot 3}{254} = 6шт \quad (5)$$

где N – годовой объем выпуска деталей;

a = 6...10 – число дней запаса деталей на складе для обеспечения ритмичности сборки;

254 – число рабочих дней в году

Серийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями. Технологическое оборудование – универсальное, частично специализированное и специальное.

Приспособления – специальные, переналаживаемые. Режущий инструмент – универсальный и специальный. Измерительный инструмент – универсальный и специальный. Настройка станков – станки настроенные.

Размещение технологического оборудования – по ходу технологических процессов. Виды заготовок – прокат, отливки по металлическим моделям, штамповки. Методы достижения точности метод полной и не полной

взаимозаменяемости. Квалификация рабочих – различная. Себестоимость продукции – средняя.

2.2. Выбор заготовки

Выбор заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из важнейших этапов проектирования технологического процесса изготовления детали. От правильности выбора заготовки, установления ее форм, размеров, припусков на обработку, точности размеров и твердости материала в значительной степени зависят характер и число операций или переходов, трудоемкость изготовления детали, величина расхода материала и инструмента и, в итоге, стоимость изготовления детали.

Исходя из материала (сталь 5ХНМ), химического состава, механических свойств и конструктивных особенностей (плоская деталь) заготовку можно получить на горячештамповочных прессах.

От правильности выбора заготовки, установления ее форм, размеров, припусков на обработку, точности размеров и твердости материала в значительной степени зависят характер и число операций или переходов, трудоемкость изготовления детали, величина расхода материала и инструмента и, в итоге, стоимость изготовления детали.

Различают следующие основные виды заготовок при разных конструкциях и серийности выпуска: поковка, выполненная свободной ковкой на ковочном молоте; штампованная заготовка в подкладных штампах, выполненная на молотах или прессах; штампованная заготовка в закреплённых штампах (открытых и закрытых), выполненная на молотах, прессах и горизонтально – ковочных машинах.

Заготовки, получаемые свободной ковкой на молотах, по конфигурации не соответствуют форме готовой детали, но структура

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

металла благодаря ковке улучшается по сравнению со структурой заготовки, отрезанной пилой от прутка.

Штамповка заготовок в закрытых штампах имеет ряд преимуществ: уменьшается расход металла из-за отсутствия облоя, форма заготовки ближе к готовой детали, снижается себестоимость, экономия металла составляет от 10 до 30 %. Однако отмечается повышенный расход штампов.

Штамповкой на горизонтально – ковочных машинах изготавливают заготовки с хвостовиком или с отверстиями.

Штамповка на прессах имеет большое преимущество в сравнении со штамповкой на молотах: получается более точная заготовка, припуски и напуски у которой меньше на 30 %; по конфигурации штампованная заготовка ближе к готовой детали. На прессах можно штамповать с прошиванием отверстий.

Всегда нужно стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки приближались к форме и размерам детали. При правильно выбранном методе получения заготовки уменьшается механическая обработка, сокращается расход металла, режущего инструмента. 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 штамповка на ГKM.

Штамповка на ГKM рентабельна в условиях серийного производства. Поковки получают достаточно точные заготовки, с небольшими припусками на механическую обработку.

Положительное влияние перечисленных факторов приводит к значительному снижению себестоимости поковки, повышению производительности труда.

Т.к. исходная деталь имеет не сложную форму и имеет большую массу и размеры, имеет не сложную конструкцию, то в условиях

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

среднесерийного производства наиболее экономичным способом изготовления заготовок можно считать метод штамповки.

2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки

Заготовку будем получать штамповкой по ГОСТ 7505-89.

Предлагаемая заготовка относится к поковкам 1-й группы- плоские поковки (штампуются в торец).

Установлены четыре степени сложности поковок:

1. С1 – при $0,63 < k_c < 1$;
2. С2 – при $0,32 < k_c < 0,63$;
3. С3 – при $0,16 < k_c < 0,32$;
4. С4 – при $k_c < 0,16$.

Данная заготовка относится ко второй группе материалов М2: сталь с содержанием углерода в пределах 0,35 – 0,65 % или легирующих элементов 2-5 %.

Степень сложности поковки С зависит от соотношения k_c объёма $V_{п}$ или массы $G_{п}$ поковки к объёму $V_{фиг}$ или массе $G_{фиг}$ фигуры в виде шара, цилиндра, призмы или параллелепипеда, описанного вокруг поковки:

$$k_c = V_{п} / V_{фиг} = G_{п} / G_{фиг},$$

Расчётная масса поковки определяется исходя из её номинальных размеров. Ориентировочную величину расчётной массы поковки допускается вычислять по формуле:

$$M_{п.р.} = M_{д} * k_{р}, \quad (6)$$

где $M_{п.р.}$ – расчётная масса поковки, кг;

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Мд – масса детали, кг;

кp – расчетный коэффициент, кp = 1,5

Мп.р. = 155 * 1,5 = 232 кг;

Масса Gфиг фигуры призмы описанной вокруг поковки:

Gфиг = 800x550x80x7.8=274 кг.

кс = 232 / 274= 0,6

Коэффициент кс = 0,6. Это соответствует степени сложности С2

Класс точности поковки Т4.

Группа стали заготовки М2

Исходный индекс – 18.

Таблица 8 – Расчет размеров заготовки

Размер детали по чертежу	Шероховатость поверхности, мкм	Допуск на размер заготовки	Припуск на обработку (на сторону)	Расчет размера заготовки	Размер заготовки с допуском
1	2	3	4	5	6
800	Ra 3,2	$8 \begin{pmatrix} +5,3 \\ -2,7 \end{pmatrix}$	Z1 = 5 Z2 = 5	l1 = 800+Z1+Z2 l1 = 800+5+5	$810 \begin{pmatrix} +5,3 \\ -2,7 \end{pmatrix}$
550	Ra 3,2	$7,1 \begin{pmatrix} +4,7 \\ -2,4 \end{pmatrix}$	Z3 = 4 Z4 = 4	l2 = 550+Z3+Z4 l2 = 550+4+4	$558 \begin{pmatrix} +4,7 \\ -2,4 \end{pmatrix}$
100	Ra 3,2	$5 \begin{pmatrix} +3,3 \\ -1,7 \end{pmatrix}$	Z5 = 3 Z6 = 3	l3 = 100+Z3+Z4 l3 = 100+3+3	$106 \begin{pmatrix} +3,3 \\ -1,7 \end{pmatrix}$
45	Ra 3,2	$4,5 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$	Z7 = 2,5 Z8 = 2,5	l4 = 45-Z7-Z8 l4 = 45-2,5-2,5	$40 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$
10	Ra 3,2	$4,0 \begin{pmatrix} +2,7 \\ -1,3 \end{pmatrix}$	Z5 = 3 Z9 = 2,5	l5 = 10+Z5-Z9 l5 = 10+3-2,5	$10,5 \begin{pmatrix} +2,7 \\ -1,3 \end{pmatrix}$
20	Ra 3,2	$4,0 \begin{pmatrix} +2,7 \\ -1,3 \end{pmatrix}$	Z10 = 2,5 Z11 = 2,5	l6 = 20-Z10-Z11 l6 = 20-2,5-2,5	$15 \begin{pmatrix} +2,7 \\ -1,3 \end{pmatrix}$
60	Ra 3,2	$4,5 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$	Z5 = 3 Z12 = 3	l7 = 60+Z5-Z8 l7 = 60+3-3	$60 \begin{pmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{pmatrix}$
Ø200	Ra 2,5	$6,3 \begin{pmatrix} +4,2 \\ -2,1 \end{pmatrix}$	Z13 = 3,5	D1 = 200-2·3,5 D1 = 200-2·3,5	$\varnothing 193 \begin{pmatrix} +4,2 \\ -2,1 \end{pmatrix}$

Эскиз заготовки представлен на рисунке 1

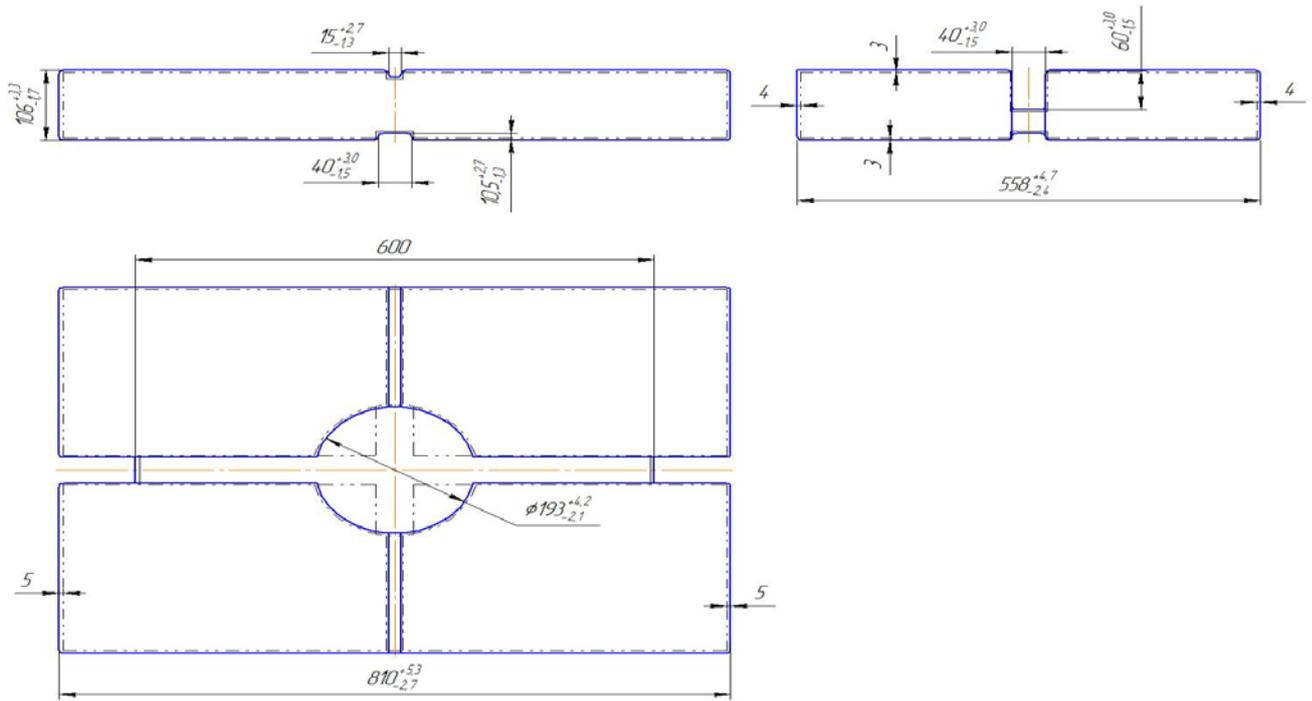


Рисунок 1 – Эскиз заготовки

2.4. Выбор и обоснование технологических баз

Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей представлен на рисунке 2.

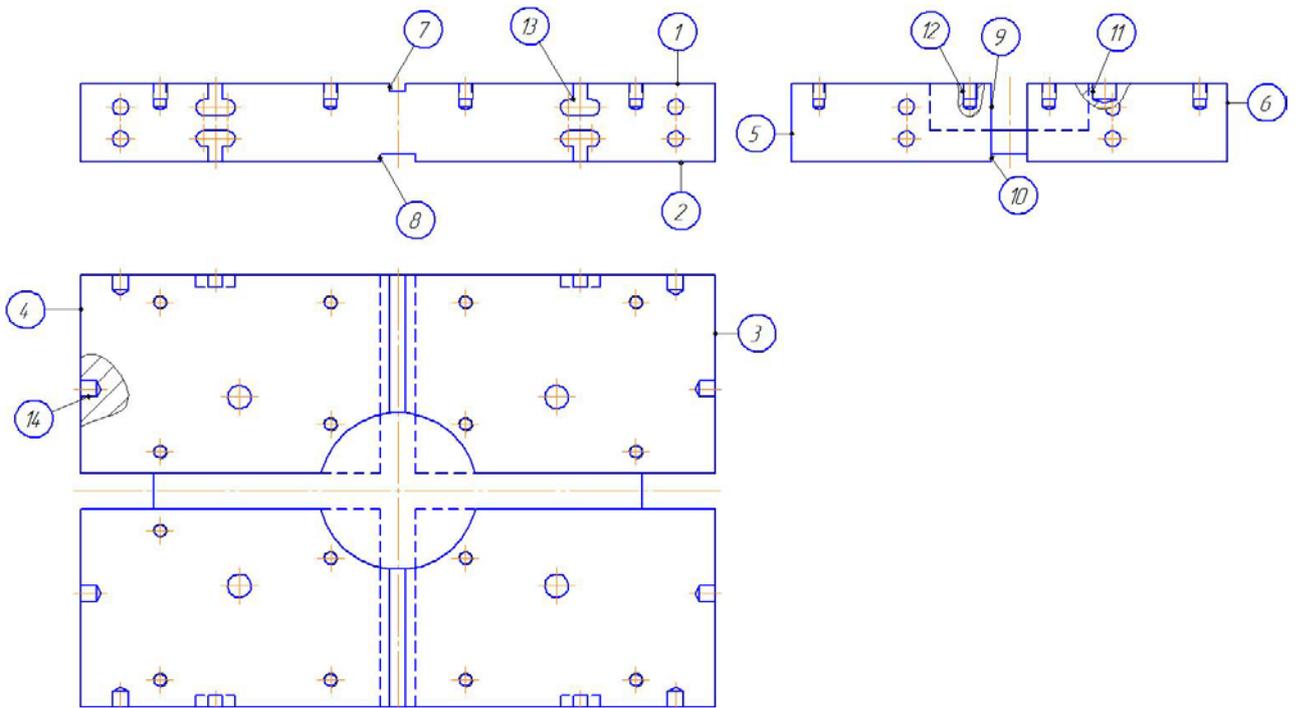


Рисунок 2 – Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.743 ПЗ

Лист

20

Принципы выбора черновых баз:

1. Для надёжного базирования и закрепления черновая база должна иметь ровную поверхность, достаточные размеры и низкую шероховатость без следов литниковых систем, разъемов штампов.
2. У корпусных деталей первой обрабатывается поверхность, которая затем будет являться установочной базой.
3. В качестве черновых баз следует выбирать поверхности, которые затем остаются необработанными. Это обеспечивает точность взаимного положения обработанных и необработанных поверхностей.

Принципы выбора чистовых баз:

1. Принцип совмещения баз: в качестве технологических баз следует выбирать поверхности, которые совпадают с измерительными и конструкторскими базами.

Принцип постоянства баз: число комплектов баз при обработке должно быть минимальным, несколько операции должны выполняться с одного комплекта баз.

Операция 005

Установ А

Базирование осуществляется на плоскость 1 с упором в торец 4. (рисунок 3). Базирование на плоскость лишает заготовку 3-х степеней свободы, базирование на торец лишает заготовку 2-х степеней свободы.

Зажим заготовки осуществляется при помощи тисков.

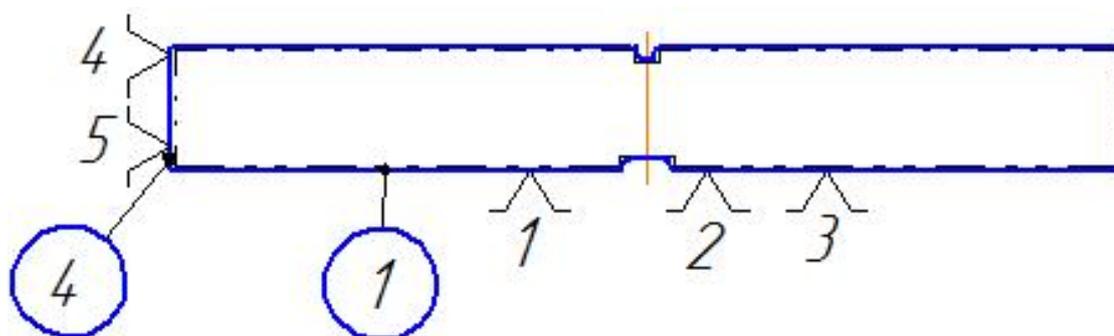


Рисунок 3 - Базирование на операции 005 (Установ А)

Установ Б

Базирование осуществляется на плоскость 2 с упором в торец 4. (рисунок 4). Базирование на плоскость лишает заготовку 3-х степеней свободы, базирование на торец лишает заготовку 2-х степеней свободы.

Зажим заготовки осуществляется при помощи тисков.

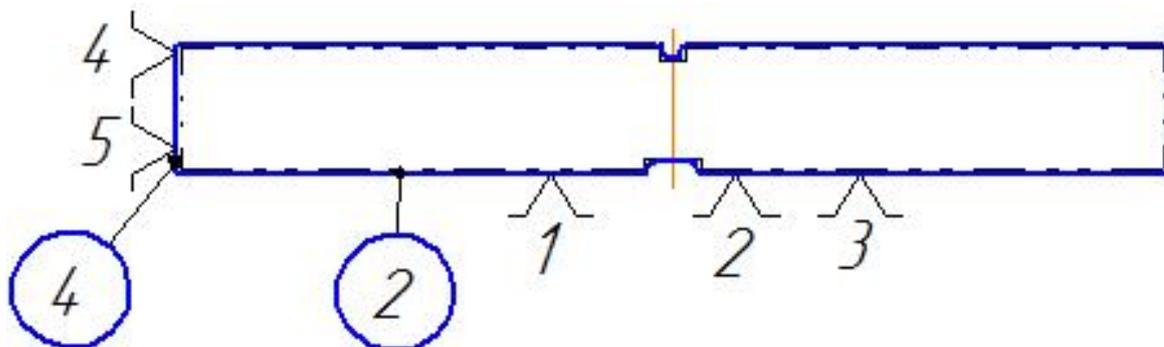


Рисунок 4 - Базирование на операции 005 (Установ Б)

Операция 010

Установ А

Базирование осуществляется на плоскость 2 с упором в торцы 4 и 5 (рисунок 5). Базирование на плоскость лишает заготовку 3-х степеней свободы, базирование на торец 5 лишает заготовку 2-х степеней свободы. Упор в торец 4 лишает заготовку 1 степени свободы. Заготовка лишена всех 6-ти степеней свободы. Это схема полного базирования.

Зажим заготовки осуществляется при помощи специального приспособления

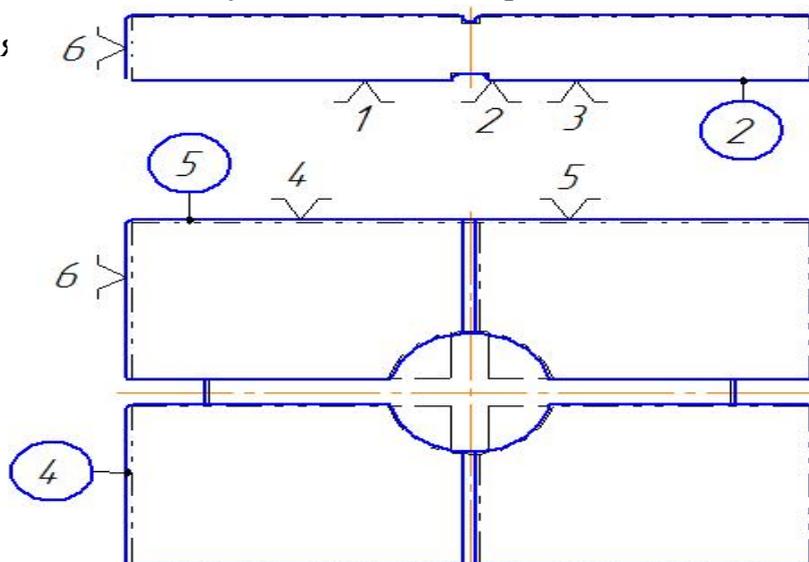


Рисунок 5 - Базирование на операции 010 (Установ А)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Установ Б

Базирование осуществляется на плоскость 1 с упором в торцы 4 и 6 (рисунок 6). Базирование на плоскость лишает заготовку 3-х степеней свободы, базирование на торец 6 лишает заготовку 2-х степеней свободы. Упор в торец 4 лишает заготовку 1 степени свободы. Заготовка лишена всех 6-ти степеней свободы. Это схема полного базирования.

Зажим заготовки осуществляется при помощи специального приспособления.

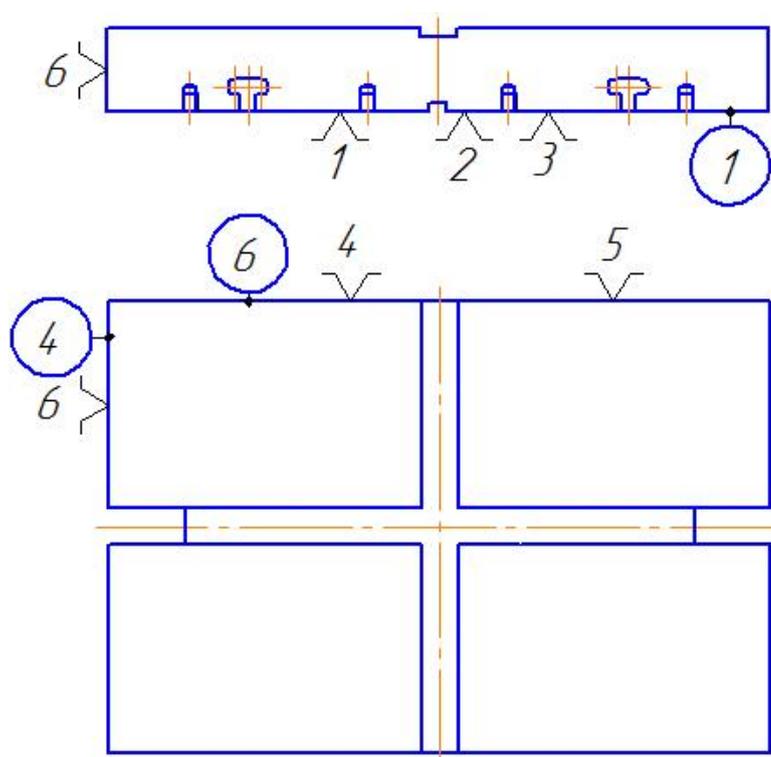


Рисунок 6 - Базирование на операции 010 (Установ Б)

Операция 015

Установ А

Базирование осуществляется на плоскость 6 с упором в торцы 1 и 4 (рисунок 7). Базирование на плоскость лишает заготовку 3-х степеней свободы, базирование на торец 4 лишает заготовку 2-х степеней свободы.

Упор в торец 1 лишает заготовку 1 степени свободы. Заготовка лишена всех 6-ти степеней свободы. Это схема полного базирования.

Зажим заготовки осуществляется при помощи специального приспособления.

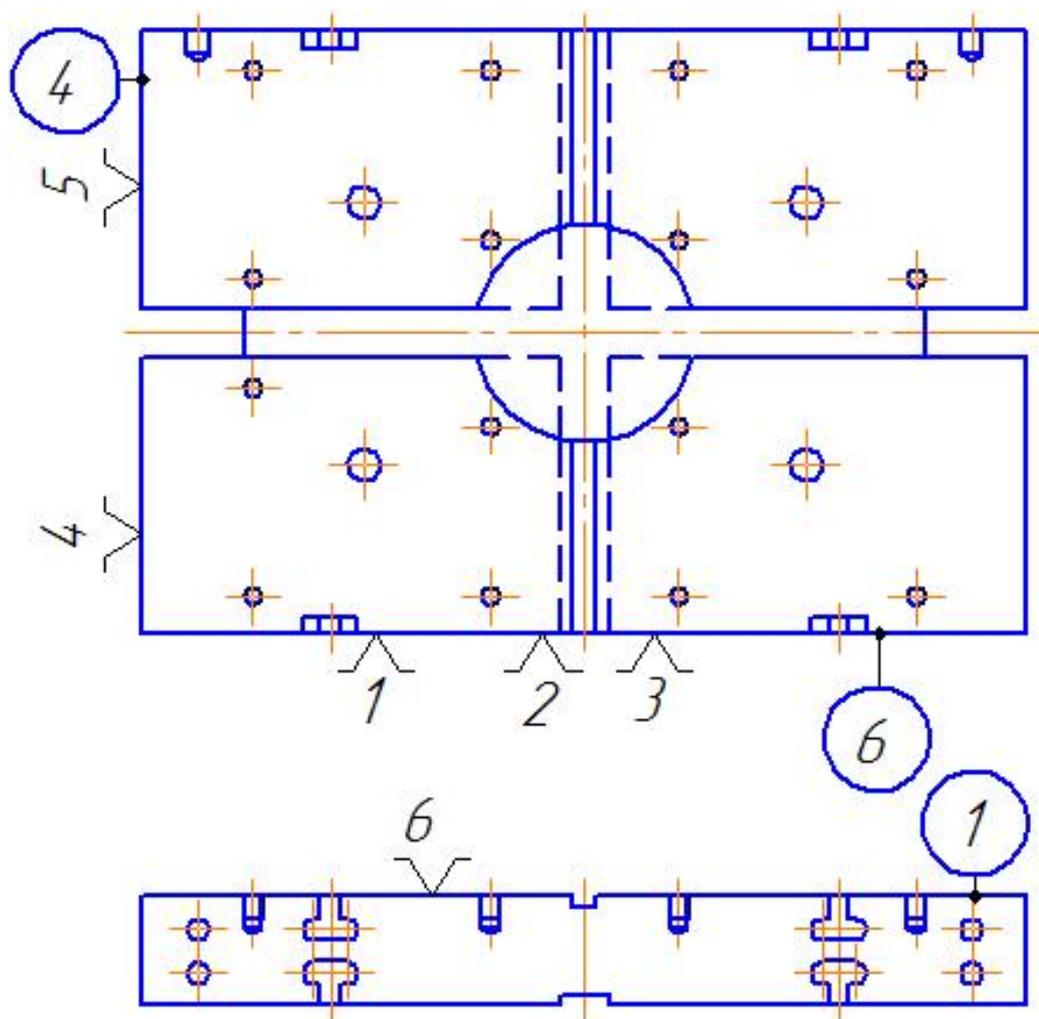


Рисунок 7 - Базирование на операции 020 (Установ А)

Установ Б

Базирование осуществляется на плоскость 5 с упором в торцы 1 и 4 (рисунок 8). Базирование на плоскость лишает заготовку 3-х степеней свободы, базирование на торец 1 лишает заготовку 2-х степеней свободы. Упор в торец 4 лишает заготовку 1 степени свободы.

Заготовка лишена всех 6-ти степеней свободы. Это схема полного базирования.

Зажим заготовки осуществляется при помощи специального приспособления.

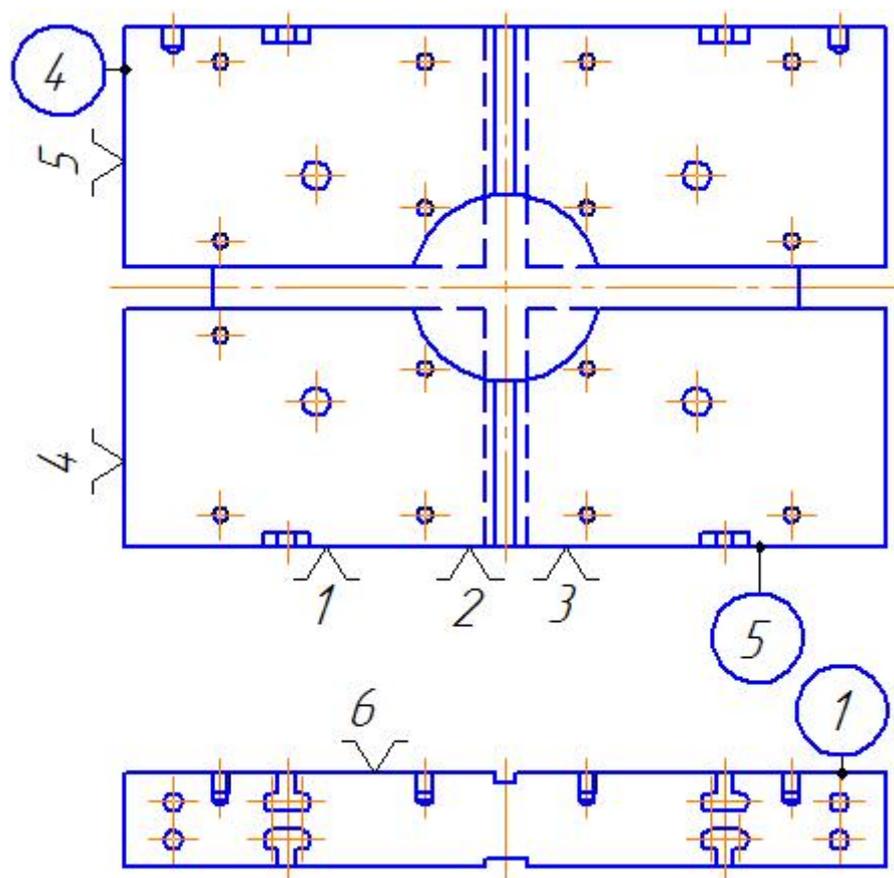


Рисунок 8 - Базирование на операции 020 (Установ Б)

Операция 020

Установ А

Базирование осуществляется на плоскость 4 с упором в торцы 2 и 6 (рисунок 9). Базирование на плоскость лишает заготовку 3-х степеней свободы, базирование на торец 6 лишает заготовку 2-х степеней свободы. Упор в торец 2 лишает заготовку 1 степени свободы. Заготовка лишена всех 6-ти степеней свободы. Это схема полного базирования.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.743 ПЗ

Лист

25

Зажим заготовки осуществляется при помощи специального приспособления.

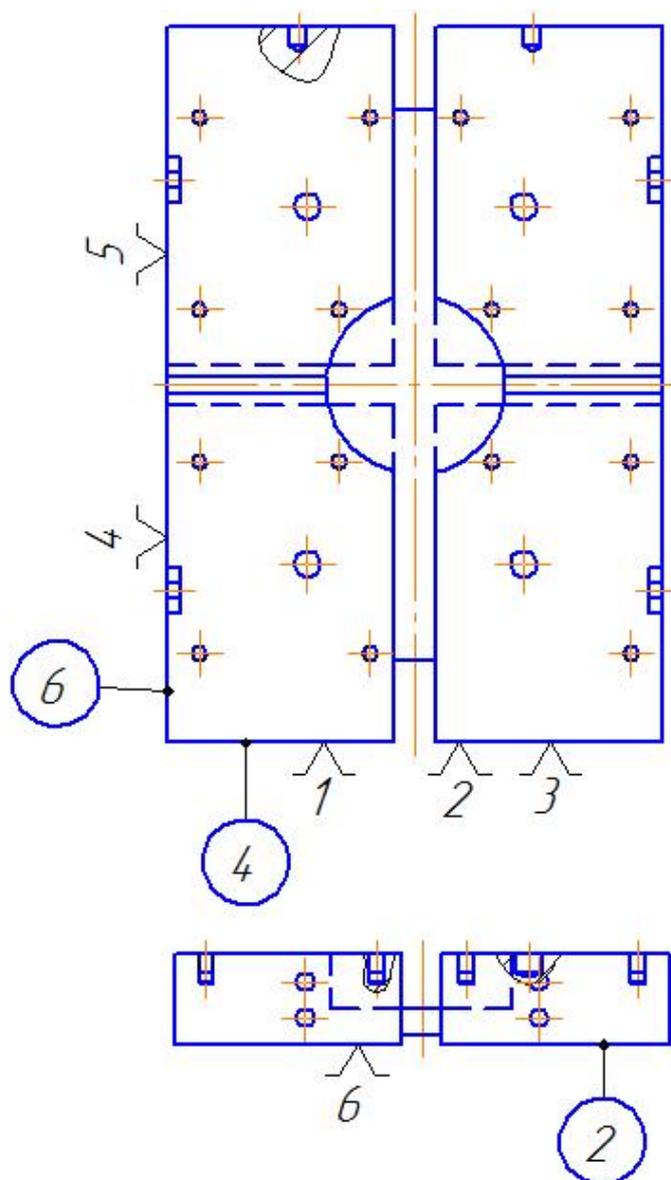


Рисунок 9 - Базирование на операции 015 (Установ А)

Установ Б

Базирование осуществляется на плоскость 3 с упором в торцы 2 и 5 (рисунок 10). Базирование на плоскость лишает заготовку 3-х степеней свободы, базирование на торец 5 лишает заготовку 2-х степеней свободы. Упор в торец 2 лишает заготовку 1 степени свободы. Заготовка лишена всех 6-ти степеней свободы. Это схема полного базирования.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.743 ПЗ

Лист

26

Зажим заготовки осуществляется при помощи специального приспособления.

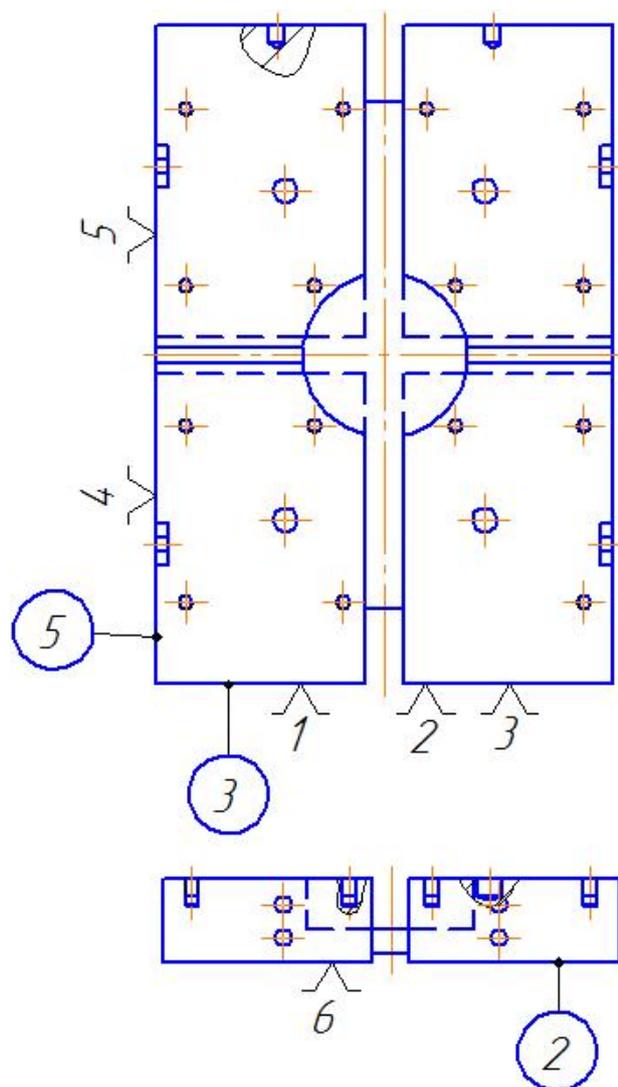


Рисунок 10 - Базирование на операции 015 (Установ Б)

2.5. Технологический маршрут обработки детали

При проектировании маршрута обработки определяется последовательность обработки всех поверхностей детали, не решая вопросов о способах и средствах обработки. Порядок механической обработки отдельных поверхностей зависит от требуемой точности, размерных связей между ними и выбранной схемы базирования. При этом процесс разделяется на черновую и чистовую обработку, что вызвано

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

техническими требованиями обеспечения точности размеров, относительного положения и качества поверхностей детали.

Каждая проектируемая технологическая операция должна решать конкретную задачу: удалить наибольший слой металла с обрабатываемой поверхности (черновая обработка) или получить более точные размеры и взаимное расположение поверхностей (чистовая обработка), или добиться высокой точности и качество обрабатываемой поверхности (отделочная обработка).

Анализ методов обработки поверхностей зависит от служебного назначения детали, конфигурации, габаритов, массы, вида принятой заготовки и др.

Таблица 9 – Технологический маршрут обработки детали

№ операции	Название операции	Содержание операции	Операционный эскиз	Оборудование
1	2	3	4	5
005	Комбинированная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить 2. Фрезеровать поверхн. 1 3. Переустановить заготовку 4. Фрезеровать поверхность 2 предварительно 		Обрабатывающий центр с ЧПУ Haas VM-3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.03.04.743 ПЗ

Лист

28

Окончание таблицы 9

1	2	3	4	5
015	Комбинированная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить 2. Фрезеровать поверхность 5 3. Сменить инструмент 4. Сверлить 4 отверстия поверхность 14 послед. 5. Переустановить заготовку 6. Сменить инструмент 7. Фрезеровать поверхность 6 8. Сменить инструмент 9. Сверлить 4 отверстия поверхность 14* послед 		Обрабатывающий центр с ЧПУ Haas VM-3
020	Комбинированная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить 2. Фрезеровать поверхность 3 3. Сменить инструмент 4. Сверлить 4 отверстия поверхность 14** послед. 5. Переустановить заготовку 6. Сменить инструмент 7. Фрезеровать поверхность 4 8. Сменить инструмент 9. Сверлить 4 отверстия поверхность 14*** послед 		Обрабатывающий центр с ЧПУ Haas VM-3

2.6. Выбор оборудования

Наиболее приемлемым оборудованием для обработки корпусных деталей являются обрабатывающие центры (ОЦ), станки с ЧПУ, технологические возможности которых чрезвычайно высоки. Для обработки данной детали используется *обрабатывающий центр Haas VM-3*. Он предназначен для изготовления деталей машиностроительного, приборного и инструментального производства из стали и легких сплавов, а также для изготовления высокоточных электродов из меди и графита, для электроэрозионной обработки форм небольших размеров, в том числе из закаленной инструментальной стали.



Рисунок 11 - Обрабатывающий центр Haas VM-3

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Таблица 10 -Технические характеристики ОЦ

Наименование параметра	Haas VM-3
Основные параметры станка	
Размеры поверхности стола, мм	1372/635
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола, мм	737
Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих (вылет), мм	102
Наибольшее перемещение по осям X, Y, Z, мм	1016/660/635
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	1814
Размер конуса шпинделя	40
Наибольшая частота вращения шпинделя, об/мин	12000
Максимальная мощность векторного двигателя шпинделя, кВт	22,4
Скорость быстрых перемещений по осям X, Y, Z, м/мин	18
Пределы рабочих подач по осям X, Y, Z, м/мин	12,7
Емкость магазина, шт	24
Максимальная масса инструмента, кг	11
Время смены инструмента (среднее), с	3
Масса станка, кг	6940

Особенности конструкции

- Полностью закрытое герметичное защитное ограждение
- Особая конструкция передачи крутящего момента — напрямую с электродвигателя на шпиндель
- Стальные закаленные подшипниковые блоки направляющих
- ШВП с двойным креплением и предварительно натянутой гайкой
- Система автоматической смазки направляющих и ШВП
- Сопла подачи СОЖ расположены вокруг шпинделя

Таблица 11- Опции

5AXD	Привод управления 5-й осью для асинхронных поворотных столов
WIPS-R	Беспроводная система измерительных шупов Renishaw
AUGER	Транспортер для удаления стружки, шнекового типа
P-COOL	Программируемое сопло подачи СОЖ
8M	Дополнительные 8 резервных «М»-функций
COORD	Вращение координат и масштабирование
EPFDM	Блок раннего обнаружения исчезновения электропитания
HSM	Опция Высокоскоростной обработки
MACRO	Задаваемые пользователем макрокоманды
RJH-C	Улучшенный пульт дистанционного управления с маховичком и цветным многострочным ЖК-дисплеем
SOM	Ориентация шпинделя
VQC	Система визуального программирования при помощи «быстрого кодирования»
ACF	Дополнительная система фильтрации СОЖ, 25-микронный фильтр
TSC	Подача СОЖ через шпиндель. Давление – 20 Атмосфер (300 psi)
IPS	Система Интуитивного Программирования HAAS
4AXBMM	Привод управления 4-й осью для асинхронных поворотных столов
WL	Лампа освещения рабочей зоны
EXPANDED-MEMORY	Расширение памяти до 750 MB
ENET	Ethernet интерфейс
EC-MM	Увеличение высоты по оси Z на 100мм
BT40	Опция BT40
15K-SMM	Шпиндель 15000 об/мин, ISO 40, мощность 22,2 кВт, взамен стандартного
HFP-MM	Высокопроизводительная система подачи СОЖ с помпой 0,6 кВт
ENCL-EXHAUST	Система для вытяжки паров СОЖ
OIL-SKIMMER	Маслоотделитель для бака СОЖ

Можно так же отметить, что важнейшим преимуществом станков с ЧПУ перед другими станками является простота их наладки и переналадки на изготовление деталей другой конструкции и отсутствие необходимости создания сложной и дорогостоящей оснастки (шаблонов, копиров,

специальных приспособлений и т.п.). Это создает необычайную гибкость и мобильность производства, позволяющее применять станки с ЧПУ в условиях мелкосерийного, среднесерийного и даже единичного производства.

Несмотря на относительно высокую стоимость этих станков (100 – 300 тыс. дол. за одну машину), при правильном их использовании с полной загрузкой в 2 или 3 смены, они окупаются в течение 1 – 2 лет. Это объясняется значительной экономией затрат на технологическую оснастку, снижением брака, уменьшением количества потребных станков с соответствующим сокращением производственных площадей, уменьшением числа операций и общей деятельности производственного цикла, а следовательно, и сокращением объемов незавершенного производства, складских и контрольных помещений и общим повышением оборачиваемости средств.

Применение многооперационных станков оказывает заметное влияние на характер труда обслуживающего персонала. Высокая степень автоматизации этих станков сокращает потребность в труде высококвалифицированных операторов, облегчает их труд и существенно уменьшает объем тяжелых подъемно-транспортных работ. Роль рабочего-оператора ограничивается наблюдением за действиями механизмов и устройств одного или нескольких станков. При этом уменьшается доля физического труда и возрастает значение труда инженеров по наладке станков и их ремонту, по составлению программ, кодированию и проектированию технологических процессов.

Высокоскоростная смена инструмента – происходит за 3,7 секунды.

Высокоэффективные наклонно-поворотные столы позволяют совершать многостороннюю обработку заготовки за один установ. Для обеспечения высокой точности при многосторонней обработке.

Необходимо и обязательно использование оптимального инструмента. Конструкция наклонно-поворотных столов позволяет без особого труда

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

устанавливать зажимные приспособления различных типов, а также гидравлически / пневматически крепить паллеты (опция).

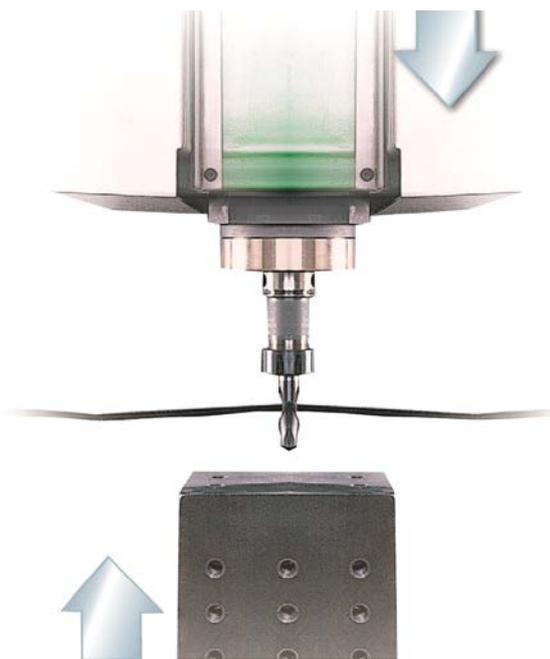


Рисунок 12 – Рабочая зона станка

Использование червячной передачи с роликовым контактом обеспечивает высокую точность поворота и увеличение срока эксплуатации поворотного стола. Отличный преднатяг червячной передачи исключает появление зазора между взаимодействующими деталями.

Конструкция обеспечивает плавность поворота и жесткость останова при прецизионной обработке. Отличный контакт между взаимодействующими поверхностями по принципу отсутствия износа и регулировки зазора. В результате этого сохраняется начальная точность механизма на протяжении долгого срока эксплуатации без технического обслуживания.

Система наладки инструмента позволяет измерить размер инструмента перед резанием и проверить наличие повреждений или поломки инструмента в процессе обработки на станке.



Рисунок 13 - Устройство измерения инструмента

Процедура использования плоскопараллельных концевых мер и ввод поправок в ручном режиме занимают много времени и сильно подвержены влиянию человеческого фактора. Между тем, датчики для наладки инструмента легко устанавливаются на станки с ЧПУ и позволяют автоматизировать наладку инструмента. Это дает следующие преимущества:

Существенную экономию времени и уменьшение времени простоя станка;

Высокую точность измерения длины и диаметра инструмента;

Автоматизацию расчета и ввода коррекции на инструмент;

Отсутствие ошибок, связанных с неточными действиями оператора;

Обнаружение поломки инструмента непосредственно в процессе изготовления детали;

Снижение объема брака.



Рисунок 14– Настройка инструмента

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 «SANDVIK COROMANT».

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 учетом:

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

- 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.

1. Для фрезерования плоскостей будем применять следующий инструмент: Торцевая фреза CoroMill RA245-250J47-18M.

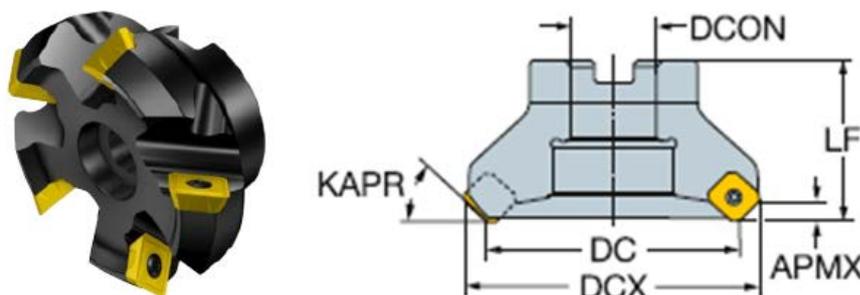


Рисунок 15 – Фреза торцевая

Характеристики фрезы: DC= $\varnothing 260$ мм, DCX= $\varnothing 268$ мм, LF=63мм, DCON= $\varnothing 47,6$ мм, APMX=10мм, KAPR=45⁰, кол-во пластин=10, вес=10,6кг.

Пластина R245-12 T3 M-PL.

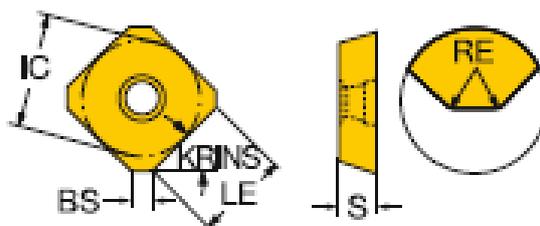


Рисунок 16 – Пластина для фрезы торцевой

Характеристики пластины: размер 12, IC= $\phi 13,4$, BC=2,1, KRINS=45°, S=3,97, LE=10, RE=1,5, сплав- GC4230.

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,17$ мм/зуб, $V_c=300$ м/мин.

2. Для обработки отверстия диаметром 200 мм будем использовать: расточной инструмент CoroBore 826-200TC11-C6HP. Пластина TCMТ 11 03 04-PF 1515

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,1-0,3$ мм/об, $V_c=190$ м/мин.

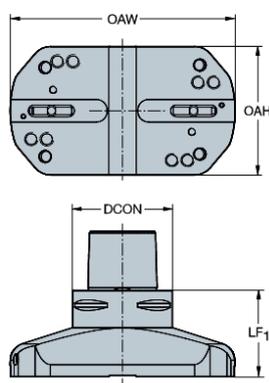


Рисунок 17 – Корпус расточного инструмента

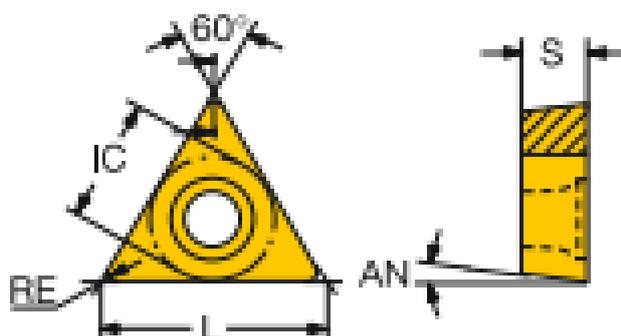


Рисунок 18 – Пластина для расточного инструмента

3. Фрезерование Т-образных пазов.

Фреза CoroMill 331 R331.35-080A32EM100. Пластина L331.1A-08 45 15H-WL1040.

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,12$ мм/зуб, $V_c=70$ м/мин.

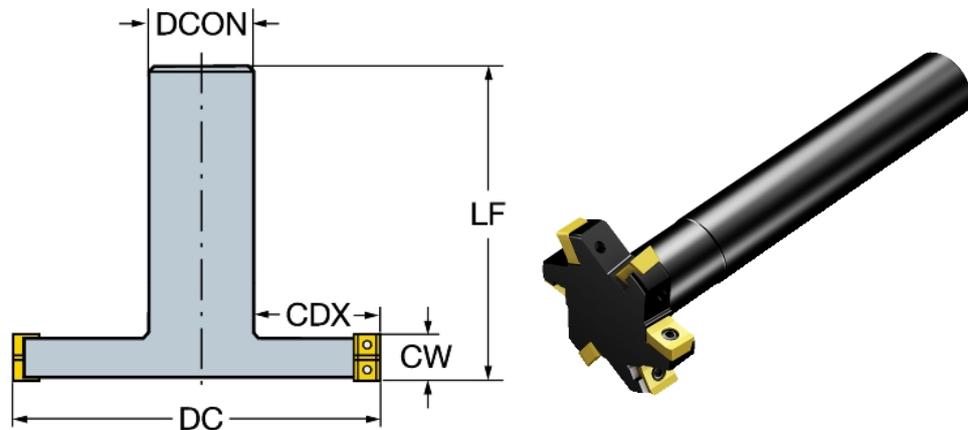


Рисунок 19 – Фреза для фрезерования Т-образных пазов

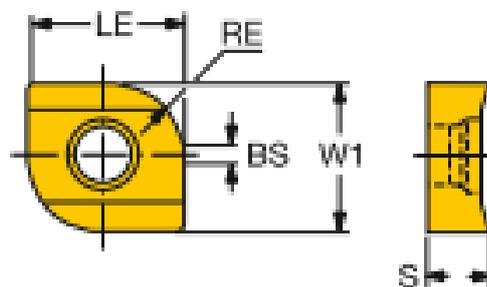


Рисунок 20 – Режущие пластины для Т-образных фрез

4. Фрезерование паза шириной 20 мм.

Фреза канавочная CoroMill 328 $\varnothing 20$ мм 328-020Q15-13M.

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,1$ мм/зуб, $V_c=60$ м/мин.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

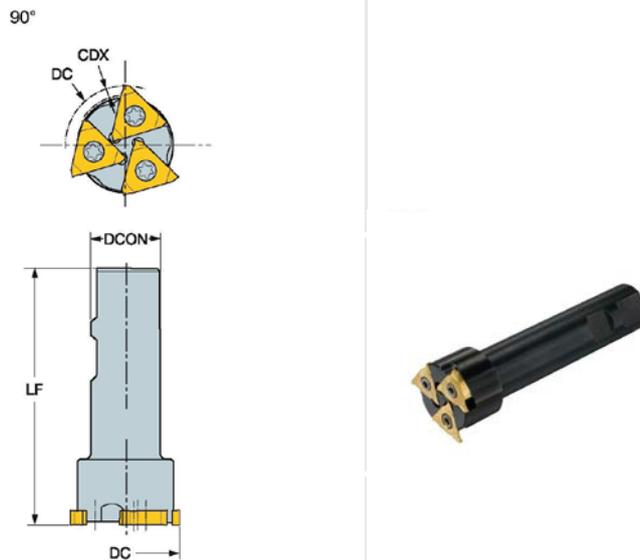


Рисунок 21 – Фреза для фрезерования пазов

5. Фреза канавочная CoroMill 328 $\phi 45$ мм 328-045Q37-13M.

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,1$ мм/зуб, $V_c=120$ м/мин.

6. Сверление отверстий под резьбу.

Сверлить 16 отв. $\phi 15,5$ мм со снятием фаски 1×45^0 .

Сверло CoroDrill 860 860.1-1550-062A1-PM 4234.

Характеристики сверла: $DC_1=15,5$ мм, $DC_2=17$ мм, $DCON=15,5$ мм, $SDL=18,85$ мм, $OAL=102$ мм, $LCF=49,27$ мм, $PL=1,39$ мм, $SIG=143^0$, $STA=90^0$, сплав-4234.

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,21$ мм/об, $V_c=80$ м/мин.

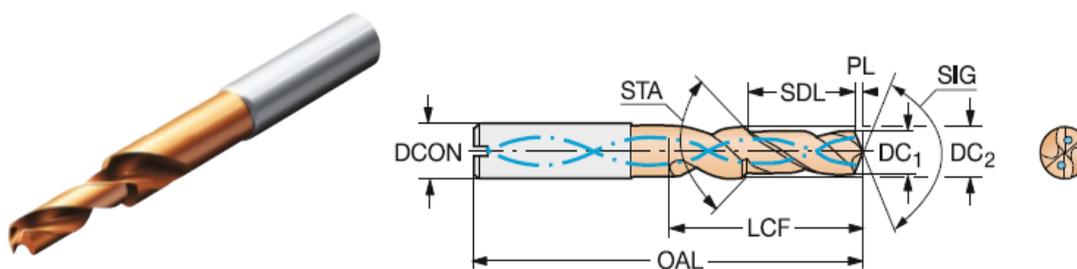


Рисунок 22 – Сверло под резьбу

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

7. Сверление отверстий диаметром 20.

Сверло CoroDrill 860 860.1-2000-055A0-PM 4234.

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,21$ мм/об, $V_c=80$ м/мин.

8. Сверление отверстий под развертывание.

Сверло CoroDrill 860 860.1-2950-055A0-PM 4234.

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,21$ мм/об, $V_c=80$ м/мин.

10 . Развернуть отверстие $\varnothing 29,95$ мм

Твердосплавная развертка CoroReamer 435 435.T-2950-A1-XF H10F

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,3$ мм/об, $V_c=30$ м/мин.

11 . Развернуть отверстие $\varnothing 30$ мм

Твердосплавная развертка CoroReamer 435 435.T-3000-A1-XF H10F

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,5$ мм/об, $V_c=30$ м/мин.

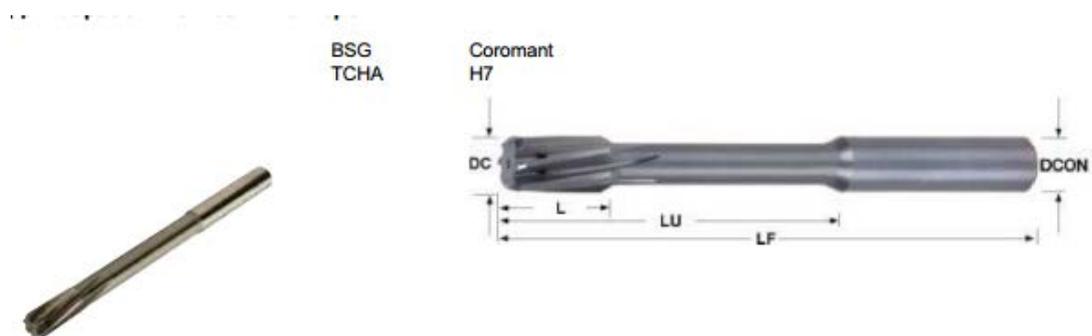


Рисунок 23 – Развертка

12. Нарезание резьбы.

Метчик со спиральными стружечными канавками CoroTap 300 T300-XM101AA-M18

Характеристики метчика: TDZ=M18, TD=18мм, TP=2.5мм

RHD= 15.5мм, LF=125мм, THL=25 ,FHA=45 сплав-C150.

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,086$ мм/зуб, $V_c=64$ м/мин.

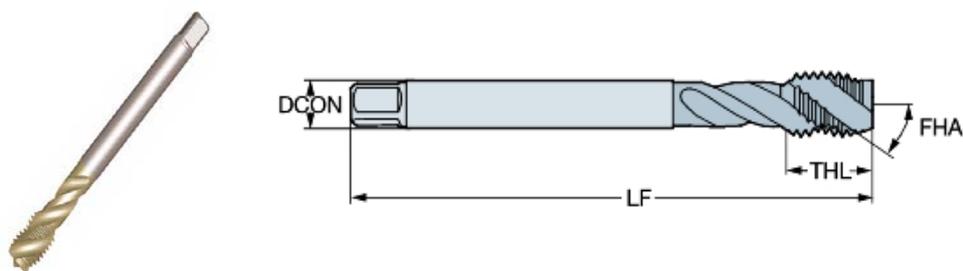


Рисунок 24 – Метчик со спиральными стружечными канавками.

2.8. Выбор средств технического контроля

Выбор средств технического контроля представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Средства технического контроля

Операц ия	Название операции	Тип инструмента
1	2	3
005	Комбинированная с ЧПУ	1.Штангенциркуль ШЦ 0-250 ГОСТ 166-89 2. Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93
010	Комбинированная с ЧПУ	1.Штангенциркуль ШЦ 250-800 ГОСТ 166-89 2. Калибр пазовый 8154-0228-6 ГОСТ 24121-80 3. Калибр пазовый 8154-0236-6 ГОСТ 24121-80 4. Резьбовой калибр –пробка М18-7Н ГОСТ 24997-81 5. Калибр-пробка гладкий Ø200Н8 ГОСТ 21401-75 6.Калибр-пробка гладкий Ø30Н8 ГОСТ 21401-75 7. Специальные шаблоны для контроля Т-пазов 8.Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93
015	Комбинированная с ЧПУ	1.Штангенциркуль ШЦ 250-800 ГОСТ 166-89 2. Калибр пазовый 8154-0236-6 ГОСТ 24121-80 3. Калибр-пробка гладкий Ø20Н14ГОСТ 21401-75 4.Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93
020	Комбинированная с ЧПУ	1. Штангенциркуль ШЦ 250-630 ГОСТ 166-89 2. Калибр-пробка гладкий Ø20Н14ГОСТ 21401-75 3.Образцы шероховатости ГОСТ 9387-93

2.9. Расчет припусков на механическую обработку

Рассчитаем припуски на механическую обработку отверстия $\varnothing 200H8^{(+0,13)}$.

Технологический маршрут обработки состоит из следующих этапов:

1. Черновое растачивание;
 2. Чистовое растачивание;
 3. Тонкое растачивание;
- Заготовка-штамповка.

Элементы припуска R_z и h определяются по справочным данным и заносятся в табл. 13.

Таблица 13 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку

Технологические переходы обработки поверхности $\varnothing 200H8$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск T , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	ρ	ε				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$
Заготовка	250	300	302 7	30		192,35	6,3	192,4	198, 65	-	-
Черновое растачивание	125	150	151 ,4	0	6727	199,08	0,46	199,1	199,54	0,89	6,7
Чистовое растачивание	63	75	7,5 6	0	701	199,78	0,29	199,8	200,07	0,53	0,7
Тонкое растачивание	25	30	-	0	220	200	0,072	200	200,07 2	0,002	0,2
Итого:										1,42	7,6

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

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

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

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

K_y – коэффициент уточнения=0,05

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

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

K_y – коэффициент уточнения=0,04

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

Погрешность установки при черновой обработке равна:

$$\varepsilon = 30 \text{ мкм}$$

Так как остальная обработка отверстия производится в одной установке,

$$\varepsilon_{\text{инд}} = 0.$$

Расчет минимальных значений межоперационных припусков произведем по формуле:

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

$$2Z_{i \min \text{чернов.растач.}} = 2 \left(200 + 100 + \sqrt{3027^2 + 30^2} \right) = 6727,15 \text{ мкм}$$

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

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

Расчет минимальных размеров:

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

$$D_{\min} = 200 \text{ мм}$$

$$D_{\min}^{\text{чист.растач.}} = 200 - 0,22 = 199,78 \text{ мм}$$

$$D_{\min}^{\text{черн.растач.}} = 199,78 - 0,7 = 199,08 \text{ мм}$$

$$D_{\min}^{\text{заготовки}} = 199,08 - 6,73 = 192,35 \text{ мм}$$

Расчет максимальных размеров:

$$D_{\max} = D_{\min} + T \quad (12)$$

$$D_{\max} = 200 + 0,072 = 200,072 \text{ мм}$$

$$D_{\max}^{\text{чист. растачивание}} = 199,78 + 0,29 = 200,07 \text{ мм}$$

$$D_{\max}^{\text{черн.раст.}} = 199,08 + 0,46 = 199,54 \text{ мм}$$

$$D_{\max}^{\text{заготовки}} = 192,35 + 6,3 = 198,65 \text{ мм}$$

Определение предельных припусков:

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

$$2Z_{\min}^{\text{np тонк.раст.}} = 200,072 - 200,07 = 0,002 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min}^{\text{np чист.раст.}} = 200,07 - 199,54 = 0,53 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$2Z_{\min \text{ черн.раст.}}^{np} = 199,54 - 198,65 = 0,89 \text{ мм}$$

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

$$2Z_{\max \text{ тонк.растач.}}^{np} = 200 - 199,8 = 0,2 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{ чист.растач.}}^{np} = 199,8 - 199,1 = 0,7 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{ черн.раст.}}^{np} = 199,1 - 192,4 = 6,7 \text{ мм}$$

Определим общие припуски $Z_{\max o}^{np}$ и $Z_{\min o}^{np}$, 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 произведенных расчетов по формуле:

$$Z_{\max o}^{np} - Z_{\min o}^{np} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}, \quad (17)$$

$$7,6 - 1,42 = 6,3 - 0,072$$

$$6,2 = 6,2$$

Расчет произведен верно.

На остальные размеры припуски взяты по ГОСТ 7505-89 (см. пункт 2,3).

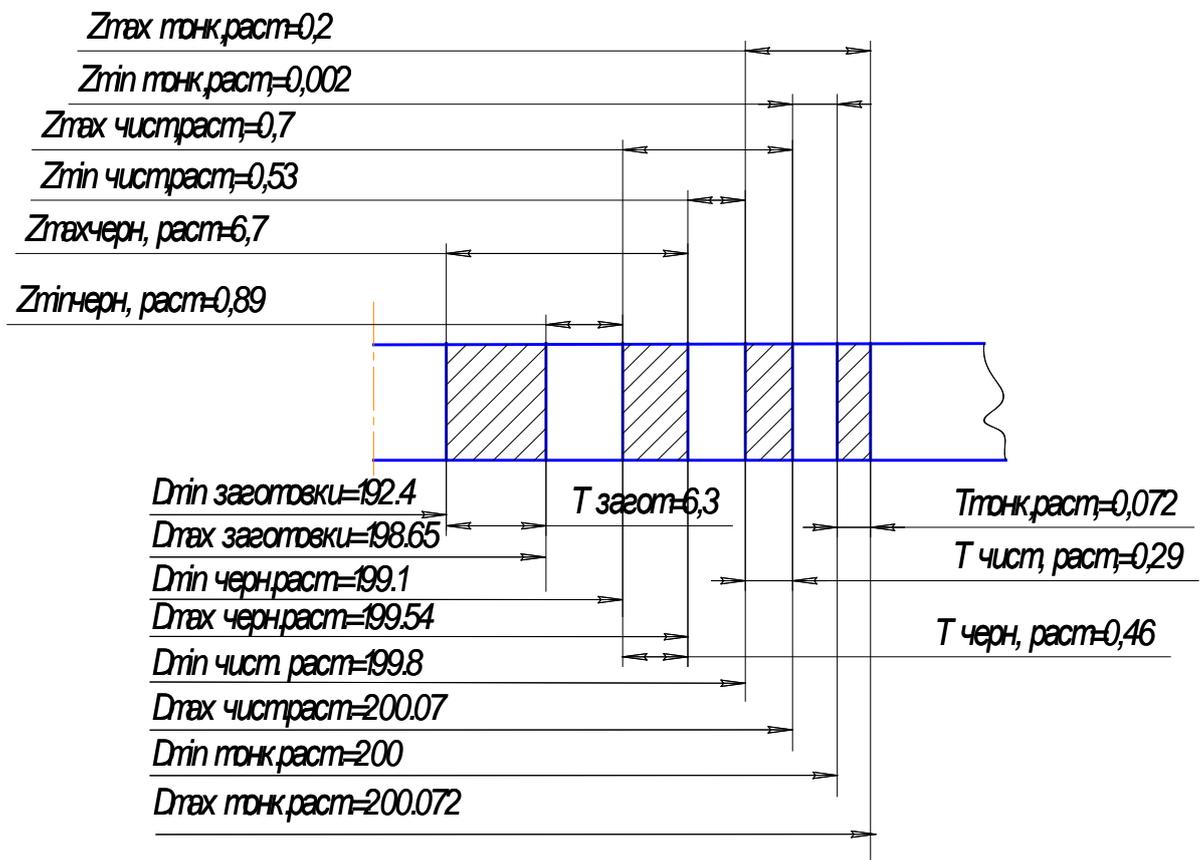


Рисунок 25- Схема графического расположения припусков на обработку поверхности $\varnothing 200H8$

2.10. Расчет точности обработки

Самой точной является операция комплексная с ЧПУ на которой отверстие $\varnothing 200H8$ растачивается окончательно.

Погрешность возникающая в результате упругих деформаций:

$$\Delta Y = W \cdot (\rho_{y \max} - \rho_{y \min}), \quad (18)$$

где W - податливость системы.

$W = 8 \text{ мкм}$ [1, с. 33].

Силу резания определим по формуле [4, с. 271]:

$$\rho_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (19)$$

где t - глубина резания; $t=0,12$ мм;

S_0 - подача обратная. Приму $S_0=0,05$ мм/об [4, с. 271];

V - скорость резания, примем $V=135$ м/с [4, с. 275];

K_p – поправочный коэффициент, примем $K_p = 1,05$ [4, с. 263-269].

Определим коэффициент C_p и показатели степеней по [4, с. 273]:

$C_p=40$; $X=1,0$; $y=0,75$; $n=0$.

Глубина резания колеблется, т.к задана точность по седьмому качеству, то найдем отклонение на глубину резания $T_d= 0,035$ мм, т.е. $t_{\min}= 0,12$ мм, $t_{\max}=0,155$ мм.

Тогда:

$$\rho_{y_{\min}} = 40 * 10 * 0,12^1 * 0,05^{0,75} * 135^0 * 1,05 = 5,33H$$

$$\rho_{y_{\max}} = 40 * 10 * 0,155^1 * 0,05^{0,75} * 135^0 * 1,05 = 6,88H$$

Тогда:

$$\Delta y = 8 \cdot (6,88 - 5,33) = 12,4 \text{ мкм} = 0,0124 \text{ мм}$$

Погрешность настройки станка на размер определим по формуле:

$$\Delta_H = \sqrt{(K_p \cdot \Delta \rho)^2 + (K_n \cdot \frac{\Delta_{изм}}{2})^2} \quad (20)$$

где $K_p=1,2$ и $K_n=1$ [1, с. 71].

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Резец устанавливаем по эталону с контролем положения по индикатору, тогда: $\Delta\rho = 3$ мкм и $\Delta_{\text{изм}} = 10$ мкм.

Тогда:

$$\Delta H = \sqrt{(1,2 * 3)^2 + (1 * \frac{10}{2})^2} = 6,2 \text{ мкм} = 0,0062 \text{ мм} [4, \text{ с. } 273]:$$

Погрешность обработки, вызываемая размерным износом:

$$\Delta U = \frac{P \cdot N}{1000 \cdot S} \cdot U_0, \quad (21)$$

где P - площадь обрабатываемой поверхности, $P = 0,018 \text{ м}^2$;

$S = 0,05$ мм/об – подача обратная;

$U_0 = 3$ мкм/км- относительный размер износа [1, с.74 табл. 29].

Тогда:

$$\Delta U = \frac{0,018 * 318}{1000 * 0,05} * 3 = 0,0035 \text{ мм}$$

Погрешность формы, вызываемую геометрическими неточностями станка [1, с. 57 табл. 23]:

$$\Delta_{\text{ст}} = 10 \text{ мкм} = 0,01 \text{ мм}.$$

Погрешность, вызываемую тепловыми деформациями, примем 15% от суммы всех деформаций:

$$\Delta T = 0,15(\Delta y + \Delta H + \Delta u + \Delta c)$$

$$\Delta T = 0,15 \cdot (0,0124 + 0,0062 + 0,0035 + 0,01) = 0,005 \text{ мм}$$

Определим суммарную погрешность [6, с. 89]:

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Delta\Sigma = 2 \cdot \sqrt{\Delta y^2 + \Delta n^2 + (1,73 \cdot \Delta U)^2 + (1,73 \cdot \Delta ct)^2 + (1,73 \cdot \Delta T)^2}$$

$$\Delta\Sigma = 2 \cdot \sqrt{0,0124^2 + 0,0062^2 + (1,73 \cdot 0,0035)^2 + (1,73 \cdot 0,01)^2 + (1,73 \cdot 0,005)^2} = 0,0262 \text{ мм}$$

$$\Delta\Sigma = 0,0262 \text{ мм}$$

Определим допустимую погрешность δ в зависимости от качества [1, с.72 табл. 27]. Качество восьмой, размер 200 мм, тогда $\delta=0,072$ мм

$\Delta\Sigma = 0,0262 \text{ мм} < \delta = 0,035 \text{ мм}$ погрешность попадает в поле рассеяния размера.

2.11. Расчет режимов резания

Существует два метода для определения режимов резания:

- ⇒ Расчетно-аналитический метод;
- ⇒ Опытно-статистический метод.

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

Аналитический расчёт режимов резания не выполняется, т.к. данные операций берутся из справочников.

Расчет режимов резания ведем согласно рекомендациям, представленным в каталогах SANDVIK.

Расчет режимов резания сведен в таблицу 14.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Таблица 14 – Режимы резания

№ операции	Название операции	№ перехода и содержание	Размер обрабатываемой поверхности, мм	Элементы режима резания				
				Глубина резания, <i>t</i> , мм	Подача на оборот, <i>S</i> , мм/об	Частота вращения шпинделя, <i>n</i> , об/мин	Скорость резания, <i>V</i> , м/мин	Подача минутная, <i>S_{мин}</i> , мм/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	Комбинированная с ЧПУ	1. Установить и закрепить						
		2. Фрезеровать поверхность 1	Ø250 (810x558)	3	0,85	382	300	324,7
		3. Переустановить заготовку						
		4. Фрезеровать поверхность 2	Ø250 (810x558)	3	0,85	382	300	324,7
010	Комбинированная с ЧПУ (Установ А)	1. Установить и закрепить						
		2. Фрезеровать паз 7	Ø20 (558)	2,5	0,36	955	60	343,8
		3. Сменить инструмент						
		4. Фрезеровать паз 9	Ø45 (810)	3	0,36	849	120	305,64
		5. Сменить инструмент						
		6. Фрезеровать 4 паза поверхность 13 последовательно	Ø50 (15)	50	0,6	446	70	267,6
		7. Сменить инструмент						
		8. Расточить отверстие 15 предварительно	Ø193 (60)	2,5	0,3	314	190	94,2
		9. Расточить отверстие 15 окончательно	Ø198 (60)	0,75	0,2	338	210	67,6
		10. Сменить инструмент						
		11. Расточить отверстие 15 тонко	Ø199,5 (60)	0,25	0,1	400	250	40
		12. Сменить инструмент						
		13. Сверлить 4 отв. поверхн. 11 послед.	Ø29,5 (20)	14,75	0,21	864	80	181
		14. Сменить инструмент						
		15. Развернуть 4 отверстия поверхн. 11 предварит.	Ø29,95 (20)	0,225	0,5	319	30	159,5
		16. Сменить инструмент						
		17. Развернуть 4 отверстия поверхн. 11 окончательно	Ø30 (20)	0,025	0,5	319	30	159,5
		18. Сменить инструмент						
		19. Сверлить 18 отв. поверхн. 12 послед.	Ø15,5 (30)	7,75	0,21	1644	80	345,2
		20. Сменить инструмент						
		21. Нарезать резьбу в 18 отв. поверхн.12 последовательно	Ø16(20)	-	0,43	1274	64	547,8

Окончание таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	Комбинированная с ЧПУ (Установ Б)	1. Установить и закрепить						
		2. Фрезеровать паз 8	Ø45 (558)	3	0,36	849	120	305,64
		3. Сменить инструмент						
		4. Фрезеровать паз 10	Ø45 (810)	2,5	0,36	849	120	305,64
		5. Сменить инструмент						
		6. Фрезеровать 4 паза поверхность 13* последовательно	Ø50 (15)	50	0,6	446	70	267,6
015	Комбинированная с ЧПУ	1. Установить и закрепить						
		2. Фрезеровать поверхность 5	Ø250 (810)	3	0,85	382	300	324,7
		3. Сменить инструмент						
		4. Сверлить 4 отв. поверхн. 14 послед.	Ø20 (20)	10	0,21	1274	80	267,54
		5. Переустановить заготовку						
		6. Сменить инструмент						
		7. Фрезеровать поверхность 6	Ø250 (810)	3	0,85	382	300	324,7
		8. Сменить инструмент						
		9. Сверлить 4 отв. поверхн. 14* послед.	Ø20 (20)	10	0,21	1274	80	267,54
020	Комбинированная с ЧПУ	1. Установить и закрепить						
		2. Фрезеровать поверхность 4	Ø250 (550)	4	0,85	382	300	324,7
		3. Сменить инструмент						
		4. Сверлить 4 отв. поверхность 14** послед.	Ø20 (20)	10	0,21	1274	80	267,54
		5. Переустановить заготовку						
		6. Сменить инструмент						
		7. Фрезеровать поверхность 3	Ø250 (550)	4	0,85	382	300	324,7
		8. Сменить инструмент						
		9. Сверлить 4 отв. поверхность 14*** послед.	Ø20 (20)	10	0,21	1274	80	267,54

2.12. Расчет 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:

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{T_{нз}}{n} \quad (22)$$

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:

$$t_{ш} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд} \quad (23)$$

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $t_{осн}$ – основное время, мин.;

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

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

время на обслуживание рабочего места, мин.

$t_{обс}$ –

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

$$t_{осн} = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} i \quad (24)$$

где l – расчетная длина;

i – число проходов;

S_M – величина минутной подачи.

Расчетная длина:

$$L = l_o + l_{вр} + l_{пер}, \quad (25)$$

где $l_{вр}$ – 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:

$$t_{on} = t_{осн} + t_{всп} \quad (26)$$

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):

$$t_{обс} = 0,06 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,06 \cdot t_{on} \quad (27)$$

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

$$t_{отд} = 0,04 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,04 \cdot t_{on} \quad (28)$$

Расчет норм времени представлен в таблицах 15 и 16.

Таблица 15 – Основное и вспомогательное время

Элементы операции	Расчетные размеры, мм				Режим обработки			Основное время, сек	Вспомогательное время, мин		Оперативное время, мин
	Длина обрабатываемой поверхности	Врезание и перебег	Число раб. ходов	Расчетная длина	Подача, мм/об	Частота вращения, об/мин	Минутная подача, мм/мин		На установку и снятие	Вспомогательное время в целом	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Операция 005– Комбинированная с ЧПУ											
1. Установить и закрепить									0,6	0,6	0,6
2. Фрезеровать поверхн. 1	810	40	2	1700	0,85	382	342,7	4,95		0,05	5,00
3. Переустановить заготовку										0,02	0,02
4. Фрезеровать поверхн.2	810	40	2	1700	0,85	382	342,7	4,95		0,05	5,00
ИТОГО								9,9		0,72	10,62

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Операция 010– Комбинированная с ЧПУ (Установка)												
1. Установить и закрепить									0,6	0,6	0,6	
2. Фрезеровать паз 7	558	5	1	563	0,36	955	343,8	1,64		0,05	1,69	
3. Сменить инструмент										0,02	0,02	
4. Фрезеровать паз 9	810	10	1	820	0,36	849	305,64	2,68		0,05	2,73	
5. Сменить инструмент										0,02	0,02	
6. Фрезеровать 4 паза поверхн.13 последовательно	15	5	4	120	0,6	446	267,6	0,22		0,10	0,32	
7. Сменить инструмент										0,02	0,02	
8. Расточить отверстие 15 предварительно	60	5	1	65	0,3	314	94,2	0,69		0,05	0,74	
9. Расточить отверстие 15 окончательно	60	5	1	65	0,2	338	67,6	0,96		0,05	1,01	
10. Сменить инструмент										0,02	0,02	
11. Расточить отверстие 15 тонко	60	5	1	65	0,1	400	40	1,63		0,05	1,68	
12. Сменить инструмент										0,02	0,02	
13. Сверлить 4 отв. поверхн. 11 послед.	20	5	4	100	0,21	864	181	0,55		0,10	0,65	
14. Сменить инструмент										0,02	0,02	
15. Развернуть 4 отверстия поверхн. 11 предварит.	20	8	4	112	0,5	319	159,5	0,70		0,1	0,8	
16. Сменить инструмент										0,02	0,02	
15. Развернуть 4 отверстия поверхн. 11 окончательно	20	8	4	112	0,5	319	159,5	0,70		0,1	0,8	
17. Сменить инструмент										0,02	0,02	
18. Сверлить 18 отв. поверхн. 12 послед.	30	5	18	630	0,21	1644	345,2	1,83		0,5	2,33	
19. Сменить инструмент										0,02	0,02	
20. Нарезать резьбу в 18 отв. поверхн.12 последовательно	20	8	18	504	0,43	1274	547,8	0,92		0,5	1,42	
ИТОГО									12,52		2,43	14,95
Операция 010– Комбинированная с ЧПУ (Установ Б)												
1. Установить и закрепить									0,6	0,6	0,6	
2. Фрезеровать паз 8	558	10	1	568	0,36	849	305,64	1,86		0,05	1,91	
3. Сменить инструмент										0,02	0,02	
4. Фрезеровать паз 10	810	10	1	820	0,36	849	305,64	2,68		0,05	2,73	
5. Сменить инструмент										0,02	0,02	
6. Фрезеровать 4 паза поверхн. 13* последоват.	15	5	4	120	0,6	446	267,6	0,22		0,10	0,32	
ИТОГО									4,76		0,84	5,6
Операция 015– Комбинированная с ЧПУ												
1. Установить и закрепить									0,6	0,6	0,6	
2. Фрезеровать поверхн.5	810	40	1	850	0,85	382	324,7	2,62		0,05	2,67	
3. Сменить инструмент										0,02	0,02	
4. Сверлить 4 отв. поверхн. 14 послед.	20	5	4	100	0,21	1274	267,54	0,37		0,05	0,42	
5. Переустановить заготовку										0,6	0,6	
6. Сменить инструмент										0,02	0,02	
7. Фрезеровать поверхн. 6	810	40	1	850	0,85	382	324,7	262		0,05	2,67	
8. Сменить инструмент										0,02	0,02	
9. Сверлить 4 отв. поверхн. 14* послед.	20	5	4	100	0,21	1274	267,54	0,37		0,05	0,42	
ИТОГО									5,98		1,46	7,44

Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Операция 020– Комбинированная с ЧПУ											
1. Установить и закрепить									0,6	0,6	0,6
2. Фрезеровать поверхн. 3	550	40	1	590	0,85	382	342,7	1,72		0,05	1,77
3. Сменить инструмент										0,02	0,02
4. Сверлить 4 отв. поверхность 14** послед.	20	5	4	100	0,21	1274	267,54	0,37		0,05	0,42
5. Переустановить заготовку										0,6	0,6
6. Сменить инструмент										0,02	0,02
7. Фрезеровать поверхн. 4	550	40	1	590	0,85	382	342,7	1,72		0,05	1,77
8. Сменить инструмент										0,02	0,02
9. Сверлить 4 отв. поверхность 14*** послед.	20	5	4	100	0,21	1274	267,54	0,37		0,05	0,42
ИТОГО									4,18	1,46	5,64

Таблица 16 - Нормы времени в целом на операцию

№ операции	Основное время на операцию, <i>t_о</i> , мин.	Вспомогательное время на опера- цию, <i>t_в</i> , мин.	Оперативное время, <i>t_{оп}</i> , мин.	Время на обслужива- ние, <i>t_{обс}</i>		Время на отдых <i>t_{отд.л.}</i>		Штучное время, <i>t_{шт}</i> , мин.	Подготовительно-заключительное время на партию, <i>T_{пз}</i> , мин	Величина партии, шт.	Штучно-калькуляционное время, <i>t_{шк}</i> мин
				%	мин.	%	мин.				
005	9,9	0,72	10,62	6	0,64	4	0,42	11,68	15	6	14,18
010	17,28	3,27	20,55	6	1,23	4	0,82	22,6	25	6	26,77
015	5,98	1,46	7,44	6	0,45	4	0,30	8,19	15	6	10,69
020	4,18	1,46	5,64	6	0,34	4	0,23	6,21	15	6	8,71
Итого											60,35

3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

3.1. Программирование в системе ЧПУ FANUC 0 iMate – MB

Виды и характер работ по проектированию технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ существенно отличаются от работ, проводимых при использовании обычного универсального и специального оборудования. Прежде всего, значительно возрастает сложность технологических задач и трудоёмкость проектирования технологического процесса. Для обработки на станках с ЧПУ необходим детально разработанный технологический процесс, построенный по переходам. При обработке на универсальных станках излишняя детализация не нужна. Рабочий, обслуживающий станок, имеет высокую квалификацию и самостоятельно принимает решение о необходимом числе переходов и проходов, их последовательности. Сам выбирает требуемый инструмент, назначает режимы обработки, корректирует ход обработки в зависимости от реальных условий производства.

При использовании ЧПУ появляется принципиально новый элемент технологического процесса – управляющая программа, для разработки и отладки которой требуются дополнительные затраты средств и времени.

Существенной особенностью технологического проектирования для станков с ЧПУ является необходимость точной увязки траектории автоматического движения режущего инструмента с системой координат станка, исходной точкой и положением заготовки. Это полагает дополнительные требования к приспособлениям для зажима и ориентации заготовки, к режущему инструменту.

Расширенные технологические возможности станков с ЧПУ обуславливают некоторую специфику решения таких традиционных задач технологической подготовки, как проектирование операционного технологического процесса, базирование детали, выбор инструмента и т.д.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

На стадии разработки технологического процесса необходимо определить обрабатываемые контуры и траекторию движения инструмента в процессе обработки, установить последовательность обработки контуров. Без этого невозможно рассчитать координаты опорных точек, осуществить точную размерную увязку траектории инструмента с системой координат станка, исходной точкой положения инструмента и положением заготовки.

При построении маршрута обработки деталей на станках с ЧПУ необходимо руководствоваться общими принципами, положенными в основу выбора последовательности операций механической обработки на станках с ручным управлением. Кроме того, должны учитываться специфические особенности станков с ЧПУ. Поэтому маршрут обработки рекомендуется строить следующим образом.

1. Процесс механической обработки делить на стадии (черновую, чистовую и отделочную), что обеспечивает получение заданной точности обработки за счет снижения ее погрешности вследствие упругих перемещений системы СПИД, температурных деформаций и остаточных напряжений. При этом, следует иметь в виду, что станки с ЧПУ более жесткие по сравнению с универсальными станками, с лучшим отводом теплоты из зоны резания, поэтому допускается объединение стадий обработки. Например, на токарных станках с ЧПУ часто совмещаются черновая и чистовая операции, благодаря чему значительно снижается трудоемкость изготовления детали, повышается коэффициент загрузки оборудования.

2. В целях уменьшения погрешности базирования и закрепления заготовки соблюдать принципы постоянства баз и совмещения конструкторской и технологической баз. На первой операции целесообразно производить обработку тех поверхностей, относительно которых задано положение остальных или большинства конструктивных элементов детали (с целью обеспечения базы для последующих операций).

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

3. При выборе последовательности операций стремиться к обеспечению полной обработки детали при минимальном числе ее установок.

4. Для выявления минимально необходимого количества типоразмеров режущих инструментов при выборе последовательности обработки детали проводить группирование обрабатываемых поверхностей. Если количество инструментов, устанавливаемых в револьверной головке или в магазине, оказывается недостаточным, операцию необходимо разделить на части и выполнять на одинаковых установках, либо подобрать другой станок с более емким магазином.

5. При точении заготовок типа тел вращения первоначально обрабатывается более жесткая часть (большой диаметр), а затем зона малой жесткости.

В настоящей дипломной работе используется пятикоординатный Обрабатывающий центр Haas VM-3, оснащенный системой ЧПУ FANUC 0 iMate - MB. Конфигурация ЧПУ FANUC 0 iMate – MB:

- в каждом кадре 3 типа M-функций
- вызов до 4 вложений подпрограмм
- упрощенное программирование углов и скруглений для фасок и радиусов
- циклы обработки FANUC, черновая обработка за один проход, нарезание внутренней резьбы за один проход
- циклы обработки FANUC, черновая обработка с увеличивающимся (тип I) или уменьшающимся (тип II) профилем, нарезание наружной резьбы за несколько проходов
- циклы FANUC для осевого сверления, с удалением стружки, осевое развертывание и осевое нарезание внутренней резьбы
- циклы SCHAUBLIN, осевое сверление, сверление с удалением стружки, осевое развертывание, осевое нарезание внутренней резьбы,

торцевая канавка, внутренние и наружные канавки, наружное нарезание резьбы за несколько проходов

- программируемое смещение нулевой точки
- доводка или восстановление наружной резьбы в режиме работы

MANUAL GUIDE (РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ)

- обработка по направлению X- в режиме работы MANUAL GUIDE
- копирование и переименование программ ISO
- индикация времени обработки и количества деталей
- индикация каталогов (программ) на экране (устройство ввода

FANUC)

- пересчет размеров дюймы/метрические величины
- 125 программ ISO
- 32 корректоров инструмента
- нарезание наружной резьбы с переменным шагом
- непрерывное нарезание наружной резьбы (цепь резьбы с разными шагами)
- нарезание наружной цилиндрической резьбы
- язык программирования макро В (для программирования циклов пользователем)

В режиме работы MANUAL GUIDE могут вводиться в память максимум 25 программ, состоящих из одного или нескольких процессов. Для простого процесса обработки (центровка, сверление, нарезание внутренней резьбы и т.д.) используется только один единственный блок памяти.

Для сложных процессов (черновая обработка, чистовая обработка и т.д.) в зависимости от количества программируемых геометрических элементов используется несколько блоков программы.

К тому же количество программных блоков может быть различным в зависимости от используемых геометрических фигур, которые определяет профиль.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Важнейшим достижением научно-технического прогресса является комплексная автоматизация промышленного производства. В своей высшей форме - гибком автоматизированном производстве - автоматизация предполагает функционирование многочисленных взаимосвязанных технических средств на основе программного управления и групповой автоматизации производства. В связи с созданием и использованием гибких производственных комплексов механической обработки резанием особое значение приобретают станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

В результате замены универсального неавтоматизированного оборудования станками с ЧПУ трудоемкость изготовления деталей оказалось возможным сократить в несколько раз (до 5 - в зависимости от вида обработки и конструктивных особенностей обрабатываемых заготовок).

Разработка управляющей программы (УП) сводится к определению технологической последовательности стандартных блоков обработки. Блок обработки – это фрагмент управляющей программы, выполняемый одним инструментом на одной или нескольких поверхностях.

Подрезка торца.

Наружная черновая обработка

Наружная чистовая обработка

Центрование

Сверление

Внутренняя расточка

Цикл резьбы

Канавка

Отрезка и т.д.

Циклы обработки

Циклы обработки - это параметрические программы системы управления ЧПУ, которые служат для облегченного программирования G - кода.

Каждый блок содержит:

Координаты точки смены инструмента

Подход к контрольной точке

Обработку

Отход в точку смены инструмента

Структурную единицу УП составляет кадр. Кадр является последовательностью символов (слов) языка программирования (G - кода). Элементом кадра является слово, которое состоит из адреса и числового значения или переменной, глобальной переменной.

В системе ЧПУ подготовительные функции G разбиты на 2 группы.

В первую группу входят построчные G функции не требующие буквенных адресов в качестве параметров, во вторую G функции, требующие буквенных адресов в качестве параметров, а также постоянные циклы.

Вспомогательные функции M также делятся на 2 группы. В первую группу входят M функции, выполняемые до перемещения, во вторую после перемещения. Некоторые M функции должны быть запрограммированы в электронной автоматике.

В кадре под адресом L можно указать вызов управляющей программы. До 4 цифр следующих после L, указывают номер УП.

В одном кадре можно записать:

F, E - значение подачи (шаг резьбы);

Любое количество G функций из группы настроенных;

Функции T или функции D;

До шести M-функций, выполняемых до перемещения;

S функцию;

Одну функцию G из группы основных;

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

До четырех M-функций, выполняемых после перемещения;

L - функцию (вызов подпрограммы) и после нее любые буквенные адреса в качестве параметров.

Функции шпинделя относятся к отдельным шпинделям или шпиндельным группам. Максимальное число шпинделей равно восьми, и каждый из них может быть придан любой из четырех предусмотренных групп с помощью машинных параметров. Примеры отношений вспомогательных M-функций и шпинделей: M03 относится к первой шпиндельной группе; M103 относится к первому шпинделю; M203 относится ко второму шпинделю. Все эти вспомогательные функции включают вращение шпинделя (или шпиндельной группы) по часовой стрелке. Аналогичным образом, вспомогательные функции M13, M113, M213 включают вращение шпинделя (или шпиндельной группы) по часовой стрелке с одновременной активизацией функции охлаждения. Вспомогательные функции M04, M104, M204 включают вращение шпинделя (или шпиндельной группы) против часовой стрелки. Аналогичным образом, вспомогательные функции M14, M114, M214 включают вращение шпинделя (или шпиндельной группы) против часовой стрелки с одновременной активизацией функции охлаждения. Вспомогательные функции M05, M105, M205 останавливают вращение шпинделя.

Систему координат станка, выбранную в соответствии с рекомендациями ISO (Международной организации по стандартизации) принято называть стандартной. Стандартная система координат представляет собой правую прямоугольную декартову систему координат, в которой положительные направления осей координат определяются правилом правой руки: большой палец указывает положительное направление оси абсцисс X, указательный - оси ординат Y, и средний - оси аппликата Z.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Особенность системы в том, что ось координат Z принимают всегда параллельной оси главного шпинделя станка, независимо от того, как он расположен - вертикально или горизонтально. Эта особенность позволяет при ЧПУ для наиболее распространенной плоской обработки использовать в программах обозначения координат через X и F независимо от расположения шпинделя.

В качестве положительного направления оси Z принимают направление от заготовки к инструменту. Ось X - всегда горизонтальна. Дополнительные движения, параллельные осям X , Y , Z обозначают соответственно U , V , W (вторичные) и P , Q , R (третичные). Вращательные движения вокруг осей X , Y , Z обозначают соответственно буквами A , B , C . Положительные направления вращений A , B , C вокруг координатных осей X , Y и Z по часовой стрелке со стороны шпинделя. Для вторичных угловых перемещений вокруг специальных осей используются буквы D и E .

Начало стандартной системы координат станка обычно совмещается с базовой точкой узла, несущего заготовку и зафиксированного в таком положении, при котором все перемещения рабочих органов станка описываются в стандартной системе положительными координатами.

Системой координат токарного станка служит двухкоординатная система X , Z . Начало этой системы принимается в базовой точке шпиндельного узла. Положительные направления осей системы координат токарного станка определяются расположением основного рабочего диапазона перемещений инструмента.

Для станков сверлильной, сверлильно-расточной и фрезерной групп применяется трехкоординатная система X , Y , Z . Начало этой системы координат принимается преимущественно в базовой точке стола, расположенного в одном из крайних положений. Направления координатных осей этой стандартной системы связаны с конструкцией станка.

						ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			66

Движения рабочих органов станка задаются в программе координатами или приращениями координат базовых точек в системе координатных осей, определенных в стандартной системе координат. Система координатных осей рабочих органов станка представляет собой совокупность отдельных управляемых по программе координат, каждая из которых закреплена за конкретным рабочим органом станка и имеет индивидуальное обозначение, направление и начало отсчета.

Станок для реализации такого резания должен иметь высокие силовые и скоростные характеристики привода главного движения; высокие жесткость и виброустойчивость; способность изменять по программе в широких пределах, лучше всего бесступенчато, скорость шпинделя и подачу. Точность станков повышают в результате специальных конструктивных решений и более точного исполнения механической части станка. В наивысшей степени достижению точности способствует оснащение станков устройствами обратной связи [19].

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

3.2. Управляющая программа

Ниже приведена основная управляющая программа с расшифровкой кадров.

Main program «Drill hole»

TOOLS:

;T 12 Spiraldrill D=15.8 mm

Таблица 17-Расшифровка кадров

Обозначение	Расшифровка
1	2
T09 D09	Номер инструмента
M6	Смена инструмента
G90 G18 G54 G94	G90 - Программирование в абсолютных размерах, G18 – выбор плоскости программирования XY G54 – активизация смещения нулевой точки детали (X0Y0 – нулевая точка детали) G94 – подача с мм/мин
G0 X0 Y0 Z5	G0 - Быстрый подвод в точку с координатами X0 Y0 Z5
G97 S1000 M3 M8	G97 – постоянное число оборотов инструмента S1000 – Число оборотов – 1000 об/мин, M3 - Вращение шпинделя против часовой стрелки (инструмент сверху, смотреть со стороны шпинделя) M8 – включение СОЖ
F100	Включение подачи 100 мм/мин

Продолжение таблицы 17

1	2
MCALL CYCLE82 (2,0,-30,5,1,1,1);	Включение модального цикла сверления отверстий CYCLE82
X-300Y-240	Координаты отверстия в точке 2
X-85Y-240	Координаты отверстия в точке 3
X85Y-240	Координаты отверстия в точке 4
X300Y-240	Координаты отверстия в точке 5
X300Y-90	Координаты отверстия в точке 6
X85Y-90	Координаты отверстия в точке 7
X-85Y-90	Координаты отверстия в точке 8
X-300 Y-90	Координаты отверстия в точке 9
X-300 Y90	Координаты отверстия в точке 10
X-85 Y90	Координаты отверстия в точке 11
X85 Y90	Координаты отверстия в точке 12
X300 Y90	Координаты отверстия в точке 13
X300 Y240	Координаты отверстия в точке 14
X85 Y240	Координаты отверстия в точке 15
X-85 Y240	Координаты отверстия в точке 16
X-300 Y240	Координаты отверстия в точке 17
MCALL	MCALL - Отключение модального цикла
G0 Z5	Быстрый отвод в точку с координатой Z5, координаты по X и Y не изменяются
M5 M9	M5 - Выключение шпинделя M9 – Выключение СОЖ
X200 Y 400 Z400	Отвод шпинделя в точку смены инструмента.

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Описание предмета экономического обоснования

Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус пресса».

Грамотно разработанный технологический процесс механической обработки, является основоположником роста производительности труда и, как следствие, повышения прибыльности при внедрении новых изделий.

4.2. Определение потребности в инвестициях

Затраты на здание не учитываются, так как предполагается, что спроектированный участок разместится на имеющихся площадях предприятия. В таблице 17 указана стоимость металлорежущих станков, используемых на участке. Количество станков определено ранее в технологической части.

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 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_{\text{н}} = 242 \cdot 8 + 6 \cdot 7 = 1978 \text{ ч};$$

- при двусменной работе (базовый вариант):

$$F_{\text{н}} = 1978 \cdot 2 = 3956 \text{ ч.}$$

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_n = 1978 \cdot 3 = 5934 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,0% рабочего времени универсального оборудования и 9,0% для обрабатывающего центра с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (2.3), составляет:

$$F_{об} = 5934 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5400 \text{ ч. проектируемый вариант.}$$

Программа выпуска в год $V = 500$ шт.

Количество технологического оборудования определяется по формуле:

$$q_p = \frac{t_{шт-к} \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{вн} \cdot k_3 \cdot 60} \text{ шт.},$$

где $t_{шт-к}$ - штучно-калькуляционное время операции, мин;

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

60 - перевод минут в часы;

$F_{об}$ - действительный фонд времени работы оборудования;

k_3 - коэффициент загрузки оборудования (по данным предприятия).

$$q_p = \frac{48.6 \cdot 500}{5400 \cdot 0.75 \cdot 60} = 0.83$$

Таблица 18 - Стоимость металлорежущих станков приобретаемых для изготовления детали

Наименование оборудования (станок)	Тип (модель)	Мощность электродвигателя, кВт	Количество, шт	Стоимость, тыс.р.	
				Единицы оборудования	общая
1.Обрабатывающий центр	HAAS VM-3	18	1	14000	14000
Итого:	-	18	1	-	14000

Размер капитальных вложений, определяем по формуле

Капиталовложения в оборудование K_o , р. рассчитываются по формуле:

$$K_o = K_{om} ,$$

где K_{om} – капиталовложения в технологическое оборудование, тыс. р;

Вложения в технологическое оборудование определяются по формуле:

$$K_{mo} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \times (1 + k_{mз} + k_m) ,$$

где C_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го вида, тыс. р.;

$k_{mз}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, $k_{mз} = 0,05$;

k_m – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и наладку оборудования, $k_m = 0,1$.

$$K_{mo} = 14000 \times (1 + 0,05 + 0,1) = 16100 \text{ (тыс. р.)}$$

Определяем величину капиталовложений в оборудование:

$$K_o = 16100 \text{ (тыс. р.)}$$

Затраты на оснастку укрупнено принимаем 7% от стоимости технологического оборудования:

$$K_{oc} = 0,07 \times 16100 = 1127 \text{ (тыс.р.)}$$

Вложения в инвентарь и хозяйственные принадлежности долговременного пользования примем в размере 3 % от стоимости технологического оборудования.

$$K_{xn} = 0,03 \times 16100 = 483 \text{ (тыс. р.)}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования на 1 деталь:

$$Зоб = Сам \times t_{шт-к} / F_{об} ;$$

где Сам – затраты на амортизацию р.;

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

$t_{шт-к}$ - штучно-калькуляционное время операции, ч;

$F_{об}$ - действительный фонд времени работы оборудования;

$$1345000 \times 0,81 / 5400 = 201 \text{руб.}$$

Результаты расчета представлены в таблице 18.

Таблица 19 – Результаты расчета стоимости оборудования в основные производственные фонды участка

Виды основных фондов	Количество во ед. оборудования	Балансовая стоимость основных фондов, тыс.р.	Норма амортизации, %	Годовая сумма амортизационных отчислений, тыс.руб
НААС VM-3	1	16100	6,5	1046
Всего:	1	16100	-	1046
Технологическая оснастка	По нормативам	1127	20	225
Инвентарь и хозяйственные принадлежности		483	15,4	74
Итого:		17710	-	1345

4.3. Расчет технологической себестоимости

Технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_M + Z_3 + Z_{3п} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и} ,$$

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

где Z_M – затраты на все виды материалов, комплектующих и полуфабрикатов, руб.;

Z_3 – затраты на технологическую электроэнергию, руб.;

$Z_{зп}$ – затраты на заработную плату, руб.;

$Z_{об}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

$Z_{осн}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, руб.;

$Z_{и}$ – затраты на малоценный инструмент, руб.

Рассчитаем затраты на материалы заготовки – отливки, получаемой методом литья:

$$Z_M = K \cdot Ц_1 \cdot m_1 - Ц_2 \cdot m_2,$$

где K – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, $K = 1,04\%$;

$Ц_1$ – цена материала заготовки, руб.;

m_1 – масса заготовки, кг.;

$Ц_2$ – цена отходов, руб.;

m_2 – масса отходов, кг.

$$Z_M = 1.04 \cdot 21 \cdot 65 - 16 \cdot 6 = 1324 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату рассчитываем по формуле:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_{н} + Z_{эл} + Z_{к} + Z_{тр},$$

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

$Z_{эл}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, руб.;

$Z_{к}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, руб.;

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

Для расчетов используем следующие формулы:

Часовые тарифные ставки:

1-го разряда: = 224 (р./ч.);

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2-го разряда: = 236 (р./ч.);

3-го разряда: = 241 (р./ч.);

4-го разряда: = 248 (р./ч.);

5-го разряда: = 253 (р./ч.);

6-го разряда = 261 (р./ч.).

Расчет расценки при тш Мин

$$P_{oi}(\text{комбинированная})=241 \times 48.6/60=195.2 \text{ р.}$$

Результаты расчета расценок на изготовление представлены в таблице

Таблица 20– Результаты расчета расценок на изготовление

Операция	Разряд	t _i , мин	C _{тар} р/ч	P _{oi} , р.
Комплексная	3	48.6	241	195.2
Итого:	-	48.6	-	195.2

Основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда:

$$Z_{\text{пр}} = C_{\text{тар}} \cdot T_{\text{шт-к}} \cdot k_{\text{мн}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{соц}} \cdot k_{\text{н}}, \text{ руб.}$$

где C_{тар} – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, руб.;

T_{шт-к} – норма времени на операцию, час;

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

k_{доп} – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, k_{доп} = 1,15;

k_{соц} – коэффициент учитывающий страховые взносы, k_{соц} = 1,3;

k_н – районный коэффициент, k_н = 1,15.

$$Z_{\text{пр}} = 241 \cdot 0.81 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 336 \text{ руб./ч.}$$

Численность станочников (операторов) вычислим по формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{T_{шт-к} \cdot N \cdot K_{мн}}{\Phi_p \cdot 60},$$

где Φ_p - годовой фонд времени одного рабочего;

$K_{мн}$ - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание;

$T_{шт-к}$ – норма времени на операцию, час;

N – годовая программа выпуска детали, шт.

$$Ч_{ст} = \frac{48.6 \cdot 500 \cdot 1}{5400 \times 60} = 0.075 \text{ чел.}$$

принимаем 1 станочник

Затраты на заработную плату на изготовление одной детали и численность работающих заносим в таблицу.

Таблица 21 – Затраты на заработную плату станочников в проектируемом техпроцессе

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, руб/час.	$T_{шт-к}$, ч	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная	241	0.81	336	1
Итого			336	1

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 336 \cdot 500 \times 3 = 504000 \text{ р.}$$

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

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

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $N = 8$ шт.

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

$$Ч_{нал} = 0.83 \cdot 3 / 8 = 0.311 \text{ чел.};$$

$$Ч_{трансп.} = 0.075 \cdot 0,05 = 0,0037 \text{ чел.};$$

$$Ч_{контр.} = 0.075 \cdot 0,07 = 0,005 \text{ чел.}$$

По формуле произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$Z_{\text{нал}} = \frac{79.5 \cdot 1978 \cdot 0.311 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{500} = 144,3 \text{ р.};$$

$$Z_{\text{трансп.}} = \frac{59.2 \cdot 1978 \cdot 0.0037 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{500} = 1,2 \text{ р.};$$

$$Z_{\text{контр.}} = \frac{55.8 \cdot 1978 \cdot 0.005 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{500} = 1,6 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящаяся на одну деталь по каждому их вариантов, сводим в таблицу по проектируемому в таблице .

Таблица 22 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	заработной платы вспомогательных рабочих, р.
Наладчик	79.5	0.311	144,3
Транспортный рабочий	59.2	0,0037	1,2
Контролер	55.8	0,005	1,6
Итого		0.0837	147,1

Определим затраты на заработную плату за год:

$$Z_{\text{зп}} = 147,1 \cdot 500 = 73550 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$Z_{\text{эл}} = 504000 + 73550 = 577550 \text{ р.}$$

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

$$Z_{\text{эл}} = \frac{N_y \cdot k_n \cdot k_{ep} \cdot k_w \cdot t_{\text{шт } \kappa}}{\eta \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60} \cdot C_{\text{э}},$$

где N_y - установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

k_n – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

$$k_n=0,4;$$

k_{ep} - средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени,

$$k_{ep}= 0,6 ;$$

$k_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка (при одном двигателе - 1);

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, $k_w=1,05$;

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

η – коэффициент полезного действия оборудования, $\eta=0,8$;

$\text{Ц}_э$ – стоимость 1кВт ч. электроэнергии, руб., $\text{Ц}_э=4.07$ руб.

$$Z_{эл} = \frac{18 \cdot 0.4 \cdot 0.6 \cdot 1.05 \cdot 48.6}{0.8 \cdot 1 \cdot 60} \cdot 4.07 = 18.6р,$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

$$Z_{эи} = (\text{Ц}_{пл} \cdot n + (\text{Ц}_{корп} + k_{компл} \cdot \text{Ц}_{компл}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{маш} \cdot (T_{ст} \cdot b_{фи} \cdot N)^{-1},$$

где $Z_{эи}$ - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, р.;

$\text{Ц}_{пл}$ - цена сменной многогранной пластины, р.;

n - количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$\text{Ц}_{корп}$ - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), р.;

$\text{Ц}_{компл}$ - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), р.;

$k_{компл}$ – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение $k_{компл} = 5$ соответствует обдирочному точению

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

Q - количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины. Значения показателя Q рекомендованные для условий получистовой токарной обработки представлены в таблице ;

N - количество вершин сменной многогранной пластины, шт. Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

$b_{\text{фи}}$ - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{\text{маш}}$ - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$ - период стойкости инструмента, мин.

В таблицу внесем параметры инструмента.

Таблица 23 – Параметры прогрессивного инструмента

Инструмент	Маши- н-ное время, мин	Цена единицы инстру- мента, руб.	Суммар- ный период стойкости инстру- мента, мин	Затраты на переточку инструмен- та, руб.	Коэффи- циент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7
Фреза торцевая ø160 R220.53- 8160-15-10С Пластина SEMХ 1505AFTN- M18 МК1500	2,21	15560 630	310		0,90	1,12

Продолжение таблицы 23

1	2	3	4	5	6	7
Фреза торцевая ø100		13560				1,85
R220.53-8100- 15-6С Пластина SEMХ 1505АFTN- M18 МК1500	0,46	540	290	-	0,90	
Фреза торцевая ø125 R220.53- 0125-15-8С Пластина SEMХ 1505АFTN- M18 МК1500	0,39	14560 570	280	-	0,90	1,44
Головка расточная А790 40 Пластина ССМТ 09Т308- F1 TP2500	2,63	7520 500	320		0,90	2,55
Головка расточная А790 50 Пластина ССМТ 060204- F1 TP2500	1,32	8120 480	280	-	0,90	1,88
Фреза R335.15- 25034.3-03-2	0,03	7400	380	-	0,90	0,61
Головка расточная А729 60 СС06 45 Пластина ССМТ 060204- F1 TP2500	0,07	8500 510	310	-	0,90	0,88

Окончание таблицы 23

1	2	3	4	5	6	7
Сверло SD203-3.2-14-6R1	0,21	3520	370	550	0,90	1,22
Фреза R217.79-2532.3-12A	0,01	700	420	-	0,90	2,52
Сверло SD203-6.8-25-8R1	0,24	3200	310	710	0,90	3,12
Сверло SD203-8.7-29-10R1	0,03	3510	320	750	0,9	1,15
Фреза ТМ-М8х1.25ISO 8R5	3,74	4200	350	710	0,9	3,65
Сверло SD203-10-31-10R1	0,04	3850	370	740	0,9	0,91
						22,9

Таблица 24- Технологическая себестоимость обработки одной детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	483,1
Затраты на технологическую электроэнергию	18,6
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	201
Затраты на инструмент	22,90
Итого	725,6

Определим производительность труда на программных операциях:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{вн} \cdot 60}{t},$$

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

$\kappa_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда:

$$B_{пр.} = \frac{5400 \cdot 1,2 \cdot 60}{48,6} = 8000 \text{ шт / чел.год}$$

Таблица 25 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей
Годовой выпуск деталей	шт.	500
Количество оборудования	шт.	1
Количество рабочих	чел.	1
Трудоемкость обработки детали	ч.	1.01
Технологическая себестоимость обработки одной детали, в том числе:	руб	725,6
- затраты на инструмент		22,9
- заработная плата рабочих		483,1
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Сменность	ед.	3
Коэффициент загрузки		0.15

Вывод: В результате проделанных экономических расчетов можно сделать вывод, что внедрение на производстве обрабатывающего центра с ЧПУ, приведет к увеличению производительности труда и снижению себестоимости детали.

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В дипломном проекте рассматриваются вопросы разработки технологического процесса изготовления корпусной детали. В процессе изготовления детали есть многоцелевые операции, выполняемые на станках с числовым программным управлением.

В проектном варианте будет требоваться оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3 разряда. А на предприятии имеются операторы обрабатывающих центров с ЧПУ 2 разряда.

В связи с внедрением в производство нового технологического процесса появляется необходимость переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» Так как станки подобного типа применяются в технологическом процессе обработки деталей, разрабатываемом в настоящем проекте, то следует предусмотреть повышение квалификации рабочих, способных выполнять работы на станках с программным управлением – рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3 разряд».

Повышение квалификации производится на базе центра дополнительного профессионального образования, который занимается подготовкой, переподготовкой и повышением квалификации рабочих находится на Уралмашзаводе. На повышение квалификации отведено 118 часов.

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

Согласно профессиональному стандарту, основной вид профессиональной деятельности по данной профессии - Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей.

Базовая цель деятельности - наладка обрабатывающих центров с программным управлением, установка технологической

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

последовательности обработки деталей, выявление неисправностей в работе оборудования, обработка деталей.

Профессиональный стандарт относится к группе профессий 7223 - Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования, вид экономической деятельности – 92 - Производство машин и оборудования.

В таблице 26 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 26 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции	
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 8–14 квалитетам	2
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	2
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	2
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	2
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	2
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	2
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	2

Окончание таблицы 26

1	2	3	4	5
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	3
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4

Деталь, рассматриваемая в дипломном проекте, может быть отнесена к деталям средней степени сложности, поэтому далее проанализируем первую обобщенную трудовую функцию – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности». Анализ приведен в таблице 27.

Таблица 27 – Анализ обобщенной трудовой функции «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности»

Наименование	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей		Код	А	Уровень квалификации	3
Возможные наименования должностей	<p>Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации</p>					
Требования к образованию и обучению	к	Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)				
Требования к опыту практической работы	и	Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»				
Особые условия допуска к работе	<p>Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке</p> <p>Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте</p>					
Дополнительные характеристики						
Наименование классификатора	код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности				
ОКЗ	7223	Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования				
ЕТКС	44	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 5-й разряд				
ОКНПО	010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением				

В дипломной работе рассматривается деталь средней степени сложности, требующая высокого уровня сформированности умений

программирования обработки, поэтому остановимся на первой трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)», которая должна быть сформирована на втором уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Анализ трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	В/02.33	Уровень (подуровень) квалификации	3
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали				
	Выбор технологических операций и переходов обработки				
	Выбор инструмента				
	Расчет режимов резания				
	Определение координат опорных точек контура детали				
	Составление управляющей программы				
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)				
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка				
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей				
Необходимые знания	Режимы работы стойки ЧПУ				
	Системы графического программирования				
	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами				
	Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности				
Другие характеристики	Наличие II квалификационной группы по электробезопасности				

Рассмотренная трудовая функция стала основой для формирования тематического плана повышения квалификации операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ, который анализируется в следующем параграфе.

5.2. Анализ учебного плана и программы повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Тематический план повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в рамках учебного центра предприятия рассчитан на срок обучения = 118 часов (1,6 месяца по 4 часа в день) и включает учебные занятия теоретического и практического обучения, а также квалификационный экзамен. Базовая профессия – оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2 разряда. Уровень квалификации оператора после повышения квалификации – 3 разряд. Тематический план приведен в таблице 29.

Таблица 29 – Тематический план повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

№	Название раздела	Кол-во часов
1	Техническое черчение	20
2	Основы резания металлов и режущий инструмент	18
3	Основы технологии машиностроения	12
4	Основы программирования процесса обработки деталей	12
5	Наладка станков с программным управлением	10
6	Производственное обучение	40
5	Квалификационный экзамен	6
	Всего	118

Ниже приведен рисунок, иллюстрирующий соотношение разделов тематического плана и формируемых трудовых действий.

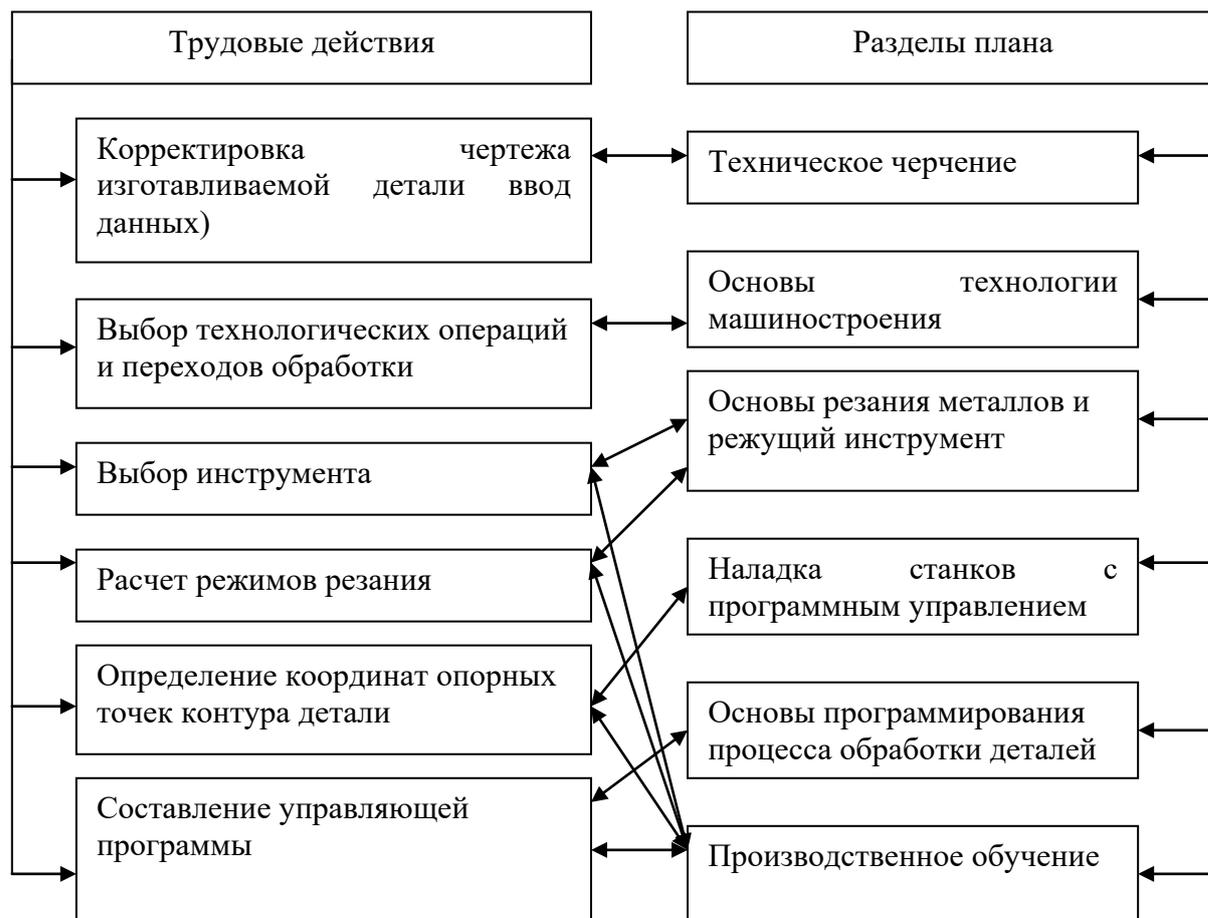


Рисунок 16– Соотношение разделов тематического плана и формируемых трудовых действий

Для обеспечения качественного процесса обучения - Центр ДПО имеет учебно-материальную базу в составе:

- учебные кабинеты, лаборатории, компьютерные классы;
- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе;
- учебно-методический кабинет,
- техническую библиотеку, читальный зал;
- кабинеты для сотрудников Центра, помещение для преподавателей;
- медицинский пункт;

- столовую;
- бытовые и другие помещения.

Все помещения оборудованы в соответствии с действующими нормативами и санитарными правилами.

В рамках тематического плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» предусмотрен раздел «Основы программирования процесса обработки деталей». Рассмотрим программу этого раздела .

Таблица 30 – Тематический план раздела «Основы программирования процесса обработки деталей»

Название темы	Общее кол-во часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение
Введение. Общие сведения о программах и программном коде	2	2	
Типы систем ЧПУ. Схема построения систем ЧПУ	2	2	
Программирование сверлильной обработки на станках с ЧПУ	4	2	2
Программирование фрезерной обработки деталей на станках с ЧПУ	4	2	2
ИТОГО	12	8	4

Из программы выбираю тему теоретического занятия «Программирование сверлильной обработки на станках с ЧПУ». На эту тему отводится 2 часа. Далее проведем анализ темы «Программирование сверлильной обработки на станках с ЧПУ».

Данная тема рассчитана на 1 урок 2 часа. Тема полностью теоретическая и направлена на изучение особенностей построения управляющих программ в системах ЧПУ.

Основные вопросы, которые будут рассматриваться в теме «Программирование сверлильной обработки на станках с ЧПУ»:

- 1.Сверление и программирование сверления в системе Fanuc;
- 2.Основные циклы сверления в Fanuc, ход и параметры циклов.

В настоящее время внедряется современные станки с ЧПУ, оснащенные системой числового программного управления «ЧПУ Fanuc». Система ЧПУ «Fanuc» является универсальной системой ЧПУ, предназначенной как для программирования сверлильной, так и для программирования фрезерной обработки.

5.3.Разработка занятия по теме: «Программирование сверлильной обработки на станках с ЧПУ»

План обучения по данной теме приведен в таблице 31.

Таблица 31 – Поурочный план обучения по теме «Программирование сверлильной обработки на станках с ЧПУ»

№ урока	Тема урока	Цели урока	Методы обучения	Тип урока	Материальное-техническое оснащение
1 (2 часа)	Подготовка управляющих программ для системы ЧПУ «Fanuc» с использованием циклового программирования	дидактические: сформировать у учащихся знания: - принципов программирования сверлильной обработки деталей с использованием циклового программирования воспитательные: - воспитать бережное отношение к инструменту и оборудованию, развивающие: - развить целеустремленность и волю при выполнении запланированной работы.	рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по изучению презентации, самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради	Комбинированный урок	Компьютерная презентация; Программатренажер Fanuc; Система ЧПУ «Fanuc»; Персональные компьютеры ; Обеспечение для самостоятельной работы обучаемых.

В рамках дипломного проекта разработаем первый урок – урок теоретического обучения по теме «Подготовка управляющих программ для

системы ЧПУ «Fanuc» с использованием циклового программирования». В таблице приведена модель деятельности преподавателя и обучаемых на занятии.

Таблица 32 – Модель деятельности преподавателя и обучаемых на уроке теоретического обучения по теме «Подготовка управляющих программ для системы ЧПУ «Fanuc» с использованием циклового программирования».

Основные этапы занятия	Деятельность преподавателя	Деятельность обучаемых	Кол-во времени
1	2	3	4
Организационная часть	Приветствует обучаемых. Проверяет присутствующих. Использует слайд №1 на котором сформулирована тема урока.	Переписывают в тетради с 1 слайда тему урока	5 минут
Мотивация обучаемых	Рассказывает о значимости темы урока в общей подготовке операторов станков с ЧПУ	Слушают преподавателя	2 минуты
Актуализация опорных знаний	Задает вопросы, анализирует ответы. Добавляет информацию к их ответам. (Приложение В) . Использует слайд №2 , просит дать определение понятию «Сверление».	Отвечают на вопросы. Актуализируют опорные знания. Сравнивают свои ответы с определением на слайде №2 .	13 минут
Изложение нового материала	Рассказывает о принципах программирования с использованием циклового программирования. Использует слайды № 3-15 для демонстрации принципов и методов программирования с использованием стандартных циклов Fanuc.	Переписывают в тетради со слайда №3 название и расшифровку циклов обработки отверстий в системе Fanuc. Записывают в тетради параметры и ход циклов G81-G84. (Слайды 4-15) . После изучения каждого из циклов выполняют задания.	35 минут

Окончание таблицы 32

1	2	3	4
Закрепление нового материала.	Выдает задания для работы с тренажерами. Контролирует правильность работы. Использует слайды №6,9,12,15 , в которых сформулированы задания на закрепление нового УМ.	Выполняют задания (слайды 6,9,12,15), в которых предлагается заполнить таблицы с параметрами цикла. Затем данные таблиц переносят в тренажер ЧПУ	25 минут
Заключительная часть	Задаёт вопросы для закрепления нового учебного материала Слайд №16	Каждый обучаемый устно отвечает на вопрос из слайда №16	10 минут

План-конспект урока теоретического обучения по теме «Подготовка управляющих программ для системы ЧПУ «Fanuc» с использованием циклового программирования»

1. Организационная часть

Здравствуйте уважаемые операторы. Сегодня мы начнем изучать очень важную тему, связанную с материальной базой систем управления станками. Это тема «Подготовка управляющих программ для системы ЧПУ «Fanuc» с использованием циклового программирования»

На занятиях мы с вами рассмотрим:

1. Сверление и его программирование в Fanuc
2. Основные циклы сверления в Fanuc, их ход и параметры

Прошу сегодня проявить особое внимание к изучаемому материалу.

2. Мотивация обучаемых

Оператор станков с ЧПУ сегодня должен хорошо работать и в области разработки управляющих программ. Для системы ЧПУ «Fanuc» разработан ряд стандартных циклов, облегчающих процесс разработки управляющих программ, которые позволяет не только обучаться обработке, но и производить программирование всех видов обработки деталей. Сегодня мы остановимся на программировании сверлильной обработки с использованием стандартных циклов.

3. Актуализация опорных знаний

На предыдущих занятиях мы рассмотрели общие сведения о программах и программном управлении. Сегодня мы переходим к изучению особенностей программирования сверлильной обработки, но прежде вспомним основные моменты из пройденного материала.

Вопросы для актуализации опорных знаний **Приложении В**. Дайте определение понятию Сверление (**Слайд №2**)

4. План-конспект изложения учебного материала на уроке

Контурная система управления Oi-md для фрезерных станков, сверлильных станков и обрабатывающих центров

Система управления Oi-md фирмы Fanuc предназначена для работы на фрезерных и сверлильных станках, а также на обрабатывающих центрах. Система Oi-md универсальна, что подтверждает широкая сфера её применения:

- Универсальные фрезерные станки;
- Высокоскоростное фрезерование;
- Пятиосевая обработка с помощью поворотной шпиндельной головки и поворотного стола;
- Пятиосевая обработка на больших станках;
- Горизонтально-расточные станки;
- Обрабатывающие центры и автоматизированная обработка способна управлять 13 осями и шпинделем. Время обработки кадра 0,5 мс. В качестве памяти программ применяют жесткий диск. Память включает в себя встроенный блок управления цифровыми приводами. В итоге достигается высокоточное изготовление контура заготовки при обработке на больших скоростях подачи. В двухпроцессорной версии система Oi-md дополнительно содержит операционную систему Windows XP в качестве интерфейса пользователя и можно применять стандартные прикладные программы Windows.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

Сверление - вид механической обработки материалов резанием, при котором с помощью специального вращающегося режущего инструмента (сверла) получают отверстия различного диаметра и глубины, или многогранные отверстия различного сечения и глубины.

На ЧПУ сверление может быть запрограммировано в виде цикловой обработки.

Рассмотрим основные циклы программирования обработки отверстий в системе ЧПУ Fanuc (**Слайд №3**):

G81 Стандартный цикл сверления

G82 Сверление с выдержкой

G83 Цикл прерывистого сверления

G84 Цикл нарезания резьбы

G74 Цикл нарезания левой резьбы

G85 Стандартный цикл растачивания

Цикл G81 (Слайд №4,5)

А. Система ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу FMAX на заданном безопасном расстоянии над поверхностью заготовки по оси шпинделя

Б. Инструмент с заданной подачей F позиционируется на заданный диаметр центровки или на заданную глубину центровки

В. Инструмент задерживается на дне центровки, если это определено

Г. Затем инструмент перемещается с FMAX на безопасное расстояние или, если было задано, на 2-е безопасное расстояние

Параметры цикла приведены на слайде

Цикл G82 (Слайды №7,8)

Ход цикла:

А. Система ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу FMAX на заданном безопасном расстоянии над поверхностью заготовки по оси шпинделя

Б. Инструмент сверлит с заданной подачей F до первой глубины
врезания

В. ЧПУ отводит инструмент с подачей FMAX на безопасное
расстояние, выдерживает там, если так было запрограммировано, а затем с
подачей FMAX перемещает на безопасное расстояние над точкой первого
врезания на глубину

Г. Затем инструмент врезается с заданной подачей F на большую
глубину врезания

Д. ЧПУ повторяет эту операцию (с 2 до 4 шагов) до тех пор, пока не
будет достигнута заданная глубина сверления

Е. Со дна сверления инструмент перемещается с FMAX на
безопасное расстояние или, если было задано, на 2-ое безопасное
расстояние

Параметры цикла приведены на слайде

Цикл G83 (Слайды №10,11)

Ход цикла:

А. Инструмент на ускоренном ходу FMAX перемещается по оси
шпинделя и позиционируется на заданной безопасной высоте над
поверхностью заготовки

Б. Инструмент выполняет развертывание с заданной подачей F до
запрограммированной глубины

В. Инструмент задерживается на дне просверленного отверстия, если
это было задано

Г. Затем система ЧПУ возвращает инструмент со подачей F на
безопасное расстояние и, если было задано, перемещает отсюда со подачей
FMAX на 2-е безопасное расстояние

Параметры цикла приведены на слайде

Цикл G84 (Слайды №13,14)

Ход цикла:

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

А. Система ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу FMAX на заданном безопасном расстоянии над поверхностью заготовки по оси шпинделя

Б. Инструмент сверлит с подачей сверления до достижения глубины

В. На дне просверленного отверстия инструмент задерживается, если это было задано, с вращающимся шпинделем до выхода из материала

Г. Затем ЧПУ ориентирует шпиндель на позицию, определенную параметром Q336

Д. Если выбран выход из материала, то система ЧПУ выходит из материала в заданном направлении на 0,2 мм (фиксированное значение)

Е. Затем ЧПУ перемещает инструмент с подачей обратного хода на безопасное расстояние и оттуда, если было задано, с FMAX на 2-е безопасное расстояние. Если Q214=0, то обратный ход осуществляется по стенке высверленного отверстия

Параметры цикла приведены на слайде

5. Закрепление нового материала.

Мы рассмотрели 5 циклов и их параметры. Сейчас за вашими компьютерами вы откроете презентацию и тренажер по системе ЧПУ Fanuc.

В презентации приведены задания для самостоятельной работы, в которых описаны параметры цикла, которые вам нужно внести в таблицы (слайды 6,9,12,15,18), а затем перенести в управляющие программы на тренажер

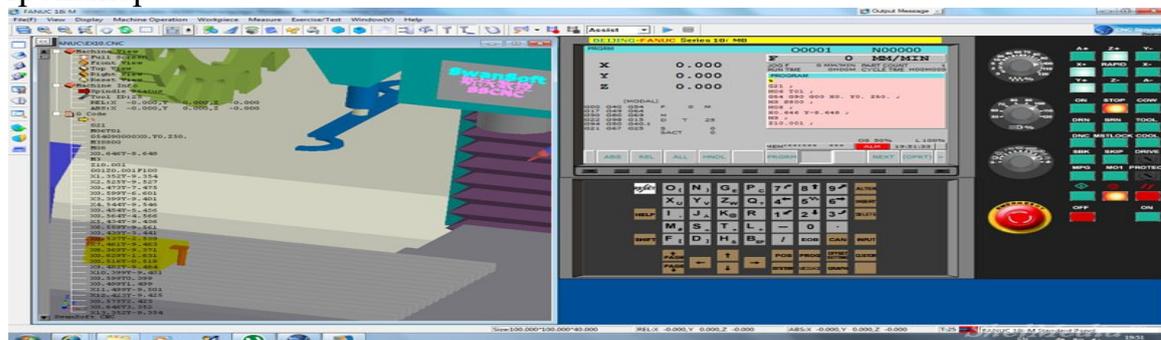


Рисунок 26 – Окно программы - тренажера Fanuc

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Выполняя задания, опирайтесь на теоретические сведения, приведенные в презентации.

Учащиеся самостоятельно выполняют задания по программированию цикловой обработки в систем ЧПУ Fanuc. Преподаватель контролирует правильность выполнения, отвечает на вопросы, возникающие у обучаемых и корректирует ошибки в программировании цикловой обработки в системе ЧПУ Fanuc.

6. Заключительная часть

Проводит опрос обучаемых по изученному материалу по контрольным вопросам, приведенным в презентации (**Слайд №16**)

1. Что такое сверление?
2. Какие инструменты применяются для сверления?
3. Какие циклы обработки отверстий предусмотрены в ЧПУ Fanuc?
4. Чем отличается G81 и G82 циклы обработки отверстий предусмотрены в ЧПУ Fanuc?
5. Назовите основные параметры циклов обработки отверстий ЧПУ Fanuc.

Учащиеся отвечают на вопросы, а преподаватель слушает и анализирует ответы и при необходимости поправляет учащихся. Учащиеся делают поправки в таблицах и в цикловом программировании на программах – тренажерах Fanuc.

Преподаватель делает заключение и выводы по проведенному уроку и диктует домашнее задание по изучению циклов сверлильной обработки в системе ЧПУ Fanuc.

Таблица 33 -Вопросы для актуализации опорных знаний и предполагаемые ответы обучаемых

Вопрос преподавателя	Предполагаемый ответ обучаемого
1. Какие функции, закладываются в программный код ЧПУ?	Основные функции (G) и вспомогательные функции (M)
2. Для чего предназначены G-функции?	G функция предназначена для задания параметров обработки управляющих программ
3. Для чего предназначены M-функции?	Функция M предназначена для программирования вспомогательных передвижений рабочих органов станка
4. Как располагаются программные оси на станках с ЧПУ?	Ось Z располагается по оси инструмента или оси станка, Ось X – перпендикулярно оси Z и вверх, ось Y расположена в стороны от оператора
5. Каким образом в программном коде задается тип и направление оси?	Тип оси задается функциями G17, G18, G19, а направления с помощью знаков плюс или минус

Таблица 34-Деятельность обучаемых по слайдам презентации

№ Слайда	Деятельность обучаемых
1	Переписывают в тетради с первого слайда тему урока
2	С помощью слайда №2 актуализируют понятие Сверление
3	Переписывают в тетради со слайда №3 название и расшифровку циклов обработки отверстий в системе Fanuc
4	Переписывают в тетради ход цикла G81 стандартный цикл сверления отверстия в системе ЧПУ Fanuc
5	Переписывают в тетради основные параметры цикла G81 стандартный цикл сверления отверстия в системе ЧПУ Fanuc
6	Выполняют задание, в котором предлагается записать в таблицу параметры цикла G81
7	Переписывают в тетради ход цикла G82 сверление с выдержкой отверстий с выдержкой в системе ЧПУ Fanuc
8	Переписывают в тетради основные параметры цикла G82 сверление отверстий с выдержкой в системе ЧПУ Fanuc
9	Выполняют задание, в котором предлагается записать в таблицу параметры цикла G82
10	Переписывают в тетради ход цикла G83 прерывистое сверление отверстий в системе ЧПУ Fanuc
11	Переписывают в тетради основные параметры цикла G83 прерывистое сверление отверстий в системе ЧПУ Fanuc
12	Выполняют задание, в котором предлагается записать в таблицу параметры цикла G83
13	Переписывают в тетради ход цикла G84 нарезание резьбы в системе ЧПУ Fanuc
14	Переписывают в тетради основные параметры цикла G84 нарезание резьбы в системе ЧПУ Fanuc
15	Выполняют задание, в котором предлагается записать в таблицу параметры цикла G84

**Контрольные вопросы по теме: «Программирование сверлильной
обработка на станках с ЧПУ»**

1. Что такое сверление?
2. Какие инструменты применяются для сверления?
3. Какие циклы обработки отверстий предусмотрены в ЧПУ Fanuc?
4. Чем отличается G81 и G82 циклы обработки отверстий предусмотрены в ЧПУ Fanuc?
5. Назовите основные параметры циклов обработки отверстий ЧПУ Fanuc.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проектирования внесены изменения в базовый технологический процесс, применено другое оборудование, технологическая оснастка, режущий инструмент. Вместо универсальных станков применены многоцелевые станки с ЧПУ. Известно, что один станок с ЧПУ позволяет высвободить 3 – 4 станочника. Также применение этих станков позволяет применить многостаночное обслуживание, что повышает экономическую эффективность технологического процесса. Сокращение количества станков привело к понижению затрат на электроэнергию. При проектировании соблюдены нормы техники безопасности.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 2006. 650 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. Т.1. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2012. 736с.
3. Балабанов А.Н. «Краткий справочник технолога - машиностроителя», М. «Издательство станков» 2012.
4. Бородина Н.В., Горонович М.В., Фейгина М.И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос.гос.проф.-пед. ун-та, 2002. 260с.
5. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2009. – 303 с., ил.
6. Добрыднев И.С. «Курсовое проектирование по предмету по технологии машиностроения», Москва. Машиностроения 1985г.
7. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. 169 с.
8. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов/Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. – М.: Машиностроение, 2009. 288 с.
9. Мурахтанова Н.М. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 1201, 1202) – Тольятти: ТолПи, 2000.
10. Обработка металлов резанием: Справочник технолога /А.А.Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 2008. 736 с.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

11.Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущем станке. В 2 ч. М.: Машиностроение, 2004. 416с.

12.Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание на металлорежущих станках. М.: Экономика, 2008. 366с.

13.Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. М.: Машиностроение, 2004. 136с.

14.Овумян Г.Г., Адам Я.И. Справочник зубореза – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2003. 223 с.

15.Основы технологии машиностроения. Под ред. В. С. Корсакова. Изд. 3-е, доп. и перераб. Учебник для вузов. М., “Машиностроение”, 1997, 416 с.

16.Охрана труда в машиностроении. Учебник для машиностроительных вузов. Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев под ред. Е.Я. Юдина 2-е изд. перероб. и доп. М.: Машиностроение, 2003. 432с.

17. «Основы резания материалов и режущий инструмент»: Учебник для машиностроит. спец. вузов. / Под ред. П. И. Ящерицын. – Мн.: Выш. школа, 1981г. – 560с.

18.Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 2010. 400 с.

19. «Проектирование заготовок» Методическое пособие к курсовой работе по Проектированию заготовок для студентов 3 курса специальности 1201 / В. М. Боровков – Тольятти ТолПИИ 1996г.

20. «Производство заготовок в машиностроении» / Под общей ред. М. Г. Адоньшен, М. В. Магницкая – Л.: «Машиностроение», 1987г. – 325с.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

21.«Пути совершенствования металлорежущего инструмента» / Под общей ред. В. Н. Андреев НииМаш, Москва, 1972г. – 100с.

22.Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. М.: Машиностроение, 2012. 408 с.

23.Справочник технолога-машиностроителя. В2-х т. Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд., переаб. и доп. – М.: Машиностроение, 2006. 656с.

24.Сорокин В.Г. «Марочник сталей и сплавов», М.: Машиностроение, 1989.

25.Справочник технолога-машиностроителя. В2-х т. Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд., переаб. и доп. – М.: Машиностроение, 2006. 496с.

26.Справочник нормировщика-машиностроителя/ Под ред. Е. И. Стружестрах – М.: Машиностроение, 1961, 638 с.

27.Справочник металлиста. Под ред. Рахштадта А.Г., Брострема В. А., Москва, 1987 г.

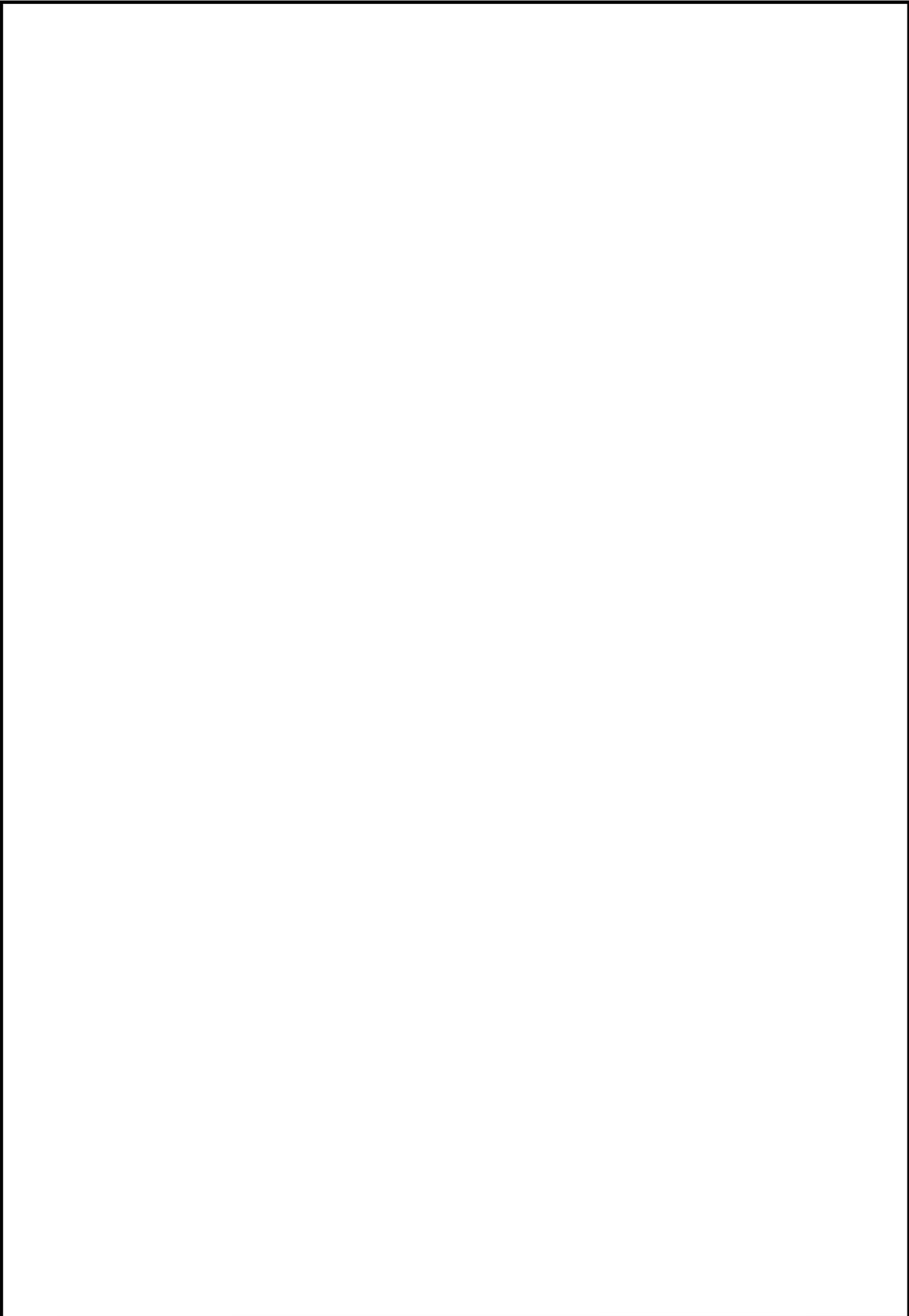
28.Станочные приспособления: Справочник, В 2-х т. /Ред. совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 1 /Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова, 2004. 592 с., ил.

29.Станочные приспособления: Справочник, В 2-х т. /Ред. совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 2 /Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского, 2004. 656 с., ил.

30. «Справочник по машиностроительному черчению» / Под общей ред. В. А. Федоренко, Л.: «Машиностроение», 1976г. – 336с.

31.Технико-экономические расчеты в выпускных квалификационных работ (дипломных проектах): Учебн. Пособие / Авт.-сост. Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. 66 с.

					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
						105
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

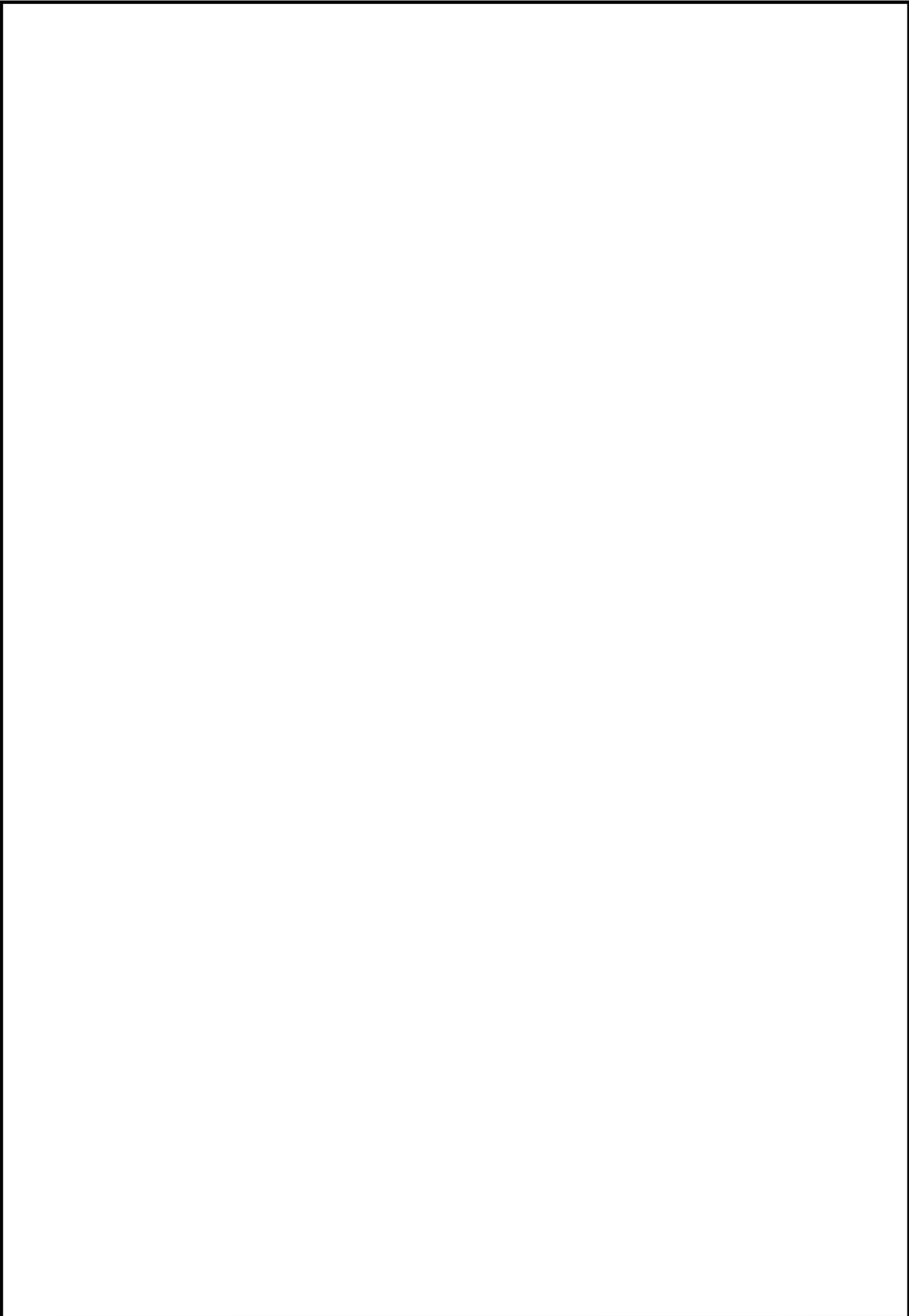


					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Перечень графического материала

	Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Приложение
1.	Чертеж детали «Корпус прессы»	ДП 44.03.04.743.01	A1	
2.	Чертеж заготовки	ДП 44.03.04.743.02	A1	
3.	Технологические операционные эскизы	ДП 44.03.04.743.03 ДП 44.03.04.743.04 ДП 44.03.04.743.05	A1	Плакаты
4.	Фрагмент управляющей программы	ДП 051000.62.695.06	A1	Плакат
5.	Экономическое обоснование	ДП 051000.62.695.07	A1	Плакат



					ДП 44.03.04.743 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108