

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект выполнен на 109 листах, содержит 15 рисунков, 16 слайдов, 25 таблиц, 29 источников литературы, а также три приложения.

Ключевые слова: КРЫШКА ПРИВОДА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОЦ С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ПЕРСПЕКТИВНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН, ПЛАН УЧЕБНОГО ЗАНЯТИЯ, ОПЕРАТОР ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ С ЧПУ.

Разработка технологического процесса механической обработки в условиях среднесерийного производства достигается за счёт применения современного обрабатывающего центра с ЧПУ и прогрессивного режущего инструмента.

Выбраны элементы режима резания для всех операций, выполняемых на обрабатывающем центре с ЧПУ. Посчитаны нормы времени на изготовление одной детали.

Составлен фрагмент управляющей программы.

В экономической части дипломного проекта, приведены технико-экономические показатели проекта.

Разработано занятие для повышения квалификации операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.628 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Коротченя А. А.			Разработка технологического процесса механической обработки детали «Крышка привода»	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Суриков В. П.					1	109
Н. Контр.		Суриков В. П.				ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-504		
Утв.		Гузанов Б. Н.						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	5
1.1. Служебное назначение и технологическая характеристика детали.....	5
1.1.1. Служебное назначение и описание конструкции детали	5
1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	6
1.1.3. Характеристика материала детали.....	7
1.1.4. Определение серийности производства.....	8
1.2. Разработка технологии изготовления детали.....	10
1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода её получения.....	10
1.2.2. Выбор технологических баз	12
1.2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	14
1.2.5 Выбор средств технологического оснащения.....	16
1.2.5.1 Выбор и описание оборудования.....	18
1.2.4.2. Выбор и описание металлорежущего инструмента.....	22
1.2.4.3. Описание конструкции приспособления (Установ А).....	24
1.3. Технологические расчеты.....	25
1.3.1. Расчет припусков	25
1.3.2. Табличный метод расчета припусков.....	29
1.3.3. Расчет точности обработки.....	31
1.3.4. Расчет элементов режима резания.....	34
1.3.5. Расчет технических норм времени.....	39
1.4. Силовой расчет зажимного приспособления.....	44
1.5. Фрагмент управляющей программы	47
2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	53
2.1. Определение капитальных вложений.....	53
2.2. Расчет технологической себестоимости.....	55
2.3. Анализ уровня технологии производства.....	66

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

2.4. Определение экономических показателей.....	68
2.5. Коэффициент загрузки оборудования.....	69
3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	71
3.1. Анализ профессионального стандарта	72
3.2. Анализ учебного плана и программы переподготовки по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»	76
3.3. Разработка методики и методического обеспечения занятия по теме «Программирование процесса обработки металлоизделий с применением вложенных циклов»	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	91
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Перечень листов графических документов.....	94
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Комплект слайдов(16шт).	95
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Технологическая документация.....	103

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение как важнейшая отрасль промышленности сохраняет свою ведущую роль, и на ближайшие годы будет определять темпы перевооружения новой техникой все отрасли народного хозяйства и промышленности. Ведущую роль в машиностроении играет станкостроительная промышленность, производящая средства производства для машиностроительных заводов.

Совершенствование технологических методов изготовления машин имеет при этом первостепенное значение. Качество машины, надежность, долговечность и экономичность эксплуатации зависят не только от совершенства ее конструкции, но и от технологии производства. Применение прогрессивных высокопроизводительных методов обработки, обеспечивающих высокую точность и качество поверхностей, повышающих ресурс работы деталей и машин в целом, эффективное использование современных автоматических линий и поточных форм организации и экономики производственных процессов — все это направлено на решение главных задач, повышение эффективности производства и качества продукции.

Целями дипломного проекта являются :

разработка технологического процесса изготовления детали «Крышка привода».

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- спроектировать технологический процесс изготовления детали;
- выбрать технологическое оснащение разработанной технологии изготовления детали;
- рассчитать экономические показатели;
- рассмотреть вопросы подготовки рабочих с учетом профессиональных стандартов на предприятии АО «Уралгидромаш».
- разработать методику и выбрать средства методического обеспечения теоретического занятия.

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Служебное назначение и технологическая характеристика детали

1.1.1. Служебное назначение и описание конструкции детали

Деталь «Крышка привода» изготавливается из легированной стали марки 40Х ГОСТ 4543-71 и входит в состав привода изменения мощности гидронасоса, предназначена для опоры подшипников валов редуктора и защиты элементов от грязи и механических повреждений. Крышка имеет 4 отверстия для установки опорных подшипников валов редуктора. Крепление крышки к корпусу редуктора производится винтами через отверстия $\varnothing 13$ мм. Для закрепления защитных крышек на корпусе детали имеются отверстия $\varnothing 6 - \varnothing 8$ мм. Допускается неперпендикулярность осей отверстий к плоскости К не более 0.05 на длине 300мм.

В процессе работы на крышку действуют постоянные нагрузки, поэтому к материалу детали предъявляют жесткие требования по прочности и износостойкости.

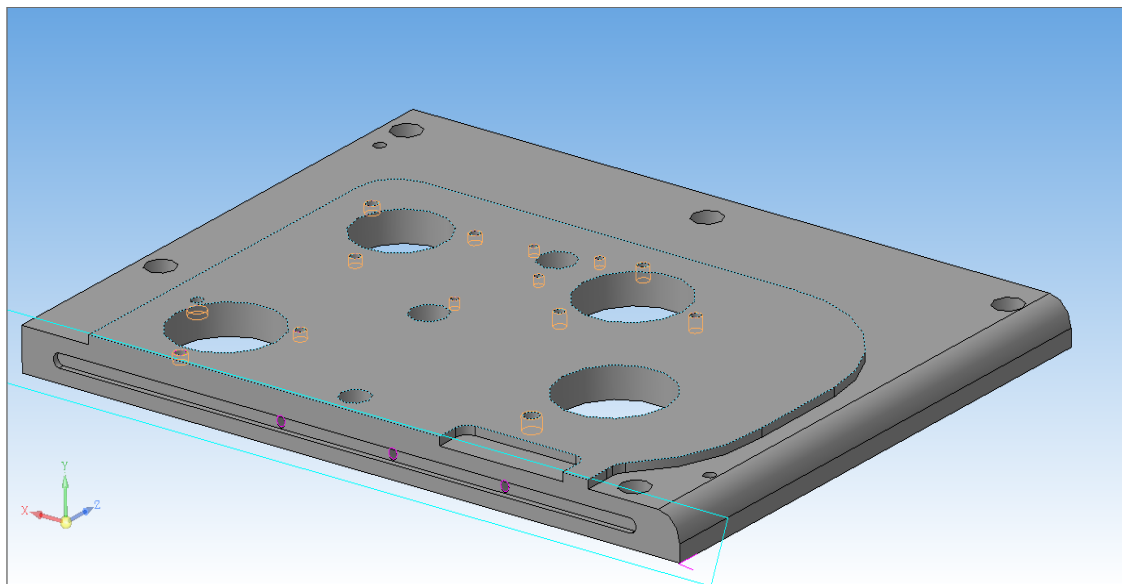


Рисунок 1 – 3D модель детали «Крышка привода»

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Проведем технологический анализ конструкции детали с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства.

Деталь представляет собой крышку, имеющую точные отверстия $\varnothing 72H7$, $\varnothing 75H7$, $\varnothing 62H7$, $\varnothing 25H9$. Для закрепления на корпусе редуктора деталь имеет ряд сквозных отверстий. Для облегчения сборки деталь имеет отверстия под штифты 8x40 ГОСТ 3129-70. Форма детали является простой и не имеет сложных поверхностей. Не технологичным в конструкции детали является наличие сквозных отверстий под углом 30° в пазу на торце детали, глухих резьбовых отверстий М8x1,25-14Н и М6x1-14Н, при обработке которых может наблюдаться поломка метчиков, имеющих небольшое поперечное сечение, а также появляются трудности в извлечении стружки из обработанных отверстий.

Деталь имеет хорошие базовые поверхности для первоначальных операций и позволяет проводить обработку с помощью специальных приспособлений и инструмента.

Конструкция детали допускает обработку плоскостей на проход. Основные отверстия расположены перпендикулярно базовой плоскости.

Деталь требует точной обработки отверстий, и их межосевого размещения, максимальный kvalitet обработки JT14/2, максимальный параметр шероховатости поверхности $Ra=5\text{мкм}$.

В целом, конструкцию детали можно считать технологичной. Об этом свидетельствует применяемость стандартизированных обрабатываемых поверхностей, достигнутая за счёт использования стандартного инструмента в большинстве операций. Максимальная точность и шероховатость обрабатываемых поверхностей невысокая.

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

1.1.3. Характеристика материала детали

Деталь «Крышка привода» изготавливается из легированной стали марки 40Х ГОСТ 4543-71. Назначение стали 40Х – изготовление осей, валов, плунжеров, штоков, зубчатые венцы, болты, шпильки и другие улучшаемые детали повышенной прочности. Химический состав стали 40Х приведен в таблице 1, а механические свойства – в таблице 2.

Таблица 1 - Химический состав стали 40Х (ГОСТ 4543-71), %

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr
			не более			
0,36-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	0,0235	0,035	0,30	0,80-1,10

Таблица 2 - Механические свойства стали 40Х (ГОСТ 4543-71)

σ_T , МПа	σ_B , МПа	σ_s , %	ψ , %	α_H , Дж/см ²	НВ
780	980	10	45	59	180

Технологические свойства стали 40Х:

- температура ковки С°: начала 1250, конца 800, сечения до 350мм охлаждаются на воздухе.
- свариваемость - трудносвариваемая
- флокеночувствительность - чувствительна
- склонность к отпускной хрупкости – склонна.

Данная сталь оптимально подходит для изготовления детали «Крышка привода».

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1.1.4. Определение серийности производства

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций Кз.о. определяемого по формуле [2, с. 19]:

$$Кз.о. = \frac{\sum O}{\sum P},$$

где $\sum O$ - суммарное число различных операций;

$\sum P$ – общее число рабочих.

Определим годовую программу выпуска по [6, с. 33 табл. 3.4], при массе детали $m_d=21,64$ кг и для крупносерийного производства примем $N=1000$ шт.

Располагая данными о штучном времени определим количество станков [2, с. 20]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н}},$$

где F_d - действительный годовой фонд времени примем $F_d=3919$ ч [2, с. 22 табл. 2.1];

$\eta_{з.н.}=0,75$ - нормативный коэффициент загрузки [2, с. 21].

Установим число рабочих мест P округляя в большую сторону m_p .

Фактический коэффициент загрузки, $\eta_{з.ф.}$ по формуле [2, с. 20]:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}$$

Определим количество операций по формуле [2, с. 20]:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}$$

Для операции 005 Вертикально-фрезерная:

$$m_p = \frac{1000 \cdot 5,18}{60 \cdot 3919 \cdot 0,75} = 0,028 \quad \eta_{з.ф.} = \frac{0,028}{1} = 0,028 \quad O = \frac{0,75}{0,028} = 26,7$$

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1.2. Разработка технологии изготовления детали

1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода её получения

В качестве заготовки в проектируемом варианте примем штамповку на ГКМ. По форме и конфигурации заготовка будет напоминать готовую деталь.

По содержанию углерода и легирующих элементов сталь 40Х относится к группе сталей М2. По соотношению объёма детали к объёму элементарной фигуры в которую вписывается наша деталь $V_{ДЕТ}/V_{ЗАГ}=409731/433440=0,945$ степень сложности С-1. Класс точности поковки Т4.

Определим массу поковки по [6, с. 48]:

$$K_p=1,3.$$

Тогда:

$$m_{np} = 21,64 \cdot 1,3 = 28,13 \text{ кг}$$

Исходный индекс равен 12.

Сравним два метода получения заготовки: штамповка и прокат.

Исходные данные для расчёта приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные для сравнения вариантов заготовки

Общие исходные данные	Наименование показателей	1-й вариант	2-й вариант
Материал детали Сталь 40Х	Вид заготовки	Штамповка	Прокат
Масса детали $m_0 = 21,64 \text{ кг}$	Степень сложности	С-1	-
Годовая программа N=1000 шт	Группа стали	М2	-
Тип производства среднесерийное	Исходный индекс	12	-
	Масса заготовки	28,13	35,12
	Стоимость одной тонны заготовки	71428,5	68500
	Стоимость одной тонны стружки	9500	9500
	Коэффициент использования материала	0,769	0,616

Определим стоимость заготовки по формуле [6, с. 63]:

$$C_3 = M \cdot C_M - M_O \cdot C_O + C_{з.ч.} \cdot T_{шт} \cdot \left(1 + \frac{C_{ц.}}{100}\right),$$

где M-масса исходного материала на одну заготовку, кг.;

C_M - оптовая цена на материал,руб.;

M_O – масса отходов материала, кг.;

C_O – цена 1кг. отходов, руб.;

$C_{з.ч.}$ – средняя часовая зарплата, руб.;

$T_{шт}$ – штучное время черновой обработки детали, мин.;

$C_{ц.}$ – цеховые накладные расходы, примем 90%.

C_3 для первого варианта:

$$C_3 = 28,13 \cdot 1,81 - 6,49 \cdot 0,94 + 61,8 \cdot 1,65 \cdot \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 2000 \text{руб}$$

C_3 для второго варианта:

$$C_3 = 35,12 \cdot 1,65 - 13,48 \cdot 0,94 + 60,5 \cdot 2,05 \cdot \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 2420,30 \text{руб}$$

Годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_3 = (C'' - C') \cdot N = (2420,3 - 2000) \cdot 1000 = 420,300 \text{руб.}$$

Как видно из расчётов 1-й вариант получения заготовки экономически обоснован.

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1.2.2. Выбор технологических баз

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборке и обработке заготовок на станках.

Выделяют основные и вспомогательные базы, черновые и чистовые базы.

К основным технологическим базам относят правую плоскость, и паз шириной 8мм.

К вспомогательным базам относят отверстия $\varnothing 25H9$, $\varnothing 62H7$, $\varnothing 72H7$, $\varnothing 75H7$.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, когда отсутствуют обработанные плоскости.

В нашем случае черновой базой будет нижняя плоскость **A** (лишает деталь трёх степеней свободы – одного перемещения и двух вращений) и поверхность **B** (лишает деталь двух степеней свободы – одного перемещения и одного вращения). Таким образом, базирование не полное. Схема чернового базирования показана на рисунке 2.

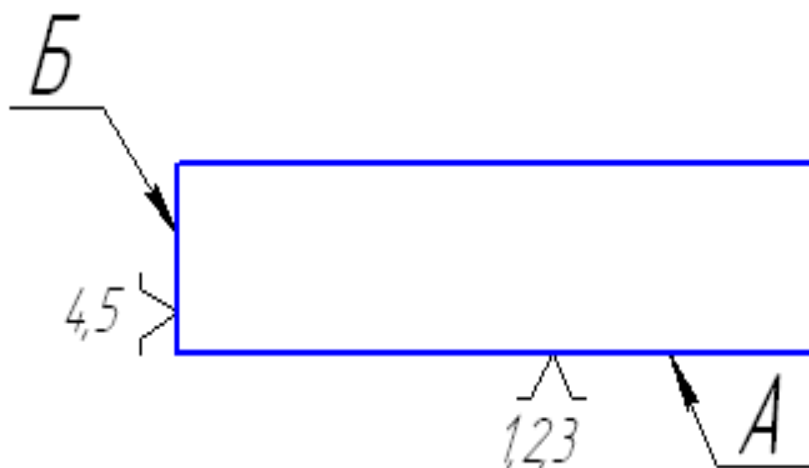


Рисунок 2 – Схема чернового базирования детали

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при чистовой обработке поверхностей.

Для базирования заготовок по обработанной плоскости и отверстиям применяют установочные пальцы. В случае применения двух установочных пальцев при базировании по плоскости и двум перпендикулярным ей отверстиям один из установочных пальцев берут цилиндрический, а второй — срезанный в направлении, перпендикулярном к линии центров посадочных отверстий. При базировании заготовки по плоскости и параллельному ей отверстию установочный палец также делают срезанным. Применение среза на одном из установочных пальцев дает дополнительный зазор в посадочном отверстии заготовки в направлении линия центров, обычно необходимый для того, чтобы компенсировать допустимые отклонения в размере расстояния между центрами обоих отверстий в обрабатываемой заготовке.

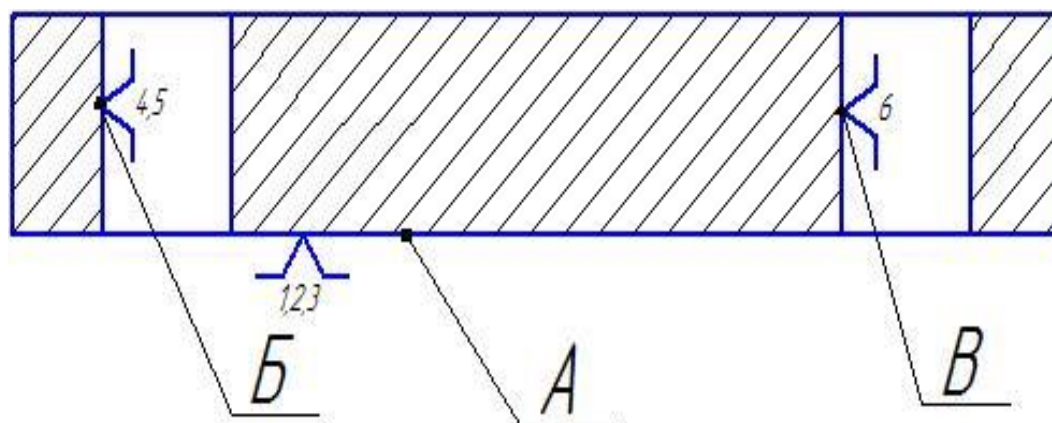


Рисунок 3—Схема чистового базирования детали

В нашем случае чистовыми базами являются поверхность **А** (лишает деталь трех степеней свободы — одного перемещения и двух вращений), поверхность **Б** (лишает деталь двух степеней свободы — одного перемещения и одного вращения) и поверхность **В** (лишает деталь одной степени подвижности — одного перемещения). Таким образом, базирование полное.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

13

1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от служебного назначения детали. На рисунке 4 укажем обрабатываемые поверхности и проанализируем методы их обработки. Проанализируем МОП с точки зрения экономической точности, а результаты занесем в таблицу 6.

В большинстве своем методы обработки в базовой технологии верны.

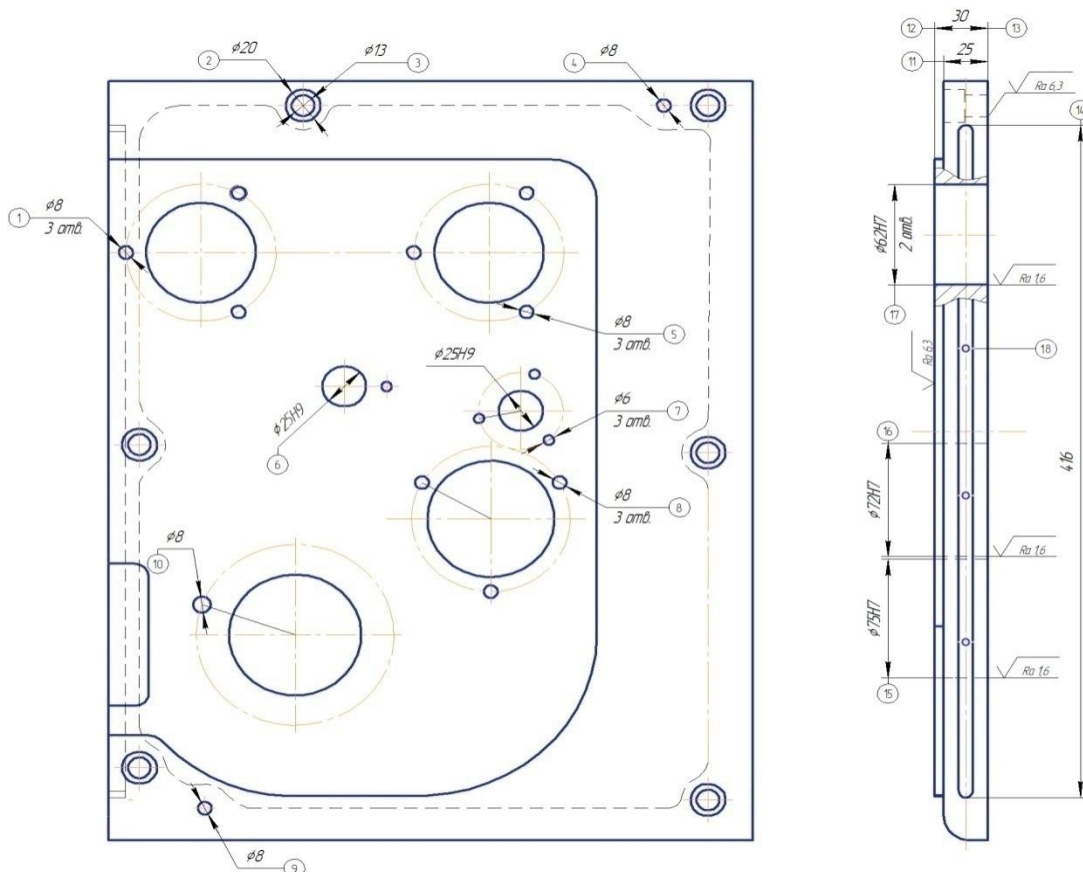


Рисунок 4 – Эскиз детали «Крышка привода»

Методы обработки будем выбирать по таблицам экономической точности [2, с.150табл. 3]:

- отверстия 1, 2, 4 – сверление и нарезание резьбы;
- отверстия 5, 7, 8 – сверление и нарезание резьбы;
- отверстие 6 – черновое, чистовое точение;
- отверстия 9, 10, 18 – сверление;
- поверхности 11, 12, 13 – фрезерование однократное;
- паз 14 – фрезерование однократное;
- отверстия 15, 16, 17 – черновое и чистовое точение.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

14

Таблица №5 (альбомная)

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						<i>15</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1.2.4. Разработка технологического маршрута механической обработки детали

Основными задачами обработки резанием является изготовление с заданной производительностью деталей требуемого качества из выбранных конструкторами материалов при минимально возможных производственных затратах. В зависимости от этих требований разрабатывается технологический процесс обработки, выбирается оборудование, режущий и мерительный инструмент.

Разработанный техпроцесс: маршрут обработки детали «Крышка привода», выбор оборудования показан в таблице 6.

Таблица 6 – Разработанный вариант технологического процесса

Установ	№ операции	Наименование операции	Оборудование
1	2	3	4
A	005	Вертикально-фрезерная. Фрезеровать верхнюю поверхность, выдерживая размер 31,4мм	Вертикально-фрезерный FSS450MRNC
		Сверлить отверстия $\varnothing 8H9$ по индикации, под штифты.	Вертикально-фрезерный FSS450MRNC
A	010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ. Фрезеровать боковые поверхности выдерживая размеры 365 x 470мм.	Вертикально-фрезерный ОЦ OKKVP 9000 – 5AX
		Фрезеровать нижнюю поверхность выдерживая размер 30мм.	Вертикально-фрезерный ОЦ OKK VP 9000 – 5AX

Продолжение Таблицы 6 – Разработанный вариант технологического процесса

Уста нов	№ опер ации	Наименование операции	Оборудование
		Фрезеровать паз на торце детали шириной 8мм, на длину 420мм.	Вертикально-фрезерный ОЦ ОКК VP 9000 – 5АХ
		Сверлить три отверстия $\varnothing 6$ под углом 30° в боковой поверхности детали.	Вертикально-фрезерный ОЦ ОКК VP 9000 – 5АХ
Б		Сверлить отверстия 5, $\varnothing 6, 7, \varnothing 8, 5, \varnothing 13 - \varnothing 20$ и $\varnothing 25$ мм,	Вертикально-фрезерный ОЦ ОКК VP 9000 – 5АХ
		Нарезать резьбу в отверстиях : $\varnothing 6$, $\varnothing 8$, $\varnothing 10$ мм	Вертикально-фрезерный ОЦ ОКК VP 9000 – 5АХ
		Расточить отв. $\varnothing 62H7$, $\varnothing 72H7$, $\varnothing 75H7$.	Вертикально-фрезерный ОЦ ОКК VP 9000 – 5АХ

1.2.5. Выбор средств технологического оснащения

1.2.5.1. Выбор и описание оборудования

Операция 005 – Вертикально-фрезерная

Станок вертикально-фрезерный с цифровой индикацией FSS450MRNC.



Рисунок 5 – Станок вертикально-фрезерный FSS450MRNC

Техническая характеристика станка FSS450MRNC

Размер рабочей поверхности стола, мм.	400 x 1600 (450 x 1800*)
Наибольшее продольное перемещение стола, мм.	1120
Поперечный ход стола, мм.	345 (крестового суппорта)
Наибольшее вертикальное перемещение стола, мм.	400 (550; 630*)
Количество Т-образных пазов	5
Диапазон частот вращения шпинделя, об./мин.	28 - 1400 (до 2240*)
Конус шпинделя	ISO-50
Диаметр переднего подшипника, мм.	100

Ход пиноли, мм.	90
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Нм	1850
Угол поворота вертикальной фрезерной головки в продольной плоскости, град. +/-	45
Число ступеней подач	18
Знаменатель геометрической прогрессии	1,25
Пределы рабочих подач, мм/мин	16 - 800
Вертикальные подачи стола, мм/мин	5 - 250
Скорость быстрых перемещений, м/мин (по вертикали)	3,15 (продольно, поперечно); 1,0
Масса FSS450MRNC заготовки, кг.	1500
Мощность привода главного движения, кВт	11 (15*)
Скорость подачи СОЖ, л/мин	10
Класс точности	Н
Напряжение питания, В	380
Габаритные размеры (LxVxH), мм.	3500 x 2920 x 2710
Масса, кг.	4700

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						19
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Операции 010 - Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Вертикально-фрезерный ОЦ ОККVP 9000 – 5AX



Рисунок 6 – Вертикально фрезерный ОЦ ОКК VP 9000 – 5AX

Техническая характеристика ОКК VP 9000 – 5AX:

Основные характеристики:

Размеры поворотного стола, мм.....800x630

Максимальная нагрузка на стол, кг.....500

Перемещение:

Ось X, мм.....820

Ось Y, мм.....1020

Ось Z, мм.....560

Ось A, рад.....+30-120

Ось C, град.....360

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Шпиндель:

Конус шпинделя ВТ 40
Частота вращения шпинделя, об/мин.....8-12000

Подачи:

Рабочая подача, мм/мин.....1 - 32000
Ось А, об/мин25
Ось С, об/мин.....50

Устройство автоматической смены инструмента:

Количество инструментом.....40

Двигатели:

Привод шпинделя, кВт5,5
Серводвигатели осей4,5

Деталь устанавливается в спец. приспособление.

Необходимый мерительный инструмент:

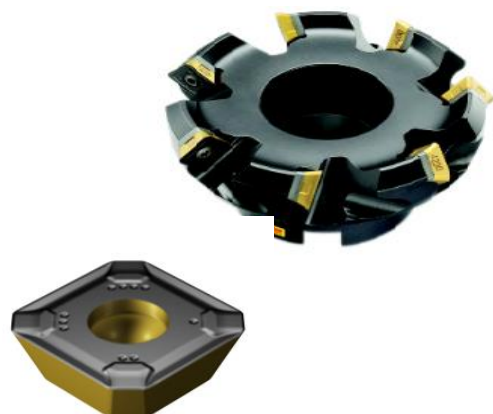
- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;
- штангенциркуль ШЦ-II-400-0,1 ГОСТ 166-89;
- ШЦ-I-125-0,1
- калибр цилиндрический гладкий;
- ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89,
- нутромер индикаторный;
- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89,
- шаблон на ширину.

1.2.4.2. Выбор и описание металлорежущего инструмента

Назначим инструмент на операции.

**Операции 005 Вертикально –фрезерная и
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ**

Фреза торцевая CoroMill 245 \varnothing 100мм со
сменными пластинами CoroMill245\HM4340



Операция 005 Вертикально – фрезерная

Сверло Coro Drill 460 \varnothing 8мм ,HSS – E



Операция 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Фреза

концевая \varnothing 30мм Coro Mill Plura для
высокоскоростной обработки, НМ



Фреза концевая Coro Mill Plura \varnothing 8мм для
высокоскоростной обработки, НМ



Сверло \varnothing 6 мм Karnasch Professional Tools с углом
заточки 180° для высокопроизводительного
сверления наклонных поверхностей с внутренним
подводом СОЖ / модель 22.0404, НМ



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

22

Сверла Coro Drill 460 : \varnothing 5 / \varnothing 6,7/ \varnothing 8,5мм, HSS - E



Сверла Coro Drill 870 со сменными головками:
 \varnothing 13, \varnothing 25H9мм, HSS - E



Метчики для нарезания резьбы в глухих
отверстиях Coro Tap 400:M6, M8, M10, HSS - E



Расточная головка для высокоточной обработки
Coro Bore 825 с пластинами Coro Turn 107, HM



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

23

1.2.4.3. Описание конструкции приспособления (Установ А)

Специальные приспособления (СП) используют для выполнения определенной операции при обработке конкретной детали, они являются одноцелевыми. При смене объекта производства такие приспособления, как правило, приходится списывать независимо от степени их физического износа. Эти приспособления трудоемки и дороги в изготовлении, и их изготавливают в единичном производстве, а применяют главным образом в крупносерийном и массовом производствах.

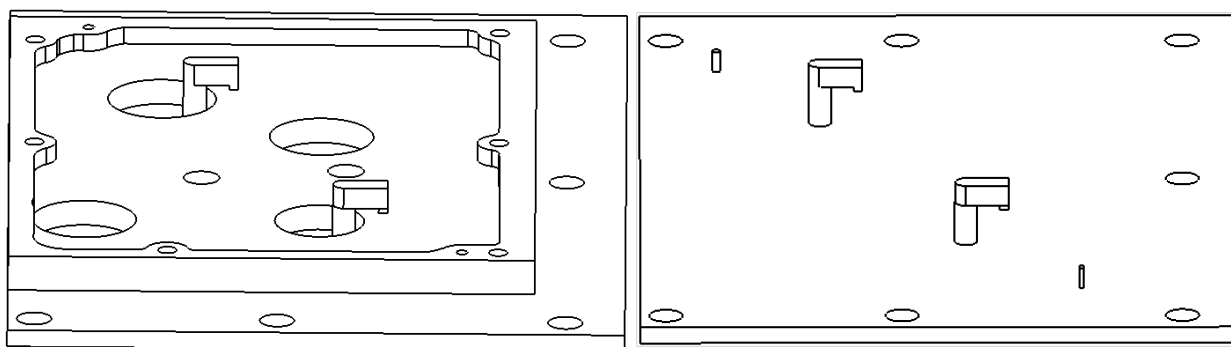


Рисунок 7 – Специальное приспособление для изготовления детали
« Крышка привода»

Данное приспособление состоит из:

- плита с отверстиями для установки на стол станка
- цилиндрический и ромбический пальцы диаметром 8мм
- пневмозажим

Основные требования, предъявляемые к таким приспособлениям, следующие: высокая точность и жесткость; полное базирование заготовок в приспособлении и самого приспособления на станке; возможность обработки максимального числа поверхностей с одного установа заготовки; быстрая переналадка и быстрота зажима-разжима заготовки.

1.3. Технологические расчеты

1.3.1. Расчет припусков

Заготовка-штамповка на ГКМ.

Материал – сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Масса заготовки – $m_3=28,13$ кг.

Точность штамповки – Т4.

Исходный индекс – 12.

Определим припуск на размер отверстия $\text{Ø}62\text{H}7(^{+0,030})$

Технологический маршрут обработки поверхности $\text{Ø}62\text{H}7(^{+0,030})$:

- точение черновое
- точение чистовое
- точение тонкое.

Определим элементы припуска [1, с. 186, табл.12; с. 188, табл. 25] и занесем их в таблицу 12.

Определим пространственные отклонения заготовки [2, с. 67, табл.4.

$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}$, где $\rho_{\text{см}}$ - смещение поверхностей, пример

$$\rho_{\text{см}} = 2,0 \text{ мм};$$

$\rho_{\text{кор}}$ - коробление поверхностей, определим по формуле

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta k \cdot \ell = 0,5 \cdot 16 = 0,08 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$\rho_3 = \sqrt{2^2 + 0,08^2} \approx 2,0 \text{ мм} = 2000 \text{ мкм}$$

Остаточные пространственные отклонения [2, с. 37]:

- после растачивания черногого: $\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3 = 0,05 \cdot 2000 = 100 \text{ мкм}$,

- после чистового растачивания: $\rho_2 = 0,02 \cdot \rho_3 = 0,02 \cdot 2000 = 40 \text{ мкм}$

Погрешность установки определим по [2, с. 75, табл. 4.10] и занесем в таблицу 12.

Расчетный минимальный припуск определим по формуле и занесем в таблицу 12.

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

$$2 \cdot Z_{0\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}),$$

Графу D_p заполняем, начиная с последнего (чертежного) размера путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого перехода.

Графу D_{min} получаем по расчетным размерам, округленным до точности допуска перехода.

Графу D_{max} определим путем сложения допусков к минимальным размерам D_{min} .

Результаты занесем в таблицу 12.

Определим минимальные значения припусков по формуле

$$Z_{\min}^{np} = D_{\min i}^{np} - D_{\min i-1}^{np},$$

а максимальные значения припусков определим по формуле:

$$Z_{\max}^{np} = D_{\max}^{np} - D_{\max i-1}^{np},$$

Результаты вычислений занесем в таблицу 12.

Общий номинальный припуск:

$$2 \cdot Z_{\text{оном}} = 2 \cdot Z_{\text{оmin}} + \frac{\sigma_3}{2} - \sigma_3 = 4,030 + \frac{2,0}{2} - 0,030 = 5,0 \text{ мм.}$$

Произведем проверку правильности вычислений по формуле:

$$Z_{\max i}^{np} - Z_{\min i}^{np} = \sigma_{i-1} - \sigma_i,$$

$$0,228 - 0,184 = 0,074 - 0,030 = 0,044 \text{ мм}$$

$$0,422 - 0,196 = 0,30 - 0,074 = 0,226 \text{ мм}$$

$$5,35 - 3,65 = 2,0 - 0,30 = 1,70 \text{ мм.}$$

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

1.3.2. Табличный метод расчета припусков

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		27

На остальные поверхности детали (см. рис. 6) припуски определим по [6, с. 52-55, табл. 3.9 и 3.10], а результаты занесем в таблицу 13.

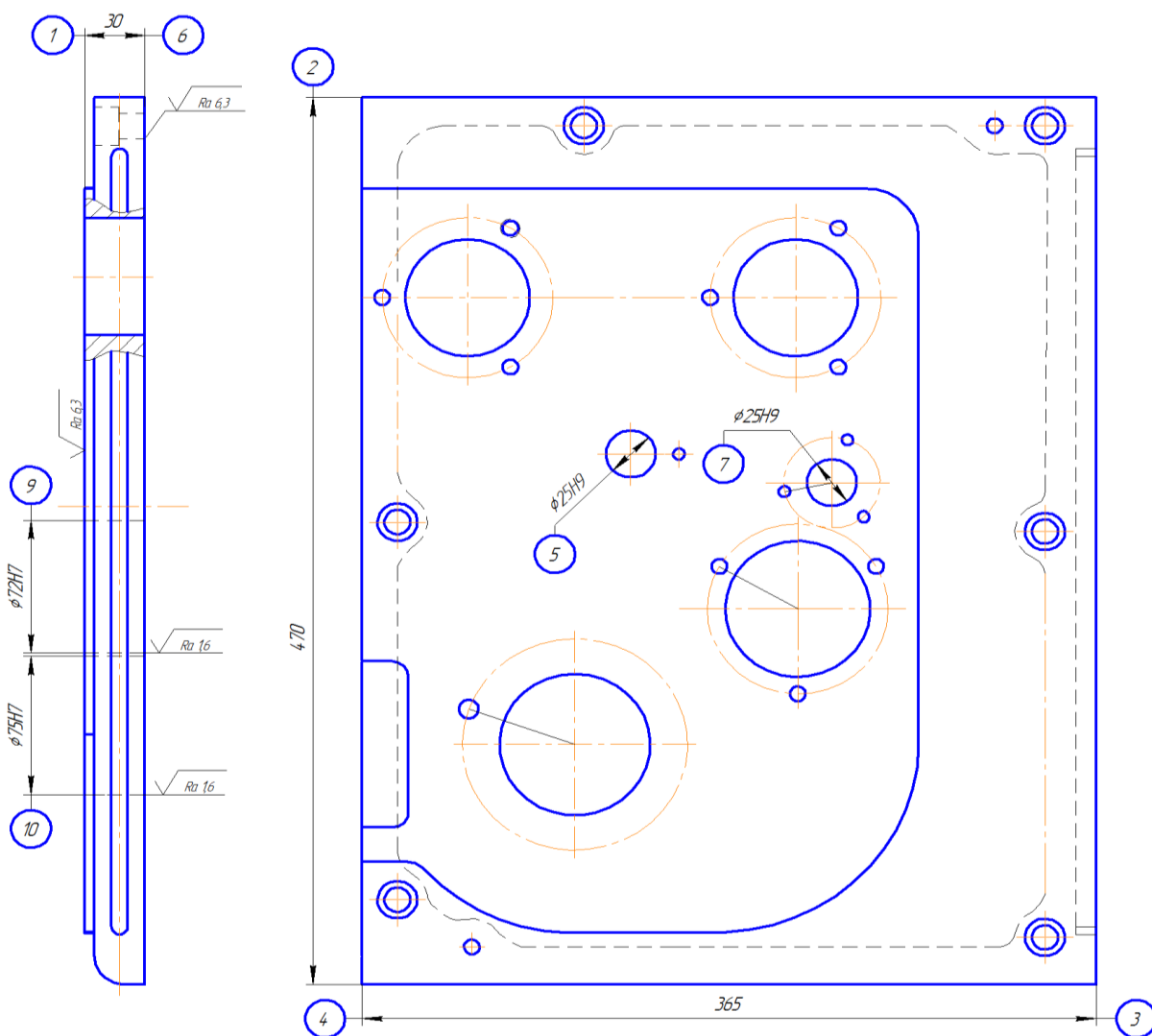


Рисунок 8 - Эскиз детали «Крышка»

Таблица 8 - Припуски и допуски на обработку

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

28

Технологические переходы	Поверхность	Припуск, мм	Размер, мм	Отклонения	
				ВО	НО
Заготовка-штамповка	1	2,7	35,4	+1,0	-0,7
	2	2,7	475,4	+2,6	-1,5
	3	2,7	368,4	+2,6	-1,5
	4	2,7	368,4	+2,6	-1,5
	5	2,7	22,0	+1,0	-0,7
	6	2,7	33,4	+1,0	-0,7
	7	2,7	22,0	+1,0	-0,7
	9	3,0	66,0	+0,8	-1,2
	10	3,0	69,0	+0,8	-1,2
	Фрезерование	1	2,7	30	+0
2		2,7	470	+0	-1,55
3		2,7	365	+0	-1,4
4		2,7	365	+0	-1,4
6		2,7	30	+0	-0,52
Сверление	11	3	6	+0,5	-0
	5	1,5	25	+0,052	-0
	7	1,5	25	+0,052	-0
					-0
Растачивание черновое	9	2,7	71,4	+0,30	-0
	10	2,7	71,4	+0,30	-0
Растачивание получистовое	9	0,2	71,8	+0,074	-0
	10	0,2	74,8	+0,074	-0
Растачивание чистовое	9	0,1	72	+0,03	-0
	10	0,1	75	+0,03	-0

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

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

29

1.3.3. Расчет точности обработки

Самой точной является операция 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ, в которой растачивается отверстие $\varnothing 62H7$.

Погрешность, возникающая в результате упругих деформаций:

$$\Delta Y = W \cdot (\rho_{y_{\max}} - \rho_{y_{\min}}), \text{ где } W - \text{ податливость системы.}$$

Для вертикально – фрезерного ОЦ $W = 22,5$ мкм [1, с. 33].

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

$$\rho_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ где } t - \text{ глубина резания, } t = 0,10 \text{ мм;}$$

S_0 - подача оборотная, примем $S_0 = 0,12$ мм/об [4, с. 271];

V - скорость резания, примем $V = 160$ м/с [4, с. 275];

K_p – поправочный коэффициент, примем $K_p = 1,0$ [4, с. 263-269].

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

$$C_p = 2,43; \quad X = 1,0; \quad y = 0,75; \quad n = -0,3.$$

Глубина резания колеблется, т.к. задана точность по девятому качеству, то найдем отклонение на глубину резания $T_{d/2} = 0,074$ мм, т.е.

$$t_{\min} = 0,11 \text{ мм, } t_{\max} = 0,147 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$\rho_{y_{\min}} = 2,43 \cdot 0,11^{1,0} \cdot 0,12^{0,75} \cdot 160^{-0,3} \cdot 1 = 0,01H$$

$$\rho_{y_{\max}} = 2,43 \cdot 0,147^{1,0} \cdot 0,12^{0,75} \cdot 160^{-0,3} \cdot 1 = 0,012H$$

Тогда:

$$\Delta y = 22,5 \cdot (0,012 - 0,01) = 0,03 \text{ мкм}$$

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Погрешность настройки на размер определим по формуле:

$$\Delta_H = \frac{K_{И} \cdot \Delta_{ИЗМ}}{2}, \text{ где } K_{ИЗМ} - \text{коэффициент учитывающий отклонение}$$

закона распределения величины $\Delta_{ИЗМ}$ от нормального закона распределения [1, с. 71].

Для заданных условий обработки [3, с. 71-73]: $\Delta_{ИЗМ}=12\text{мкм}$.

Тогда:

$$\Delta_H = \frac{1 \cdot 12}{2} = 6\text{мкм}$$

Погрешность обработки, вызываемая размерным износом пластины:

$$\Delta U = \frac{L}{1000} \cdot U_0, \text{ где } L - \text{длина пути резания;}$$

$$L = \frac{\pi \cdot d \cdot l}{1000 \cdot S} \cdot N = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 16 \cdot 256}{1000 \cdot 0,12} = 3215\text{мм}, \text{ где } U_0 = 3\text{мкм/км} -$$

относительный размер износа пластин Coro Turn 107 по [1, с.74табл.29].

Тогда:

$$\Delta U = \frac{3215 \cdot 3}{1000} = 1,1\text{мкм}$$

Погрешность формы, вызываемую геометрическими неточностями станка [1, с. 57 табл. 23]: $\Delta_{СТ} = \frac{90 \cdot 1,5}{300} = 0,45\text{мкм}$

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

$$\Delta T = 0,15(\Delta u + \Delta n + \Delta i + \Delta c)$$

$$\Delta T = 0,15 \cdot (0,03 + 6 + 1,1 + 0,45) = 1,1\text{мкм}$$

Определим суммарную погрешность [6, с. 89]:

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

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

$$\Delta\Sigma = 2 \cdot \sqrt{0,03^2 + 6^2 + (1,73 \cdot 1,1)^2 + (1,73 \cdot 0,45)^2 + (1,73 \cdot 1,1)^2} = 18 \text{ мкм} = 0,018 \text{ мм}$$

Определим допустимую погрешность δ в зависимости от качества

[1, с.72 табл. 27]. Качество 7, размер 62 мм, тогда $\delta=0,030\text{мм}$

$\Delta\Sigma = 0,018\text{мм} < \delta = 0,030\text{мм}$ погрешность попадает в поле рассеивания размера.

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		32

1.3.4. Расчет элементов режима резания

Рассчитаем элементы режимы резания для операций

010 - Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Операция 010. Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Переход 1.Фрезеровать боковые поверхности, в размер 365x470мм.

- глубина резания $t=2,7$ мм;
- подача на зуб $S_z= 0,12$ мм/зуб [4, с. 283];
- число зубьев фрезы $Z=6$;
- ширина фрезерования $B=16$ мм;
- диаметр фрезы $D=30$ мм;
- стойкость фрезы $T=190$ мин [4, с. 290].

Скорость резания [4, с. 282]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

Определим коэффициент C_v и показатели степеней по [4, с. 286 табл. 39]:

$$C_v=155; q=0,25; x=0,1; y=0,4; u=0,15; p=0,1; m=0,2.$$

Поправочный коэффициент по [4, с. 261-269]:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{HV} = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,9$$

Тогда:

$$V = \frac{155 \cdot 150^{0,25}}{190^{0,2} \cdot 2,7^{0,1} \cdot 0,12^{0,4} \cdot 16^{0,15} \cdot 24^{0,1}} \cdot 0,9 = 181,7 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 181,7}{3,14 \cdot 150} = 385,9 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка примем $n=350$ об/мин

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Тогда:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 350}{1000} = 33 \text{ м / мин}$$

Определим силу резания [4, с. 282]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP},$$

Коэффициент C_p и показатели степеней определим по [4, с. 291 табл. 41]: $C_p=491$; $x=1,0$; $y=0,75$; $u=1,1$; $q=1,3$; $w=0,2$.

Поправочный коэффициент [4, с. 275]: $K_{MP}=1,0$

Тогда:

$$P_z = \frac{10 \cdot 491 \cdot 1,7^1 \cdot 0,12^{0,75} \cdot 60^{1,1} \cdot 6}{30^{1,3} \cdot 350^{0,2}} \cdot 1,0 = 3436 \text{ Н}$$

Мощность резания [4, с. 290]:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3436 \cdot 33}{1020 \cdot 60} = 1,85 \text{ кВт}$$

Мощность двигателя станка (по паспорту) $N_{дв}=5,5$ кВт.

Мощность станка $N_{ст}= N_{дв} \cdot \eta=5,5 \cdot 0,8=4,4$ кВт.

т.к. $N_{ст}=4,4$ кВт $> N_e=1,85$ кВт – станок выбран верно.

Операция 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Переход 6.Сверлить отверстия: 6 отв. $\varnothing 13$.

-глубина резания $t=6,5$ мм;

-подача обратная $S_o= 0,18$ мм/об [4, с. 283];

-стойкость сверла [4, с. 290].

- скорость резания [4,с. 276]:

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_o^y} \cdot K_v, \text{ где } T - \text{ период стойкости сверла, примем } T = 200 \text{ мин по}$$

[4, с. 279 табл. 30];

K_v – поправочный коэффициент, $K_v = 0,95$.

Определим коэффициент C_v и показатели степеней q, m, y , упо
[4, с. 278, табл. 28]: $C_v = 9,8; q = 0,40; y = 0,5; m = 0,20$.

Тогда:

$$V = \frac{9,8 \cdot 8^{0,4}}{32^{0,2} \cdot 0,18^{0,5}} \cdot 0,95 = 25,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Число оборотов шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 25,2}{3,14 \cdot 13} = 1003 \text{ об/мин.}$$

Примем $n = 1000$ об/мин.

Тогда:

$$V_{ст} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 13 \cdot 1000}{1000} = 25 \text{ м/мин.}$$

Позиция 3. Сверлить 2 отверстия $\text{Ø}25\text{H}9$.

- глубина резания $t = 12,5$ мм
- подача обратная $S_o = 0,20$ мм/об [4, с. 277, табл. 25],
- скорость резания [4, с. 276]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_o^y} \cdot K_v, \text{ где } T - \text{ период стойкости сверла, примем } T = 240 \text{ мин по}$$

[4, с. 279, табл. 30],

K_v – поправочный коэффициент, $K_v = 0,95$.

Определим коэффициент C_v и показатели степеней q, m, y , упо
[4, с. 278, табл. 28]: $C_v = 9,8; q = 0,40; y = 0,5; m = 0,20$.

Тогда:

$$V = \frac{9,8 \cdot 4,8^{0,4}}{240^{0,2} \cdot 0,20^{0,5}} \cdot 0,95 = 19,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Число оборотов шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 19,7}{3,14 \cdot 25} = 1310 \text{ об/мин.}$$

Примем:

$$n = 1200 \text{ об/мин.}$$

Тогда:

$$V_{ст} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 1200}{1000} = 18 \text{ м/мин.}$$

Переход 3. Цековать 6 отверстий Ø20.

- глубина резания $t = 3,5$ мм

- подача обратная $S_o = 0,8$ мм/об [4, с. 277, табл. 25],

- скорость резания [4, с. 276]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_o^y} \cdot K_v,$$

где T – период стойкости метчика, примем $T = 150$ мин по [4, с. 279, табл. 30],

K_v – поправочный коэффициент, $K_v = 0,95$.

Определим коэффициент C_v и показатели степеней q , m , y по [4, с. 278, табл. 28]: $C_v = 9,8$; $q = 0,40$; $y = 0,5$; $m = 0,20$.

Тогда:

$$V = \frac{9,8 \cdot 6^{0,4}}{150^{0,2} \cdot 0,8^{0,5}} \cdot 0,95 = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Число оборотов шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 9,8}{3,14 \cdot 6} = 517 \text{ об/мин.}$$

Примем $n = 500$ об/мин.

Тогда:

$$V_{ст} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 500}{1000} = 8 \text{ м/мин.}$$

Все остальные расчёты произведем аналогично, результаты занесем в таблицу 9.

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Таблица 9 - Элементы режима резания на операциях

Наименование операции, перехода	t, мм	S ₀ , мм/об	n, об/мин	V, м/мин
005 Вертикально-фрезерная Переход 1	2,7	0,24	764	180
Переход 2	4	0,18	2700	120
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Установ А Переход 1	2,7 2,7	0,30 0,30	1980 1980	200 200
Переход 2	2,6	0,32	820	180
Переход 3	4	0,20	2600	110
Переход 4	3	0,20	2400	100
Установ Б Переход 5 Переход 6 Переход 7,8,9	2,5 3,35 4,3	0,20 0,18 0,15	2400 2400 2200	120 120 120
Переход 10 Переход 11 Переход 12	1 1,25 1,5	0,15 0,15 0,15	2000 1800 1600	135 135 135
Переход 13 Переход 14 Переход 15	2,20 0,20 0,11	0,20 0,20 0,25	630 800 1000	395 395 395

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

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

37

1.3.5. Расчет технических норм времени

В среднесерийном производстве определяется норма штучно – калькуляционного времени [6, с. 99]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_o + t_v + t_{об} + t_{от},$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно заключительное время на операцию, мин.;

n – количество деталей в партии, $n = 165$ шт.;

t_o – основное (машинное) время, мин.;

t_v – вспомогательное время, мин.;

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

$t_{от}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Вспомогательное время:

$$T_v = t_{yc} + t_{з.о.} + t_{уп} + t_{изм},$$

где t_{yc} – время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{з.о.}$ – время на закрепление и открепление детали, мин.;

$t_{уп}$ – время на приемы управления, мин.;

$t_{изм}$ – время на измерение детали, мин.;

Время на обслуживание рабочего места:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг},$$

$t_{тех}$ – время на техническое обслуживание, мин.;

$t_{орг}$ – время на организационное обслуживание, мин.

Основное (машинное) время [6, с. 100]:

$$t_o = \frac{l}{S_M} \cdot i$$

l – расчетная длина, мм;

i – число рабочих ходов.

Расчетная длина [6, с.101]:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер}$$

l_o – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{вр}$ – величина врезания инструмента, мм;

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

$l_{пер}$ – величина перебега инструмента, мм.

Определим $T_{шт}$ на операции 010 - Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Переход 1. Фрезеровать боковые плоскости в р-р 365мм.

- длина резания $l = 470$ мм,
- величина врезания и перебега $l_{вр} + l_{пер} = 40$ мм,
- общая длина резания $L = l + l_{вр} + l_{пер} = 470 + 40 = 510$ мм.
- число рабочих ходов $i = 1$
- основное время обработки:

$$t_0 = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{L}{S_0 \cdot n} \cdot i = \frac{510}{1008} \cdot 2 = 1,01 \text{ мин}$$

Элементы вспомогательного времени [2, с.197 - 225]:

$$t_{yc} = 0,12 \text{ мин}, t_{з.о.} = 0,05 \text{ мин},$$

$$t_{уп} = 0,06 \text{ мин}, t_{изм} = 0,12 \text{ мин},$$

$$t_B = 0,12 + 0,05 + 0,06 + 0,12 = 0,35 \text{ мин}.$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = 1,01 + 0,35 = 1,36 \text{ мин}$$

Время технического обслуживания [6, с. 102]:

$$t_{тех} = \frac{6 \cdot T_{он}}{100} = \frac{6 \cdot 0,74}{100} = 0,04 \text{ мин}.$$

Время организационного обслуживания [6, с. 102]:

$$t_{орг} = \frac{8 \cdot t_{он}}{100} = \frac{8 \cdot 0,74}{100} = 0,06 \text{ мин}.$$

Время на отдых и естественные надобности [6, с. 102]:

$$t_{омд} = \frac{2,5 \cdot t_{он}}{100} = \frac{2,5 \cdot 0,74}{100} = 0,02 \text{ мин}.$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 1,01 + 0,35 + 0,04 + 0,06 + 0,02 = 1,48 \text{ мин}.$$

Подготовительно-заключительное время [6, с. 216 - 218]:

$$T_{п.з.} = 32 \text{ мин}.$$

Тогда:

$$T_{шт-к} = 1,48 + \frac{32}{1000} = 10,62 \text{ мин}.$$

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Определим $T_{шт}$ на операцию 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Переход 6. Сверлить 9 отв. Ø:6,7;3 отв. Ø5; 6 отв. ø13;2 отв. ø25

- длина резания $l = 16$ мм,
- величина врезания и перебега $l_{вр} + l_{пер} = 4$ мм,
- общая длина резания $L = l + l_{вр} + l_{пер} = 16 + 4 = 20$ мм.
- основное время обработки:

$$t_{01} = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{L}{S_0 \cdot n} \cdot i = \frac{20}{180} \cdot 1 = 0,11 \text{ мин.}$$

Позиция 2. Сверлить 2 отверстия Ø25Н9.

- длина резания $l = 16$ мм,
- величина врезания и перебега $l_{вр} + l_{пер} = 22$ мм,
- общая длина резания $L = l + l_{вр} + l_{пер} = 16 + 22 = 38$ мм.
- основное время обработки:

$$t_{03} = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{L}{S_0 \cdot n} \cdot i = \frac{38}{0,8 \cdot 500} \cdot 1 = 0,10 \text{ мин.}$$

Общее основное время на операции:

$$T_0 = 0,11 + 0,08 + 0,10 = 0,29 \text{ мин}$$

Элементы вспомогательного времени [2, с.197 - 225]:

$$t_{з.о.} = 0,06 \text{ мин,}$$

$$t_{уп} = 0,12 \text{ мин,}$$

$$t_{изм} = 6,6 \text{ мин,}$$

$$t_B = 0,06 + 0,12 + 6,6 = 6,78 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = 0,29 + 6,78 = 7,29 \text{ мин}$$

Время технического обслуживания [6, с. 102]:

$$t_{тех} = \frac{6 \cdot T_{оп}}{100} = \frac{6 \cdot 7,29}{100} = 0,44 \text{ мин.}$$

Время организационного обслуживания [6, с. 102]:

$$t_{орг} = \frac{8 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{8 \cdot 7,29}{100} = 0,58 \text{ мин.}$$

Время на отдых и естественные надобности [6, с. 102]:

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$$t_{отд} = \frac{2,5 \cdot t_{он}}{100} = \frac{2,5 \cdot 7,29}{100} = 0,18 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 0,29 + 7,0 + 0,44 + 0,58 + 0,18 = 8,27 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время [6, с. 216 - 218]:

$$T_{п.з.} = 38 \text{ мин.}$$

Тогда:

$$T_{шт-к} = 8,27 + \frac{38}{224} = 8,44 \text{ мин.}$$

На остальные операции нормы времени определим аналогично, а результаты занесем в таблицу 15.

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>42</i>

- для силы P_x :

$$C_p=339; x=1,0; y=0,5; n=-0,4$$

$$K_p = 1,22 \cdot 1,17 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,43$$

- для силы P_z :

$$C_p=300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15$$

$$K_p = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1,01$$

Тогда:

$$P_x = 10 \cdot 399 \cdot 3,5^1 \cdot 0,63^{0,5} \cdot 73^{-0,4} \cdot 1,43 = 2849H$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3,5^1 \cdot 0,63^{0,75} \cdot 73^{-0,15} \cdot 1,01 = 3940H$$

Суммарная сила P_{xz} :

$$P_{xz} = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} = \sqrt{2849^2 + 3940^2} = 4862H$$

Для того, чтобы деталь не сдвинулась под действием силы P_{xz} , должно выполняться условие равновесия:

$F_{TP} + F_{TP1} \geq 2 \cdot P_{xz}$ или $K \cdot 2 \cdot P_{xz} = 2 \cdot F_{TP} + 2 \cdot F_{TP1}$, где K - коэффициент запаса, примем $K=2,5$.

Силы трения равны: $F_{TP} = N \cdot f$ и $F_{TP1} = W \cdot f$, где f - коэффициент трения, примем $f=0,16$.

Определим реакцию N :

$$\Sigma F_{xi}=0, N-W=0, \text{ откуда}$$

$$N=W$$

Тогда:

$$F_{TP} = Q \cdot f$$

$$K \cdot 2 \cdot P_{xz} = W \cdot f + W \cdot f = 2 \cdot W \cdot f \text{ откуда}$$

$$W = \frac{K \cdot P_{xz}}{2 \cdot f} = \frac{2,5 \cdot 4862}{2 \cdot 0,16} = 37984H$$

Рассмотрим рычаг в равновесии на рисунке 10.

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

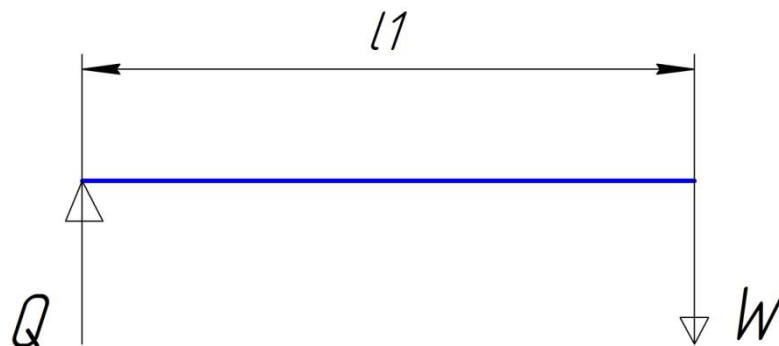


Рисунок 10 – Расчётная схема рычага

Определим из условия равновесия силу Q.

$$\Sigma M_O = 0 \quad Q \cdot 90 - W \cdot 23 = 0$$

$$Q = \frac{20 \cdot W}{90} = \frac{20 \cdot 37984}{90} = 8441 \text{ Н}$$

Усилие на штоке: $P=Q=8441 \text{ Н}$.

Диаметр пневмоцилиндра определим по формуле:

$$D_y = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot P \cdot \eta}}, \text{ где } \eta - \text{ КПД пневмоцилиндра, } \eta = 0,85;$$

$P = 0,4 \text{ Мпа}$ – давление воздуха в сети.

Тогда:

$$D_y = \sqrt{\frac{4 \cdot 8441}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 47,78 \text{ мм.}$$

Примем $D = 50 \text{ мм}$.

Диаметр штока: $d_{\text{ш}} = 0,25 \cdot D_y = 0,25 \cdot 50 = 12,5 \text{ мм}$.

Описание работы приспособления

Деталь устанавливается в приспособление на два пальца. Зажим детали осуществляется с помощью прихватов. Воздух подается в нижнюю полость пневмоцилиндра для сжатия тарельчатой пружины. Усилие зажима передается через шток на прихват. Приспособление крепится к столу станка через 8 отверстий, болтами М16.

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.5. Фрагмент управляющей программы для операции 010

Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Программа составлена на стойке FANUC 300i. Используются стандартные циклы сверления и нарезания резьбы.

%

O0148(KRISHKA 44.03.04.628.OKK1)

G65P1110

(*** IZMERENIE ***)

T40

M16

M6

T38

M79

M11

G91G30A0C0

G90G10L2P5X#901

G90G10L2P5Y#902

G90G10L2P1Z[#905-[#902-#5302]+100.2]

G0G90G53Y-800.

G0G90G53A-90.

G0G90G53X[#901-81.7]

G0G90G53Y[#904-197]

G0G90G53Z-165.

G65P9023D105.Y10.Z-35.S54.

G90G10L2P5Z[#903-[#5222-#904]+110]

G90G10L2P1X[#5301-80]

G91G30Z0

G0G90G53Y-800.

G91G30X0

G91G30A0C0

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46

G91G30Y0

M1

(*** FREZA D100 ***)

M16

M6

T2

M11

M79

G91G30A0C0

M78

M10

#2=240

#3=-198

G0G90G58X#2Y#3S3000M3

G0G90G43H38D38Z0.5

M68

N1#3=#3+83

#2=#2*[-1]

G1X#2F800M8

IF[#3GT142]GOTO2

G0Y#3

IF[#3LT142]GOTO1

N2G91G30Z0M9

G91G30X0Y0

M1

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		47

(*** FREZA D30 ****)

(** KONTUR **)

M16

M6

T15

M11

M79

G91G30A0C0

M78

M10

G0G90G58Y12.5X0S7000M3

G0G90G43H2D2Z14.

#2=0

G1G41X38.5F10000M8

WHILE[#2GT-33]DO1

G3Z#2I-38.5F2000

#2=#2-2

END1

G3I-38.5

G1G40X0F10000

#3=-5

G90G92Y0

N5G0Z#3

#2=32.5

G1G41X-#2F2000

WHILE[#2LT50]DO3

G1Y-#2

G1X#2

G1Y#2

#2=#2+6

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

G1X-#2
END3
G1Y-#2
G1X#2
G1Y#2
G1X-63.
G1Y-50.5
G1X63.
G1Y50.5
G1X-60.
G3X-78.262Y-50.5R87.
G1X0
G1G40X0Y0F10000
#3=#3-5
IF[#3GT-31]GOTO5
IF[#3LT-31]GOTO6
N6G90G92X0Y12.5
G91G30Z0M9
G91G30X0Y0
M11
M79
G0G90G53A-120.
G0G91C720.
G91G30A0C0
M1

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						49
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

(*** PAZ 8 мм***)

M16

M6

T31

M79

M11

G91G30A0C0

G0G90G53Y-800.

G0G90G53A-90.

M78

M10

G0G90G54X0

Y0S10000M3

G0G90G43H4D4Z0

G1Z-5.F10000

G1G41X42.83F1000M8

G3I-42.83F1500

G1G40X0Y0F10000

G0Z-5.25

G1G41X42.83F1500

G3I-42.83F1000

G1G40X0Y0F10000

G91G30Z0M9

G0G90G53Y-800.

G91G30X0

M79

M11

G91G30A0

G91G30Y0

M1

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>50</i>

(*** SVERLO D6MM ***)

M16

M6

T9

M79

M11

G91G30A0C0

M78

M10

G0G90G58X102.5Y102.5S2200M3

G0G90G43H21Z10.

G98G83Z-33.R5.Q4.F480M8

X-102.5

Y-102.5

X102.5

G80

G91G30Z0M9

G91G30X0Y0

M1

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		51

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Определение капитальных вложений

Рассчитаем размер капитальных вложений, по формуле:

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{прг} \text{руб.}, \quad (45)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{прс}$ – капитальные вложения в приспособления, руб.;

$K_{прг}$ – капитальные вложения в программное обеспечение.

2.1.1. Определение количества технологического оборудования

Количество технологического оборудования определяется по формуле(2)

Данные по расчету количества оборудования возьмем из раздела 2 «Определение типа производства» и занесем в таблицу 16.

2.1.2. Определение капитальных вложений в оборудование

Данный технологический процесс разрабатывался для АО «Уралгидромаш», исходя из имеющихся в наличии станков. Поэтому приобретать новое оборудование не целесообразно.

2.1.3. Определение капитальных вложений в приспособления (инструмент, оснастку)

Стоимость приспособлений по данным АО «Уралгидромаш» равна 50217,94 руб. Рассчитаем размер единовременных вложений в приспособления по формуле:

$$K_{прс} = \sum q_p * H_{прс} * Ц_{прс} * K_{осн} ; \text{руб.}, \quad (46)$$

где q_p – расчетное количество оборудования, шт.;

$H_{прс}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, шт.;

$Ц_{прс}$ – стоимость приспособления, руб.;

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

$K_{осн}$ – коэффициент занятости технологической оснастки при выполнении

каждой операции обработки детали, отражает возможное отвлечение этой оснастки на обработку других деталей. При использовании специальной оснастки, рассчитанной на обработку только этих изделий, коэффициент $K_{осн} = 1,0$.

$$K_{прс1} = 1 * 1 * 24637,94 * 1 = 24637,94 \text{руб.}$$

$$K_{прс2} = 1 * 1 * 25580 * 1 = 25580 \text{руб.}$$

2.1.4. Затраты на программное обеспечение

Так как в технологическом процесс используется станок с ЧПУ, определим затраты на программное обеспечение. По данным предприятия затраты на программное обеспечение составили 42000,00 рублей.

Размер единовременных вложений равен:

$$K = 42000 + 24637,94 + 25580 = 92217,94 \text{руб.}$$

Таблица 11 – Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования.	Количество оборудования.	Суммарная мощность, кВт.
Станок вертикально-фрезерный FSS450MRNC	1	11
Вертикально фрезерный ОЦ ОКК VP 9000 – 5АХ	1	5,5

2.2. Расчет технологической себестоимости

Технологическая себестоимость складывается из следующих элементов:

$$C = Z_m + Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_u ; \text{руб.},$$

Z_m – затраты на все виды материалов, руб.;

$Z_э$ - 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_u – затраты на малоценный инструмент; руб.

2.2.1. Затраты на материалы

Экономический расчет себестоимости заготовки был выполнен в пункте 1.1.4 дипломного проекта.

$$C_z = 2000 \text{ р}$$

Экономическая стоимость заготовки в год составит:

$$Эз = 2000000 \text{ р.}$$

2.2.2. Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали

Затраты на заработную плату рассчитываются по формуле:

$$Z_{зп} = Z_{нр} + Z_n + Z_{эл} + Z_k + Z_{мр} ; \text{руб.},$$

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

Z_n – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, руб.;

$Z_{эл}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

социальное страхование электронщиков, руб.;

Z_k 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:

а) основная и дополнительная заработная производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда:

$$Z_{пр} = C_m \cdot t_{шт-к} \cdot k_{мн} \cdot k_{дон} \cdot k_{есч} \cdot k_p ; руб \quad (49)$$

C_T = - часовая тарифная ставка рабочего на операции, руб.;

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

$k_{мн}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ($k_{мн} 0,49$);

$k_{мн}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную плату (1,05-1,15);

$k_{есч}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование ($k_{есч} = 1,3$);

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

Таблица 12 – Часовые тарифные ставки рабочих-станочников

АО «Уралгидромаш»

Разряд	Часовая тарифная ставка, р/ч.
2	100 – 120
3	120 – 150
4	150 -170
5	170 – 200
6	200 – 220

Операция 005 Вертикально-фрезерная.

$$Z_{np} = 140 * 15,09 * 1,15 * 1,30 * 1,15 / 60 = 31,58 \text{ руб.}$$

Операция 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

$$Z_{np} = 200 * 95,12 * 1,15 * 1,30 * 1,15 / 60 = 284,40 \text{ руб.}$$

б) численность станочников (операторов) вычисляется по формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{t_{шт-к} * N_{год} * k_{мн}}{F_p * 60}; \text{ чел.},$$

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

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

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

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

Рассчитаем численность станочников для каждой операции.

Операция 005 Вертикально-фрезерная.

$$Ч_{ст} = \frac{15,09 * 1000}{3919 * 60} = 0,06; \text{ чел}$$

Принимаем численность станочников $Ч_{ст} = 1$ чел

Операция 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

$$Ч_{ст} = \frac{95,12 * 1000}{5864 * 60} = 0,27; \text{ чел}$$

Принимаем численность станочников $Ч_{ст} = 1$ чел

в) принимаемую численность рабочих, а также затраты на заработную плату занесем в таблицу 13.

Таблица 13 – Затраты на заработную плату станочников

Профессия	Часовая тарифная ставка,	Штучно-калькуляционное время,	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Операция 005 Вертикально-фрезерная	140	15,09	30,61	0,06
Операция 010 Комплексная	200	95,12	261,73	0,27
Итого:			292,34	0,33

г) основная и дополнительная заработная плата всех остальных рабочих (наладчиков, электронщиков) находится по следующей формуле:

$$Z_{всп} = \frac{C_t^{всп} * F_p * Ч_{всп} * k_{доп} * k_{есн} * k_n}{N_{год}} \text{ руб.}, \quad (51)$$

где $C_t^{всп}$ - часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, руб.;

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

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

$Ч_{всп}$ - численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.;

Рассчитаем заработную плату для слесарей-ремонтников (2 человека):

$$Z_{сл.рем.} = \frac{280 * 96 * 2 * 1,15 * 1,30 * 1,15}{1000} = 92,42 \text{ руб.},$$

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

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

57

Рассчитаем заработную плату для электрика (1 человек):

$$Z_9 = \frac{140 * 96 * 1 * 1,15 * 1,30 * 1,15}{1000} = 23,1 \text{ руб.},$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролёров – 7% от числа станочников [20]:

$$Ч_{тр} = (0,05 * 0,06) + (0,05 * 0,27) = 0,016 \text{ чел.}$$

$$Ч_{кон} = (0,07 * 0,06) + (0,07 * 0,27) = 0,023 \text{ чел.}$$

Определим заработную плату контролёров и транспортных рабочих:

$$Z_k = \frac{120 * 4015 * 0,023 * 1,15 * 1,30 * 1,15}{1000} = 19 \text{ руб.},$$

$$Z_m = \frac{120 * 5960 * 0,016 * 1,15 * 1,30 * 1,15}{1000} = 19,6 \text{ руб.},$$

Таблица 14 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Расчетная Численность,	Затраты на одну деталь, руб.
Слесарь-ремонтник	140	2	92,42
Электрик.	140	1	23,1
Транспортировщик	120	1	19
Контролер	120	1	19,6
Итого		5	154,12

Рассчитаем затраты на заработную плату всех рабочих:

$$Z_{зп} = 292,34 + 92,42 + 23,1 + 19 + 19,6 = 448,44 ; \text{ руб.},$$

2.2.3. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной операции рассчитываются по формуле:

$$Z_{эл} = \frac{N_y * k_N * k_{сп} * k_{од} * k_w * t_{шт-к}}{\eta * k_{вн} * 60} * Ц_э; руб., \quad (52)$$

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

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности (для металлообрабатывающих станков 0,2 – 0,4),

$k_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени (для мелкосерийного и среднесерийного производства- 0,4);

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

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети (1,04+1,08);

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

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

$Ц_э$ – стоимость 1 кВт/ч электроэнергии, руб. ($Ц_э = 2,6$ руб)

Результаты расчетов занесем в таблицу 14.

Таблица 15 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на эл. Энергию, руб.
Станок вертикально-фрезерный FSS450MRNC	11	15,09	0,82
Вертикально фрезерный ОЦ ОКК VP 9000 – 5AX	5,5	95,12	4,68
Итого			5,50

2.2.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитываются по формуле:

$$Зоб = C_{ам} + C_{рем}; руб.,$$

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

$C_{рем}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, руб.

а) Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$C_{об}$ – цена единицы оборудования, руб.;

$N_{ам}$ – норма амортизационных отчислений (0,07 и 0.1),

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

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования (0,75 – 0,85);

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм.(1)

$$C_{ам} = \frac{C_{об} * N_{ам} * t_{шт-к}}{F_{об} * k_3 * k_{вн} * 60}; руб.,$$

Для вертикально-фрезерного станка FSS450MRNC

$$C_{ам} = \frac{3700000 * 0,07 * 15,09}{3919 * 0,75 * 1 * 60} = 22,16 руб.,$$

Для вертикально фрезерного ОЦ ОКК VP 9000 – 5АХ

$$C_{ам} = \frac{29199000 * 0,1 * 95,12}{5864 * 0,75 * 1 * 60} = 736,76 руб.,$$

б) Определение затрат на текущий ремонт оборудования

Затраты на текущий ремонт возьмем по данным предприятия, а результаты занесем в таблицу 16.

В) Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносятся в таблицу 16.

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Таблица 16 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

Модель станка	Стоимость, тыс. руб.	Кол-во, шт.	Норма амортизации	Штучно-калькуляц. Время, мин.	Амортизац. Отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
Станок вертикально-фрезерный FSS450MRNC	3700	1	12,6	15,09	22,16	12,56
Вертикально фрезерный ОЦ ОКК VP 9000 – 5AX	29199	1	12,6	95,12	736,76	45,60
Итого					758,92	58,16

2.2.5. Определение затрат на эксплуатацию инструмента

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию сборного инструмента по формуле:

$$Z_{эи} = (C_{пл} * n + (C_{корп} + k_{компл} * C_{компл}) * Q^{-1}) * T_{маш} * (T_{ст} * b_{фи} * N)^{-1},$$

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

$C_{пл}$ - цена сменной многогранной пластины, р.;

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

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

$C_{компл}$ - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. П.), р.;

$k_{\text{компл}}$ – 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 $k_{\text{компл}} = 5$ соответствует обдирочному точению 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 22;

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.

Таблица 17 – Рекомендуемые значения показателя Q .

Форма сменной многогранной пластины	Ромбическая C,D,V	Трехгранная T,W	Квадратная S	Круглая R
Значение показателя Q	500	350	250	200

005 Вертикально-фрезерная:

$$Z_{\text{эл}} = (57 * 10 + (19200 + 3 * 300) * 500^{-1}) * 12,56 * (340 * 0,90 * 4)^{-1},$$

$$Z_{\text{эл}} = 296,47 \text{ руб}$$

Для остальных операций затраты на эксплуатацию инструмента рассчитаем подобным образом, а результат занесем в таблицу 217.

Таблица 18 – Затраты на эксплуатацию инструмента.

Наименование инструмента	Ци т, руб.	Ц пл, (для сборного инструмента) руб.	Ц переточки, руб.	Тст, мин.	Тм, мин.	$B_{\phi u}$	З эи, руб.
Фреза торцевая d=100мм	24,0	570		340	12,56	0,87	296,47
Фреза концевая d=30мм	25,042		6500	350	10,52	0,87	252,12
Фреза концевая d=8мм	6,895		1000	300	6,32	0,87	40,44
Сверло комбинированное d=13 - 20мм	22,140		5200	200	10,32	0,87	227,32
Сверло d=6мм	15,368		3200	240	10,2	0,97	165,89
Сверло d=5мм	8,343		1800	240	1,24	0,97	19,93
Сверло d=6,7мм	9,600		1800	240	5,46	0,97	51,88
Сверло d=8,5мм	9,430		1800	240	0,95	0,97	18,44
Сверло d= 25мм	17,820	5800		300	4,68	0,97	82,97
Метчик М6	7,550		2000	220	4,24	0,87	33,02
Метчик М8	8,600		2000	220	8,94	0,87	78,81
Метчик М10	9,220		2000	220	1,26	0,87	21,61
Расточная головка(черновая)	46,030	820		320	7,62	0,87	324,27
Расточная головка (чистовая)	62,540	820		340	5,78	0,97	328,01
Итого:	295468,0						1745,15

2.2.6. Определение затрат на эксплуатацию приспособления

Затраты на эксплуатацию приспособления определяются по формуле:

$$C_{прс} = \frac{q_p * H_{прс} * Ц_{прс} * N_{ам}^{прс}}{N_{год} * 100}; руб.,$$

q_p – расчетное количество оборудования, шт.;

$H_{прс}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, шт.;

$Ц_{прс}$ – стоимость приспособлений, руб.

$N_{ам}^{прс}$ – норма амортизационных отчислений для приспособления, % (по сроку полезного использования)

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

Затраты на эксплуатацию приспособления равны:

$$C_{прс} = \frac{1 * 2 * 50217,42 * 12,3}{1000 * 100} = 12,35; руб.,$$

2.2.7. Расчет технологической себестоимости детали

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали занесем в таблицу 18.

Таблица 19 – Технологическая себестоимость годового выпуска детали, руб.

Статья затрат	На одну деталь .руб.	Годовой выпуск	Итоговое значение. Тыс. руб.
Затраты на материалы	2000	1000	2000,0
Заработная плата с начислениями	446,46	1000	446,46
Затраты на технологическую электроэнергию	5,50	1000	5,5
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	817,08	1000	0,817
Затраты на инструмент	1745,15	1000	1745,15
Итого:	5014,19		5014,19

2.3. Анализ уровня технологии производства

К показателям уровня технологии производства относятся: структура технологического оборудования; доля прогрессивного оборудования; средний возраст технологического оборудования; уровень оснащённости технологического процесса и др.

2.3.1. Структура технологического оборудования

Удельный вес каждой операции может быть определен следующим образом:

$$Y_{on} = \frac{T_{шт-к}^i}{T_{шт-к}} * 100\% \quad (57)$$

$T_{шт-к}^i$ – штучно-калькуляционное время на каждой операции, мин.;

$T_{шт-к}$ – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Таблица 20 - Анализ структуры технологического оборудования

Операция	Оборудование	Удельный вес по штучно-калькуляционному
005 Вертикально-фрезерная	Станок FSS450MRNC	14%
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Станок ОКК VP 9000 – 5AX	86%

2.3.2. Доля прогрессивного оборудования

Доля прогрессивного оборудования может быть определена по его стоимости в общей стоимости используемого оборудования и по количеству.

По количеству удельный вес прогрессивного оборудования определяется:

$$Y_{np} = \frac{q_{np}}{q_{\Sigma}} * 100\%,$$

q_{np} - количество единиц прогрессивного оборудования, шт.;

q_s - общее количество используемого оборудования, шт.

$$Y_{np} = \frac{1}{2} * 100\% = 50\%,$$

2.3.3. Средний возраст оборудования

Средний возраст оборудования, используемого в процессе обработки детали можно определить по простой средней арифметической, т.е. сложить возраст каждой единицы оборудования и разделить на количество оборудования.

$$B_{об} = \frac{\sum B_i * q_i}{q_{\Sigma}}, \quad (59)$$

B_i – возраст оборудования по группам (до 10 лет, 10-20 лет, свыше 20 лет), лет;

q_i - количество оборудования в каждой возрастной группе, шт.

$$B_{об} = \frac{(10*1) + (20*1)}{2} = 15$$

2.3.4. Коэффициенты технологической оснащённости производства

Технологическая оснащённость может характеризоваться оснащённостью операций обычным инструментом и унифицированным:

а) коэффициент технологической оснащённости инструментом.:

$$k_{инстр} = \frac{\partial_{инстр}}{\partial_{\Sigma}},$$

$\partial_{инстр}$ - количество инструмента;

∂_{Σ} – общее количество детали операций, шт.;

$$k_{инстр} = \frac{15}{2} = 7,5$$

б) коэффициент оснащённости унифицированным инструментом:

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

$$k_{\text{униф}} = \frac{\partial_{\text{униф}}}{\partial_{\Sigma}}, \quad (61)$$

$\partial_{\text{униф}}$ - количество деталеопераций с применением унифицированного инструмента, шт.

$$k_{\text{униф}} = \frac{3}{2} = 1,5$$

2.3.5. Коэффициент технологической оснащённости

Коэффициент технологической оснащённости показывает стоимость применяемой оснастки на каждый рубль себестоимости обрабатываемой детали:

$$k_{\text{униф}} = \frac{C_{\text{осн}}}{C_{\text{дет}}}, \quad (62)$$

$C_{\text{осн}}$ – стоимость применяемой оснастки, руб.;

$C_{\text{дет}}$ – себестоимость обработки детали, руб.

Суммируем стоимость оснастки и режущего инструмента:

$$50217,42 + 295468,0 = 345685,42 \text{ руб.}, \text{ отсюда}$$

$$k_{\text{униф}} = \frac{345685,42}{5014,19} = 71,8$$

2.4. Определение экономических показателей

Необходимо рассчитать несколько обобщающих коэффициентов, характеризующих технико-экономический эффект от внедрения предлагаемой технологии.

2.4.1. Уровень механизации труда на программных операциях:

$$k_{\text{мех}} = \frac{T_o + T_{\text{всп}}}{T_{\text{шт-к}}} * 100\%, \quad (63)$$

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

$K_{\text{мех}}$ – коэффициент механизации на операции, %

T_o – основное (машинное) время обработки детали на программных операциях мин.;

$T_{\text{всп}}$ – вспомогательное время механизированных приёмов, мин.;

$T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время, мин.

Рассчитаем $k_{\text{мех}}$ для операций, выполняемых на станках с ЧПУ.

Операция 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ

$$k_{\text{мех}} = \frac{82,89 + 9,93}{95,12} * 100\% = 97\%$$

2.4.2. Производительность труда на программных операциях

$$k_{\text{мех}} = \frac{F_p * k_{\text{вн}} * 60}{T_{\text{шт-к}}}, \text{шт/чел.год}, \quad (64)$$

F_p – действительный фонд времени работы одного рабочего = 2014,5 час;

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм.= 1

Операция 010- Комплексная на ОЦ с ЧПУ

$$k_{\text{мех}} = \frac{5864 * 1 * 60}{95,12} = 3698 \text{шт/чел.год},$$

Рассчитанные экономические показатели сведем в таблицу 20

2.5. Коэффициент загрузки оборудования

$$1. k_{\text{заг1}} = \frac{0,25 * 1000}{3919} = 0,06$$

$$2. k_{\text{заг1}} = \frac{1,58 * 1000}{5864} = 0,26$$

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Таблица 21 – Техничко-экономические показатели дипломного проекта

Наименование показателя	Значения показателя
Годовой выпуск деталей, шт	1000
Количество оборудования, шт.	2
Количество рабочих, чел.	2
Количество вспомогательных рабочих, чел.	5
Сумма единовременных вложений, тыс. руб.	92,217
Трудоемкость изготовления 1-го изделия, н-ч	1,83 ч
Технологическая себестоимость обработки детали, тыс. руб., в том числе: - материальные затраты; - затраты на заработную плату рабочих - затраты на инструмент	4,814 0,446 292,34
Технологическая себестоимость годового выпуска, руб.	5014,19 тыс. руб.
Уровень механизации труда, %	97%
Коэффициент загрузки оборудования	0,26

3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В выпускной квалификационной работе разрабатывается технологический процесс изготовления детали «Крышка привода». Деталь обрабатывается 86% времени на высокопроизводительном обрабатывающем центре с ЧПУ ОКК VP 9000 5AX.

Для подготовки квалифицированных операторов станков с ЧПУ в учебном центре АО «Уралгидромаш» необходимо разработать учебно-методическую документацию по программированию системы ЧПУ FANUC300i.

В программе рассмотрена переподготовка фрезеровщиков 4 разряда. Обрабатывающий центр «ОКК VP 9000 5AX» удовлетворяет всем требованиям современного машиностроения. Станок оснащен системой ЧПУ FANUC300i.

Для изготовления деталей на новом оборудовании, перед предприятием стоит задача по подготовке квалифицированных операторов. Подготовка специалистов осуществляется непосредственно на предприятии АО «Уралгидромаш» в собственном учебном центре, который проводит обучение персонала работе со станками с ЧПУ. Процесс обучения построен так, чтобы полученные знания могли быть использованы на производстве, на новом оборудовании, что позволяет максимально эффективно использовать полученные знания в практической работе. Программа переподготовки предусматривает изучение разных систем ЧПУ, принципы программирования, составления программ, практическое закрепление знаний по работе на современном оборудовании. Обучение осуществляется квалифицированными специалистами.

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>70</i>

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

Согласно профессиональному стандарту, основной вид профессионально деятельности по данной профессии – Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей. Базовая цель деятельности – наладка обрабатывающих центров с программным управлением, установка технологической последовательности обработки деталей, выявление неисправностей в работе оборудования, обработка деталей. В таблице 22 приведено описание трудовых функций оператора наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом от 13 марта 2017 г. № 265н .

Таблица 22 – Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом от 13 марта 2017 г. № 265н

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
1	2	3	4	5	6
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
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 поверхностей деталей по 8-14 квалитетам	A/01.2	2
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2	2

Продолжение таблицы 22 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом

1	2	3	4	5	6
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2	2
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2	2
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2	2
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8-14 квалитетам	A/06.2	2
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2
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	B/01.3	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	B/02.3	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	B/03.3	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7-8 квалитетам	B/04.3	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	C/01.4	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	C/02.4	4

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

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

72

Деталь, проектируемая в ВКР, относится к деталям высокой степени сложности, поэтому в данной части будет рассмотрена третья обобщенная трудовая функция профессионального стандарта – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей по 7-8 качеству, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности». Анализ данной функции приведен далее.

Наименование	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	Код	В	Уровень квалификации	3
--------------	---	-----	---	----------------------	---

Происхождение обобщенной трудовой функции	Оригинал	X	Заимствовано из оригинала		
				Код оригинала	Регистрационный номер профессионального стандарта

Возможные наименования должностей	<p>Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд)</p> <p>Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд)</p> <p>Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд)</p> <p>Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации</p> <p>Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации</p> <p>Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации</p>
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование - программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)
Требования к опыту практической работы	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>

Рассмотренная трудовая функция стала основой для формирования тематического плана по повышению квалификации операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ на АО «Уралгидромаш»

3.2. Анализ учебного плана и программы переподготовки 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 месячный срок обучения = 134 часов (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 – 4 разряд. Тематический план приведен в таблице 23.

Таблица 23 – 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	15
3	Основы технологии машиностроения	12
4	Основы программирования процесса обработки деталей	38
5	Наладка станков с программным управлением	10
6	Производственное обучение	40
5	Квалификационный экзамен	6
ИТОГО:		134

Для обеспечения наиболее качественного процесса обучения – УЦ завода Уралгидромаш 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; – техническую библиотеку, читальный зал; – кабинеты для сотрудников Центра, помещение для преподавателей; – медицинский пункт; – 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 детали». Рассмотрим программу этого раздела (таблица 23).

Таблица 24 – Тематический план раздела «Основы программирования процесса обработки детали»

№ п/п	Наименование темы	Всего часов	В том числе	
			Лекции	Практические занятия
1	2	3	4	5
1	Виды и устройство станков с ЧПУ	2	1	1
2	Основы техники безопасности при работе со станками с ЧПУ	2	1	1
3	Комплектации станков и дополнительные опции	2	1	1
4	Возможности системы ЧПУ	2	1	1
5	Панель управления ЧПУ и пульт управления оборудованием	3	1	2
6	Ручной режим управления станком, диагностика	3	1	2
7	Автоматический режим работы станков	3	1	2
8	Возможности использования коррекции на инструмент, системы координат заготовки	2	1	1
9	Принципы программирования	3	2	1
10	Разработка управляющих программ	5	1	4

Продолжение таблицы 24 – Тематический план раздела «Основы программирования процесса обработки детали»

1	2	3	4	5
11	Программирование процесса обработки металлоизделий с применением вложенных циклов	2	1	1
12	Приводной инструмент многооперационных станков (обрабатывающих центров)	2	1	1
13	Гидравлическая и смазочная системы станка с ЧПУ	2	1	1
14	Система подачи СОЖ			
15	Пневматическая система металлообрабатывающего оборудования			
16	Состав технического обслуживания станка с ЧПУ	2	1	1
17	Практическое закрепление знаний по программированию и управлению оборудованием	3	1	2
ИТОГО:		38	16	22

Тема № 11 рассчитана на 1 занятие (2 академических часа – 90 минут).
Тема является теоретической и направлена на изучение особенностей написания программ с использованием циклов на станках с ЧПУ.

3.3. Разработка методики и методического обеспечения занятия по теме «Программирование процесса обработки металлоизделий с применением вложенных циклов»

Цели занятия:

Обучающая:

Сформировать знания принципов программирования сверлильной обработки при помощи циклов на станках с ЧПУ.

Воспитательная:

Воспитать бережное отношение к оборудованию и инструменту.

Развивающие:

Развивать память, внимание, мышление учащихся; развивать умения правильно обобщить данные и сделать вывод; развивать профессиональные знания.

Тип урока – урок изучения нового материала. В дипломном проекте разработан занятие теоретического обучения «Составление циклов сверления» для станка с ЧПУ «FANUC». В таблице 24 приведена модель деятельности преподавателя и обучаемых на занятии.

Таблица 25 – Модель деятельности преподавателя и обучаемых на занятии теоретического обучения по теме «Составление циклов сверления для станка с ЧПУ «FANUC».

Этапы урока	Деятельность преподавателя	Время, мин	Наглядные средства, ТСО	Деятельность учащихся
1	2	3	4	5
Организационная часть	Приветствует обучаемых. Проверяет присутствующих. Формулирует тему урока	5	Слайд №2	Записывают тему занятия
Мотивация обучаемых	Рассказывает о значимости темы урока в общей подготовке операторов станков с ЧПУ	2		Слушают преподавателя
Актуализация имеющихся знаний	Просит дать определение понятию «Сверление». Задает вопросы, анализирует ответы, добавляет информацию к их ответам.	8	Слайды №3-4	Отвечают на вопросы
Изложение нового учебного материала	Рассказывает о возможностях станка, циклов сверления и правилах программирования, принципах программирования с использованием циклового программирования.	45	Слайды №4-19	Переписывают в тетради название и расшифровку циклов обработки отверстий. Записывают в тетради параметры и ход циклов

Продолжение таблицы 25 – Модель деятельности преподавателя и обучаемых на уроке теоретического обучения по теме «Составление циклов сверления для станка с ЧПУ «FANUC».

1	2	3	4	5
Закрепление нового материала.	Повторение изученного материала по конспекту и раздаточному материалу	20	задание на закрепление УМ	Выполняют задания, в которых предлагается заполнить таблицы с параметрами цикла.
Заключительная часть	Задаёт вопросы для закрепления нового учебного материала Постановка домашнего задания.	10	Слайд №20	Отвечают на поставленные вопросы Повторение изученного материала (конспект)

План-конспект урока теоретического обучения по теме «Составление циклов сверления для станка с ЧПУ «FANUC».

3.3.1. Организационная часть

Здравствуйте уважаемые операторы. Сегодня мы начнем изучать очень важную тему, связанную с материальной базой систем управления станками. Это тема «Составление циклов сверления для станка с ЧПУ «FANUC».

На занятиях мы с вами рассмотрим:

1. Сверление и его программирование в FANUC.;
2. Основные циклы фрезерования в FANUC, их ход и параметры

Прошу сегодня проявить особое внимание к изучаемому материалу.

Мотивация обучаемых

Для изготовления деталей на станках с ЧПУ, оператору необходимо уметь создавать и редактировать управляющую программу. Для написания программ на станках с системой FANUC разработан ряд стандартных циклов, которые облегчают процесс разработки и корректировки управляющей программы, позволяющих производить программирование

фрезерной и сверлильной обработки деталей. Поэтому сегодня будет рассмотрено программирование сверлильной обработки отверстий с использованием вложенных циклов.

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.

Дайте определение понятию Сверление (Слайд №2), а также ответьте на вопросы (слайд №3).

План-конспект изложения учебного материала на уроке (Слайд №4-16)

Станок ОКК VP9000 5AX обеспечивает: выполнение сверлильно-расточных и фрезерных операций с высокой точностью. Сочетает в себе компактность расточного станка с широким набором функций специального дополнительного оборудования. Станок оснащен системой ЧПУ FANUC.

В системе FANUC предусмотрена работа с диалоговыми окнами (слайд 4), что обеспечивает удобство и простоту создания УП, в том числе задание параметров циклов. В связи с этим нет необходимости запоминать кодировку параметров, достаточно внимательно внести в диалоговые окна требуемые величины.

ЧПУ Fanuc предлагает возможность использования 4-х циклов сверления: два цикла глубокого сверления и два цикла сверления с однократным проходом. Каждый цикл сверления предлагает определенные возможности. Программист выбирает соответствующий цикл в зависимости от требований к выполняемой операции.

В цикле глубокого сверления ось Z реверсируется с определенными интервалами для обеспечения нужного удаления стружки. Обязанность программиста обеспечить выполнение запрограммированных параметров и последующее достаточное устранение стружки во время операции сверления.

короткого расстояния отвода после каждого прохода. Для сравнения – Цикл G83 отводит сверло в точку возврата после каждого прохода. Каждый из этих циклов имеет свои преимущества и должен быть выбран в соответствии с требованиями к операции.

Параметры циклов

G73 или G83 X Y Z R Q F K

X, Y = координаты положения отверстия.

Z = расстояние от точки R до дна отверстия.

R = расстояние от точки старта цикла до начальной точки сверления.

Q = шаг сверления по оси Z (глубина резания за проход).

F = скорость рабочей подачи.

K = количество повторных сверлений в случае симметрично расположенных отверстий.

При выполнении цикла G73 мы имеем следующую последовательность перемещений по оси Z рис. 11.

1. Быстрый перевод сверла в начальную точку.
2. Из начальной точки сверло быстро перемещается в точку возврата.
3. Сверло подается в значение “Q”.
4. Сверло быстро поднимается на одно приращение отвода.
5. Сверло подается в значение “Q+ Приращение отвода”.
6. Пункты 4-5 повторяются до последнего прохода. На последнем проходе сверло подается на окончательную глубину отверстия, затем быстро отводится в начальную точку или в точку возврата в зависимости от того, какая команда активна G98 или G99.

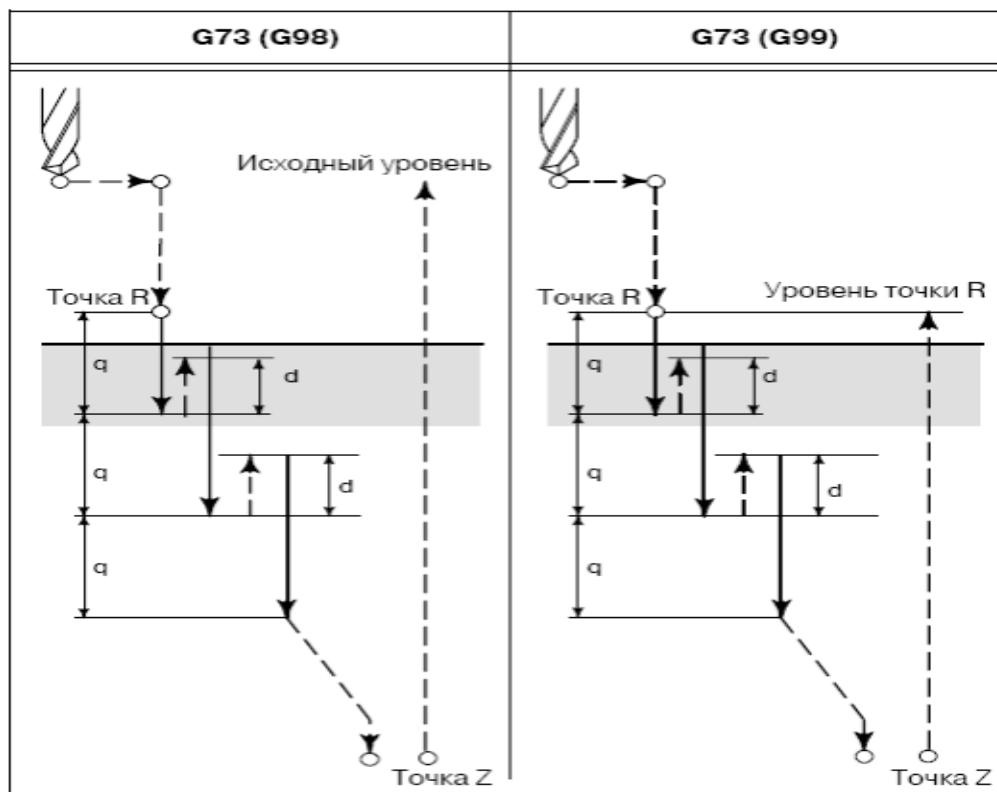


Рисунок 11 – Цикл глубокого сверления G73

Пример:

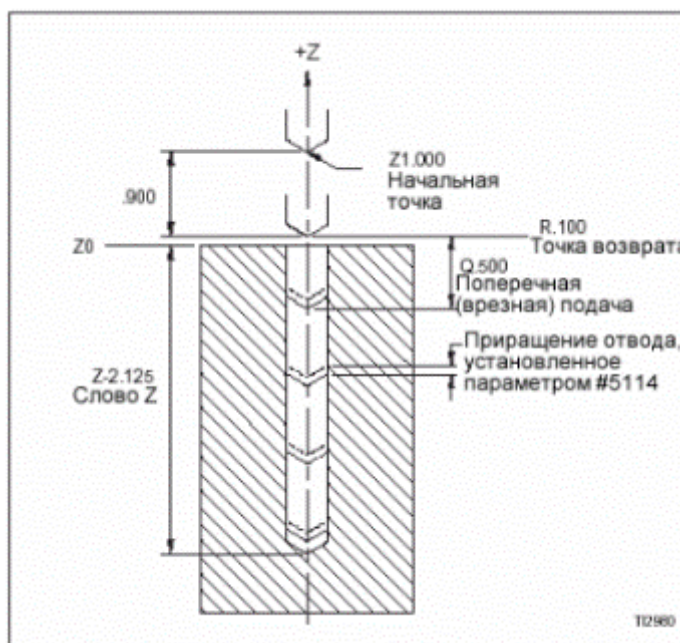


Рисунок 12 – Эскиз цикла G73

O0001 (DRILL)

N10 G21 G54;

N20 G40 G49 G80 G90; Активация абсолютного позиционирования

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

83

N30 T1 M6; (DRILL D15) Смена инструмента

N40 G43 H1; Активация коррекции на длину инструмента

N50 G00 X5. Y3.; Быстрое перемещение в положение XY

N60 S1500 M3; Включение вращения шпинделя по ЧС со скоростью 1500 об/мин

N70 G00 Z1. M8; Быстрое перемещение в начальное положение Z, выключение охлаждения

N80 **G73** или **G83**G98 Z-2.125 R.1 Q.5 F3.67; Установка режима G98, определение и выполнение цикла G73 или G83.

N90 G80; Отмена цикла

Циклы сверления с однократным проходом

Циклы сверления за один проход, G81 и G82, выполняются примерно одинаково, за исключением запрограммированной остановки в нижней части отверстия в цикле G82. Цикл G81 обычно применяется при полностью сквозном сверлении через заготовку, рис. 13. Цикл G82 обычно применяется для сверления таких глухих отверстий из-за того, что программируемая остановка позволяет более осуществить более качественную очистку в нижней части высверливаемого отверстия рис. 14. Каждый цикл необходимо выбирать в зависимости от требований к операции.

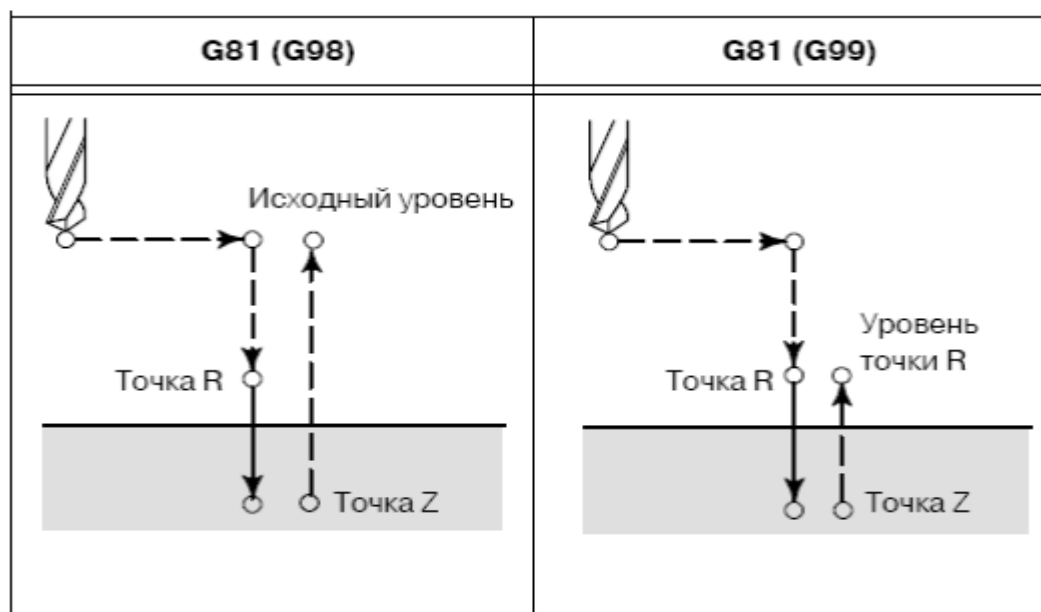


Рисунок 13 – Цикл сверления за один проход G81

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

84

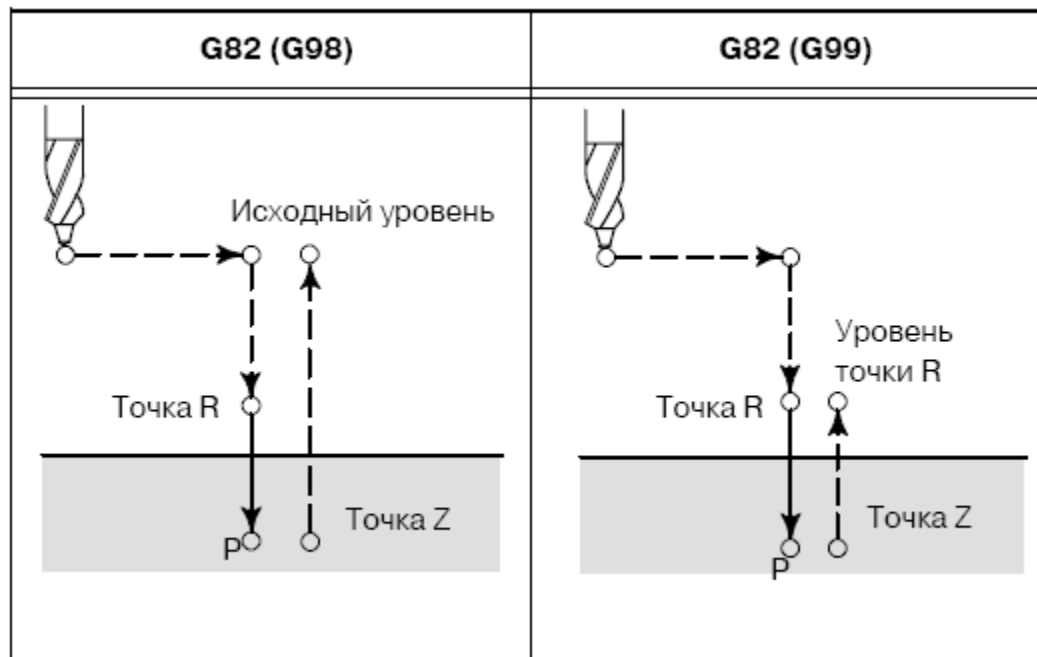


Рисунок 14 – Цикл сверления за один проход с выдержкой G82

Параметры цикла

G81 X Y Z R F K

G82 X Y Z R P F K

X, Y = координаты положения отверстия.

Z = расстояние от точки R до дна отверстия.

R = расстояние от точки старта цикла до начальной точки сверления.

P = выдержка времени у дна отверстия.

F = скорость рабочей подачи.

K = количество повторных сверлений в случае симметрично расположенных отверстий.

Пример:

O0001 (DRILL)

N10 G21 G54;

N20 G40 G49 G80 G90; Активация абсолютного позиционирования

N30 T1 M6; (DRILL D15) Смена инструмента

N40 G43 H1; Активация коррекции на длину инструмента

N50 G00 X5. Y3.; Быстрое перемещение в положение XY

N60 S1500 M3; Включение вращения шпинделя по ЧС со скоростью

1500 об/мин

N70 G00 Z1. M8; Быстрое перемещение в начальное положение Z, выключение охлаждения

N80 G81G98 Z-2.125 R.1 F3.67; Установка режима G98, определение и выполнение цикла G73 или G83.

или

N80 G82G98 Z-2.125 R.1 P500 F3.67; Установка режима G98, определение и выполнение цикла G73 или G83.

N90 G80; Отмена цикла

Сверление нескольких отверстий

Все циклы, описанные выше, можно использовать для сверления нескольких отверстий. Цикл сверления остается действующим до отмены командой G80. Когда дана команда на выполнение цикла сверления, остается только запрограммировать положения X и Y в последовательных информационных блоках для того, чтобы дать команду станку выполнить сверление в каждом положении. Команда G80 программируется после завершения сверления всех отверстий для данного инструмента.

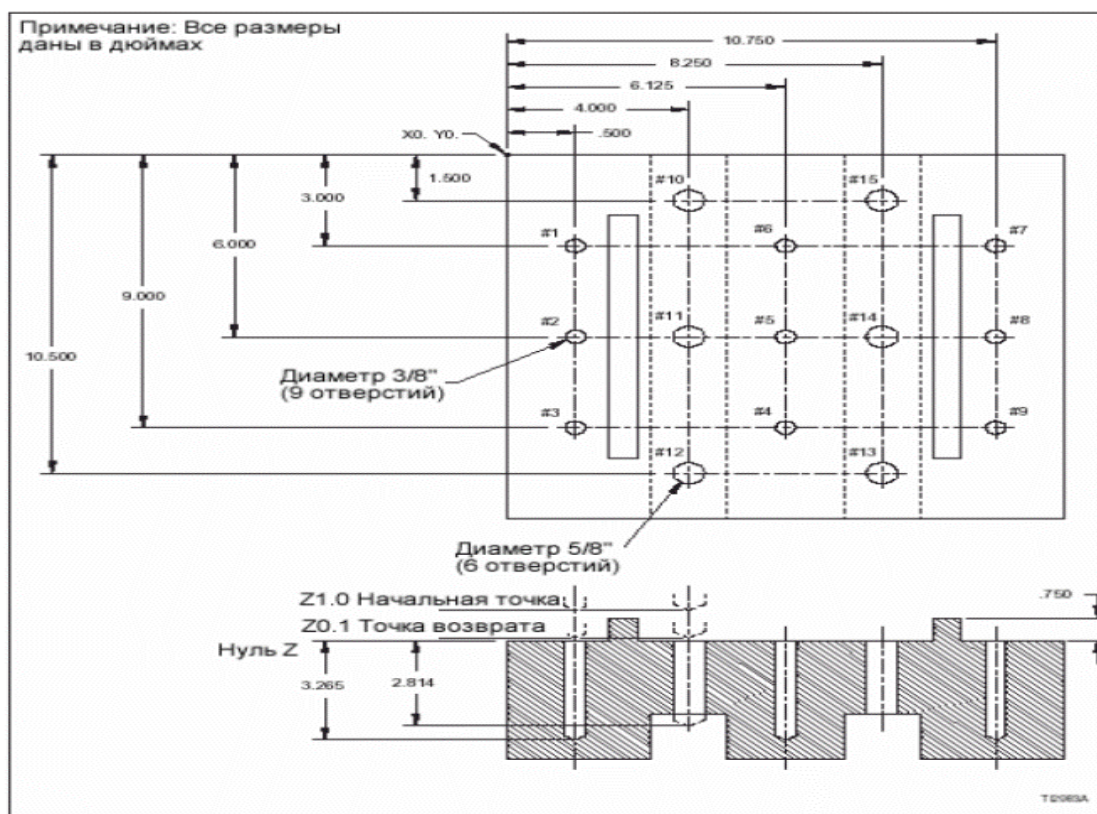


Рисунок 15 – Схема сверления нескольких отверстий

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

86

O0001 (.....)
 N10 G21 G54;
 N20 G40 G49 G80 G90; Активация абсолютного позиционирования
 N30 T1 M6; (DRILL D15) Смена инструмента
 N40 G43 H1; Активация коррекции на длину инструмента
 N50 S1200 M3; Включение вращения шпинделя по ЧС со скоростью
 1200 об/мин
 N60 G00 X.5 Y-3.; Быстрое перемещение в положение XY, включение
 охлаждения
 N70 G82 G98 Z-3.265 R.1 P500 F3.67; Установка режима G98,
 определение и выполнение цикла G82 и сверление отверстия #1.
 N80 Y-6. ; Сверление отверстия #2
 N90 Y-9. ; Сверление отверстия #3
 N100 X6.125 ; Сверление отверстия #4
 N110 Y-6. ; Сверление отверстия #5
 N120 Y-3. ; Сверление отверстия #6
 N130 X10.75 Сверление отверстия #7
 N140 Y-6. ; Сверление отверстия #8
 N150 Y-9. ; Сверление отверстия #9
 N160 G80; Отмена цикла
 N170 G91 G28 X0 Y0 Z0;
 N180 M9 M5;
 N190 M1;
 N200 G40 G49 G80 G90 ;
 N210 G21 G54;
 N220 T2 M6; (DRILL D22) Смена инструмента
 N230 G43 H2; Активация коррекции на длину инструмента
 N240 S950 M3; Включение вращения шпинделя по ЧС со скоростью
 950 об/мин

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>87</i>

N250 G00 X4. Y-1.5 M8; Активизирование абсолютного позиционирования, быстрое перемещение в положение XY, включение охлаждения

N260 G81 G99 Z-2.814 R.1 F3.3; Установка режима G99, Определение и выполнение цикла G81 и сверление отверстия #10

N270 Y-6. ; Сверление отверстия #11

N280 Y-10.5 ; Сверление отверстия #12

N290 X8.25 ; Сверление отверстия #13

N300 Y-6. ; Сверление отверстия #14

N310 Y-1.5 ; Сверление отверстия #15

N320 G80 ; Отмена цикла

N330 G91 G28 X0 Y0 Z0;

N340 M9 M5;

N350 M30;

3.3.2. Закрепление нового материала

Мы рассмотрели 4 цикла и их параметры. Сейчас выдам вам контрольные вопросы (Приложение В), которое необходимо выполнить. Выполняя задания, опирайтесь на теоретические сведения, приведенные в презентации и ваших конспектах.

3.3.3. Заключительная часть

Проводит опрос обучаемых по изученному материалу ,по контрольным вопросам, приведенным в презентации (Слайд №20)

1. Что такое «Сверление»?
2. Что такое «Цикл сверления»?
3. Назовите циклы сверления, предусмотренные в станках с ЧПУ FANUC.
4. Напишите , чем отличается цикл G73 от цикла G82?

5. Расшифруйте назначение кадров в программе сверления:

N30 T1 M6; (DRILL D15); N40 G43 H1; N50 G00 X5. Y3.; N60 S1500 M3

Учащиеся отвечают на вопросы, а преподаватель слушает и анализирует ответы и при необходимости поправляет учащихся. Преподаватель делает заключение и выводы по проведенному уроку и диктует домашнее задание по изучению циклов фрезерной обработки в системе ЧПУ FANUC.

Данная разработка способствует усвоению новых знаний и правильной последовательности выполнения трудовых приемов и операций, снижает риск появления брака в работе.

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>89</i>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте была выполнена разработка технологического процесса механической обработки детали «Крышка привода» в условиях среднесерийного производства. Разработанный технологический процесс обеспечивает получение продукции высокого качества, в условиях существующего на предприятии современного оборудования с применением инструмента ведущих фирм производителей. При разработке проекта были учтены: особенности и свойства обрабатываемого материала, точность размеров, шероховатость поверхностей, действующие стандарты и нормативы.

Предложена обработка с применением прогрессивного режущего инструмента компании Sandvik Coromant и Karnasch, для поверхностей, имеющих повышенные требования к точности обработки и стойкости инструмента.

Приведены расчеты норм времени и режимов резания. С целью повышения производительности труда и надежности закрепления заготовки разработано приспособление с пневмозажимом для программных операций с приведением расчетов по силе зажима.

В экономической части проекта приведены расчеты и обоснованы все приведенные затраты на оборудование, заработную плату и энергоресурсы.

В методической части разработано занятие теоретического обучения операторов станков с ЧПУ по изучению циклов сверления в рамках программы переподготовки станочников, работающих на предприятии. Поставленные задачи решены, цели достигнуты.

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>90</i>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.

2. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 67 с.

3. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.

4. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.

5. Каблов Е.Н. Шестой технологический уклад. [Текст] //Наука и жизнь, 2010. № 4.

6. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург, Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169 с.

7. Козлова Т. А. Методические указания к выполнению практической работы. «Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008.34с.

8. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т.А. Козлова, Т.В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.

9. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

10. Паршин М.А., Круглов Д.А. Переход России к шестому

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>91</i>

технологическому укладу: возможности и риски. [Электронный ресурс].
//Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5.
URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/05/33059> (Дата обращения 18.03.2018).

11. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием:
Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526с.

12. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.1-656 с., ил.

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

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

15. Электронный каталог «Karnash Professional Tools», 2017

16. Электронный каталог «Sandvik Coromant», 2017

17. Электронный каталог « Sandvik Coromant », 2018

18. Электронный каталог « Sandvik Coromant », 2019

19. Электронное руководство по эксплуатации Fanuc 300i для системы многоцелевого станка.

20.<http://okkcorp.com/machine/vp9000/> (Дата обращения 25.03.2018).

21.<http://uralgidromash.ru/ru/katalog-produktsii/>

(Дата обращения 05.05.2018).

22.<https://www.okk.co.jp/en/product/vertical-machining-centers/vertical-machining-centers-2/vp9000> (Дата обращения 24.04.2018).

23.<https://ekb.pulscen.ru/price/01-metally-metalloprokat-chernyj-i-nerzhavjucshij> (Дата обращения 21.04.2018).

24. <https://docplayer.ru/71123117-Naladka-i-programmirovanie-stankov-s-ustroystvom-chpu-fanuc.html> (Дата обращения 29.04.2018).

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		92

25. <http://elar.uspu.ru/bitstream/uspu/2887/1/uch00035.pdf>

(Дата обращения 13.04.2018).

26. <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2084/3/00710.pdf>

(Дата обращения 10.04.2018).

27. <https://scienceforum.ru/2010/article/2010000622>

(Дата обращения 10.04.2018).

28. <http://www.itmstanki.com/index.pl?act=PRODUCT&id=199>

(Дата обращения 05.05.2018).

29. <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833>

(Дата обращения 21.04.2018).

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>93</i>

Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1. Крышка привода Штамповка	ДП 44.03.04.628.01	A1	1	
2. Крышка привода	ДП 44.03.04.628.02	A1	1	
3. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.628.Д03	A1	1	
4. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.628.Д04	A1	1	
5. Управляющая программа для опер. 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ (фрагмент)	ДП 44.03.04.628.Д05	A1	1	
6. Экономические показатели дипломного проекта	ДП 44.03.04.628.06	A1	1	

Комплект слайдов

УРОК ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ПРАВИЛАМ СОСТАВЛЕНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ

Разработал: Коротченя А. А.

Руководитель проекта: Суриков В. П.
доцент, канд. тех. наук.

Сверление

Сверление — это 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.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

95

ВОПРОСЫ:

- **Способы закрепления символов за командами управления**
(ответ: G-коды)
- **Принципы кодирования осей**
(ответ: M-функции)
- **Порядок составления УП**
(ответ: № кадра – назначение инструмента T и корректора D – определение нулевой точки G54...559 – G-коды – M-функции)

СТОЙКА ЧПУ Fanuc 300i

Станок ОКК VP9000 - 5AX обеспечивает: выполнение сверлильно-расточных, фрезерных и резьбонарезных операций с высокой точностью. Сочетает в себе функциональность фрезерного станка с широким набором функций специального, дополнительного оборудования. Станок оснащен системой ЧПУ FANUC.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

96

ДИАЛОГОВОЕ ОКНО

В системе FANUC предусмотрена работа с диалоговыми окнами, что обеспечивает удобство и простоту создания УП, в том числе задание параметров циклов. В связи с этим нет необходимости запоминать кодировку параметров, достаточно внимательно внести в диалоговые окна требуемые величины.



Циклы глубокого сверления

Циклы G73 и G83 используют приращения постоянной глубины для расстояния подачи на резку.

Цикл G73 называется “высокоскоростным” из-за короткого расстояния отвода после каждого прохода. Для сравнения – Цикл G83 отводит сверло в точку возврата после каждого прохода. Каждый из этих циклов имеет свои преимущества и должен быть выбран в соответствии с требованиями к операции.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

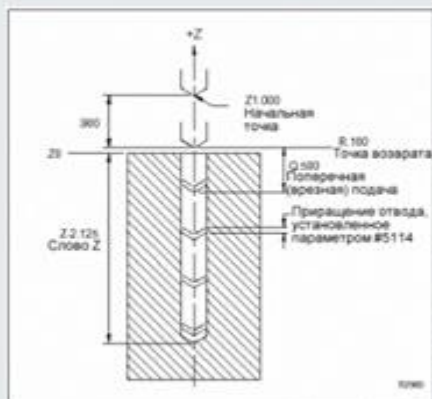
Лист

97

Параметры циклов

- **G73** или **G83 X Y Z R Q F K**
- X, Y = координаты положения отверстия.
- Z = расстояние от точки R до дна отверстия.
- R = расстояние от точки старта цикла до начальной точки сверления.
- Q = шаг сверления по оси Z (глубина резания за проход).
- F = скорость рабочей подачи.
- K = количество повторных сверлений в случае симметрично расположенных отверстий.

Последовательность перемещений



- При выполнении цикла G73 мы имеем следующую последовательность перемещений по оси:
- 1. Быстрый перевод сверла в начальную точку.
- 2. Из начальной точки сверло быстро перемещается в точку возврата.
- 3. Сверло подается в значение "Q".
- 4. Сверло быстро поднимается на одно приращение отвода.
- 5. Сверло подается в значение "Q+ Приращение отвода".
- 6. Пункты 4-5 повторяются до последнего прохода. На последнем проходе сверло подается на окончательную глубину отверстия, затем быстро отводится в начальную точку или в точку возврата в зависимости от того, какая команда активна G98 или G99.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

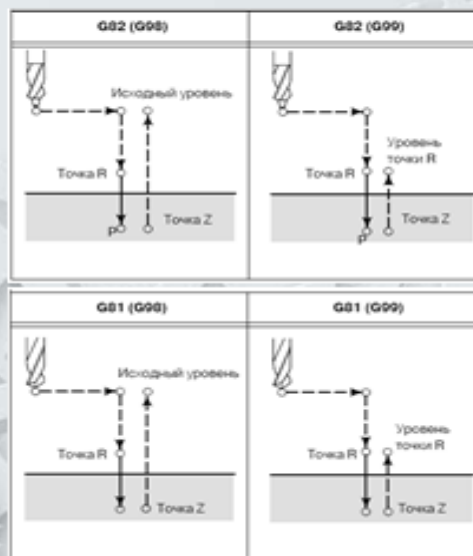
98

Пример использования цикла глубокого сверления в управляющей программе

- O0001 (DRILL)
- N10 G21 G54;
- N20 G40 G49 G80 G90; Активация абсолютного позиционирования
- N30 T1 M6; (DRILL D15) Смена инструмента
- N40 G43 H1; Активация коррекции на длину инструмента
- N50 G00 X5. Y3.; Быстрое перемещение в положение XY
- N60 S1500 M3; Включение вращения шпинделя по ЧС со скоростью 1500 об/мин
- N70 G00 Z1. M8; Быстрое перемещение в начальное положение Z, выключение охлаждения
- N80 G73 или G83G98 Z-2.125 R.1 Q.5 F3.67; Установка режима G98, определение и выполнение цикла G73 или G83.
- N90 G80; Отмена цикла

Циклы сверления с однократным проходом G81 и G82

Циклы сверления за один проход, G81 и G82, выполняются примерно одинаково, за исключением запрограммированной остановки в нижней части отверстия в цикле G82. Цикл G81 обычно применяется при полностью сквозном сверлении через заготовку. Цикл G82 обычно применяется для сверления таких глухих отверстий



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

99

Параметры цикла G81 и G82

- Параметры цикла
- **G81 X Y Z R F K**
- **G82 X Y Z R P F K**
- X, Y = координаты положения отверстия.
- Z = расстояние от точки R до дна отверстия.
- R = расстояние от точки старта цикла до начальной точки сверления.
- P = выдержка времени у дна отверстия.
- F = скорость рабочей подачи.
- K = количество повторных сверлений в случае симметрично расположенных отверстий.
- Пример:

Пример использования цикла с однократным проходом в управляющей программе

- O0001 (DRILL)
- N10 G21 G54;
- N20 G40 G49 G80 G90; Активация абсолютного позиционирования
- N30 T1 M6; (DRILL D15) Смена инструмента
- N40 G43 H1; Активация коррекции на длину инструмента
- N50 G00 X5. Y3.; Быстрое перемещение в положение XY
- N60 S1500 M3; Включение вращения шпинделя по ЧС со скоростью 1500 об/мин
- N70 G00 Z1. M8; Быстрое перемещение в начальное положение Z, выключение охлаждения
- N80 **G81G98 Z-2.125 R.1 F3.67**; Установка режима G98, определение и выполнение цикла G73 или G83.
- или
- N80 **G82G98 Z-2.125 R.1 P500 F3.67**; Установка режима G98, определение и выполнение цикла G73 или G83.
- N90 G80; Отмена цикла

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

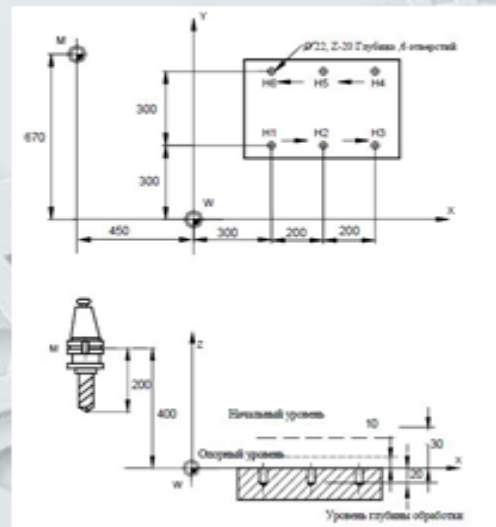
Лист

100

Сверление нескольких отверстий

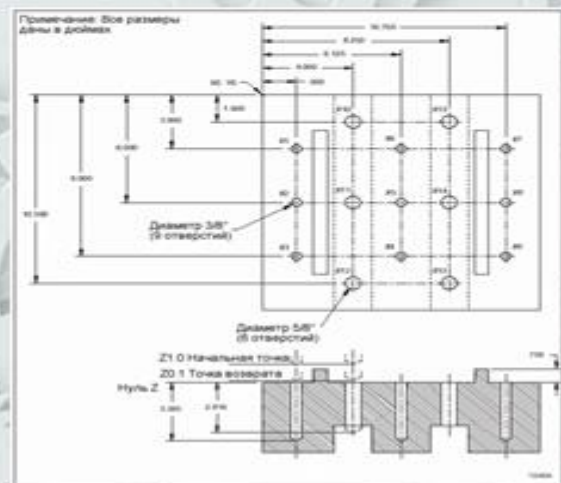
Все циклы, описанные выше, можно использовать для сверления нескольких отверстий. Цикл сверления остается действующим до отмены командой G80.

Когда дана команда на выполнение цикла сверления, остается только запрограммировать положения X и Y в последовательных информационных блоках для того, чтобы дать команду станку выполнить сверление в каждом положении. Команда G80 программируется после завершения сверления всех отверстий для данного инструмента.



Пример использования циклов сверления в управляющей программе

- O0001 (.....)
- N10 G21 G54;
- N20 G40 G49 G80 G90; Активация абсолютного позиционирования
- N30 T1 M6; (DRILL D15) Смена инструмента
- N40 G43 H1; Активация коррекции на длину инструмента
- N50 S1200 M3; Включение вращения шпинделя по ЧС со скоростью 1200 об/мин
- N60 G00 X.5 Y-3.; Быстрое перемещение в положение XY, включение охлаждения
- N70 G82 G98 Z-3.265 R.1 P500 F3.67; Установка режима G98, определение и выполнение цикла G82 и сверление отверстия #1.
- N80 Y-6.; Сверление отверстия #2
- N90 Y-9.; Сверление отверстия #3
- N100 X6.125; Сверление отверстия #4
- N110 Y-6.; Сверление отверстия #5
- N120 Y-3.; Сверление отверстия #6
- N130 X10.75 Сверление отверстия #7
- N140 Y-6.; Сверление отверстия #8
- N150 Y-9.; Сверление отверстия #9
- N160 G80; Отмена цикла



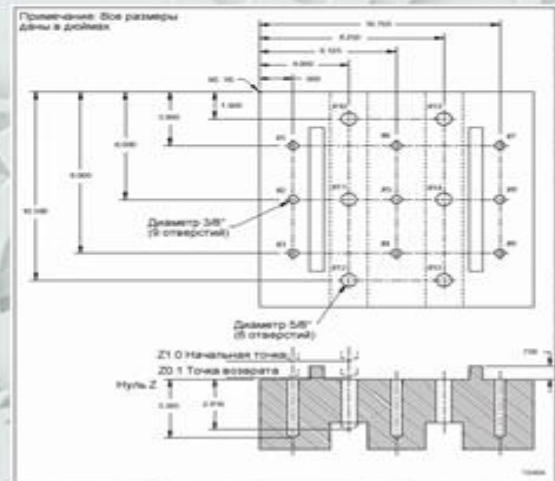
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

101

- N170 G91 G28 X0 Y0 Z0;
- N180 M9 M5;
- N190 M1;
- N200 G40 G49 G80 G90 ;
- N210 G21 G54;
- N220 T2 M6; (DRILL D22) Смена инструмента
- N230 G43 H2; Активация коррекции на длину инструмента
- N240 S950 M3; Включение вращения шпинделя по ЧС со скоростью 950 об/мин
- N250 G00 X4. Y-1.5 M8; Активизирование абсолютного позиционирования, быстрое перемещение в положение XY, включение охлаждения
- N260 G81 G99 Z-2.814 R.1 F3.3; Установка режима G99, Определение и выполнение цикла G81 и сверление отверстия #10
- N270 Y-6. ; Сверление отверстия #11
- N280 Y-10.5 ; Сверление отверстия #12
- N290 X8.25 ; Сверление отверстия #13
- N300 Y-6. ; Сверление отверстия #14
- N310 Y-1.5 ; Сверление отверстия #15
- N320 G80 ; Отмена цикла
- N330 G91 G28 X0 Y0 Z0;
- N340 M9 M5;
- N350 M30;



Контрольные вопросы

1. Закончите определение «Сверлением – это..»?
2. Назовите циклы сверления, предусмотренные в станках с системой ЧПУ FANUC.
3. Какой цикл можно назвать «высокоскоростным»?
4. Напишите , чем отличается цикл G73 от цикла G82?
5. Опишите назначение кадров программы:
 - N30 T1 M6; (DRILL D15);
 - N40 G43 H1;
 - N50 G00 X5.Y3.;
 - N60 S1500 M3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.44.03.04.628.ПЗ

Лист

102

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>103</i>

					<i>ДП.44.03.04.628.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>104</i>