

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КАРТЕР РЕДУКТОРА»

Выпускная квалификационная работа

по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технологии и оборудования машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 178

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой ТМС

_____ Н. В. Бородина

«___» _____ 20__ г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КАРТЕР РЕДУКТОРА»

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)

профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»

специализации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 178

Исполнитель

студент гр. ТО – 403

_____ В.В. Петров

Руководитель

доцент

_____ Т.А. Козлова

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 156 листов машинописного текста, 42 таблицы, 26 иллюстраций, 30 использованных источников, 5 приложений.

Ключевые слова: КАРТЕР РЕДУКТОРА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ.

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

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

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

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

					<i>ДП 44.03.04.178. ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Петров В.В.</i>			Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Картер редуктора»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Козлова Т. А.</i>					3	156
<i>Реценз.</i>						РГППУ каф. ТМС гр. ТО-403		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Свииков В.П.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Бородин Н.В.</i>						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1. Служебное назначение	7
1.2. Анализ технологичности конструкции детали	8
1.3. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса обработки детали «Картер редуктора»	10
1.4. Анализ базового технологического процесса обработки детали «Картер редуктора».....	12
1.5. Определение типа производства.....	17
1.6. Разработка технологического процесса обработки детали «Картер редуктора».....	21
1.6.1. Выбор исходной заготовки и описание метода ее получения.....	21
1.6.2. Выбор технологических баз.....	27
1.6.3. Составление технологического маршрута обработки детали	30
1.6.4. Выбор средств технологического оснащения	32
1.7. Технологические расчеты	46
1.7.1. Расчет припусков	46
1.7.2. Расчет режимов резания	51
1.7.3. Расчет технических норм времени	54
2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	57
2.1. Основные и вспомогательные функции системы ЧПУ.....	58
2.2. Разработка управляющей программы.....	59
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	61
3.1. Определение количества технологического оборудования.....	61
3.2. Определение капитальных вложений в оборудование	64
3.3. Расчет технологической себестоимости детали	65
3.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса	80
3.5. Анализ уровня технологии производства.....	80

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		4

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	84
4.1. Обоснование методической разработки	84
4.2. Условия обучения в учебном центре ДПО	85
4.3. Анализ профессионального стандарта.....	87
4.4. Анализ учебного плана.....	94
4.5. Разработка перспективно-тематического плана по теме по теме «Разработка управляющей программы»	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	102
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	103
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень листов графических материалов.....	106
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Конспект учебного занятия по теме «Программирование фрезерной обработки»	107
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Презентация к занятию	118
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Управляющая программа	127
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Комплект технологической документации.....	130

ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

Целью выпускной квалификационной работы совершенствование технологического процесса с целью повышения экономической эффективности путем применения современного технологического оснащения.

Для достижения поставленной цели, необходимо выполнить следующие задачи:

- проанализировать исходные данные о детали;
- разработать новый вариант технологического процесса с современным технологическим оснащением;
- разработать управляющую программу механической обработки детали «Картер редуктора»;
- рассчитать технико-экономические показатели технологического процесса;
- разработать методику повышения квалификации рабочих кадров по профессии оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		6

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Служебное назначение

Картер редуктора служит для расположения деталей передач, защищает детали от механических повреждений и загрязнений, обеспечивает необходимую смазку. Данная деталь используется в редукторе электропогрузчика ЭП-103КО.

Материал детали – Сталь 35Л ГОСТ 977-88, буква Л в конце означает, что перед нами литейная сталь, а цифра 35 свидетельствует о содержании 0,35% углерода. Нелегированная сталь для отливок 35Л используется для изготовления деталей, работающих под воздействием средних динамических/статических нагрузок – зубчатые колеса, кронштейны, бегунки, тяги, балансиры, задвижки, катки, диафрагмы, валки, станины прокатных станов [15].

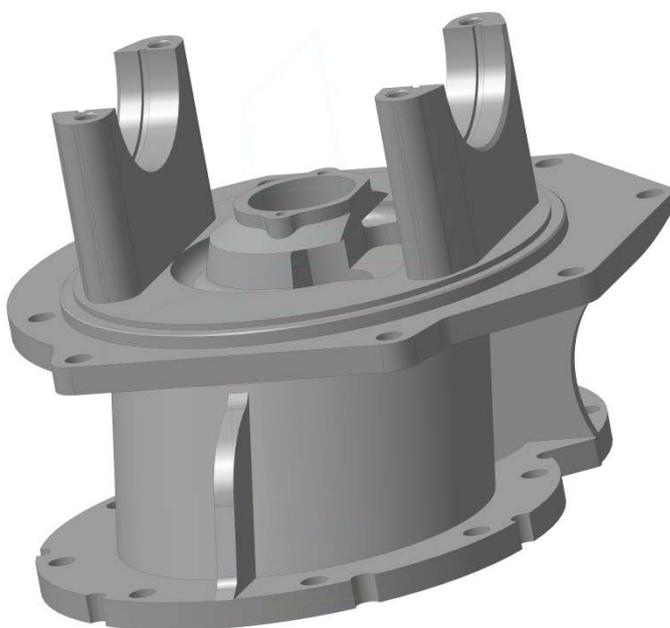


Рисунок 1 – Деталь «Картер редуктора»

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		7

Свойства стали 35Л (ГОСТ977-88), представлены таблицами 1, 2, 3.

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

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

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

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

Таблица 3 – Физические свойства материала стали 35Л (ГОСТ977-88)

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

1.2. Анализ технологичности конструкции детали

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

Анализ технологичности выполняют на качественном и количественном уровне.

Качественную оценку производят по материалу, геометрической форме, качеству поверхностей, по простановке размеров и возможным способам получения заготовки, по возможностям технологии изготовления.

Качественная оценка:

- Деталь имеет сложные формы – плохо.
- Присутствуют глухие отверстия – плохо.
- Наклонные отверстия, требуется специальная оснастка – плохо.
- Неудобные поверхности для обработки – плохо.
- Конструкция детали сложная, поэтому на станке можно обработать только одну деталь – плохо.

Количественная оценка технологичности конструкции детали производится по следующим показателям:

1) Коэффициент использования металла:

$$K_{им} = \frac{M_{д}}{M_{м}},$$

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

$M_{м}$ – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$K_{им} = \frac{25,76}{35} = 0,736.$$

2) Коэффициент точности обработки детали:

$$K_{т} = \frac{T_{н}}{T_{о}},$$

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

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

$$K_{т} = \frac{10}{29} = 0,34.$$

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

3) Коэффициент шероховатости поверхностей детали:

$$K_{ш} = \frac{Ш_H}{Ш_0},$$

где $Ш_H$ – число поверхностей детали необоснованной шероховатости, шт.;

$Ш_0$ – общее число поверхностей детали, подлежащих обработке шт.

$$K_{ш} = \frac{15}{29} = 0,52.$$

Исходя из качественной и количественной оценки говорить, можно сделать вывод о том, что деталь является не технологичной, однако рекомендовать какие-либо изменения в данной детали очень сложно, т.к. ее конструкция продиктована служебным назначением.

1.3. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса обработки детали «Картер редуктора»

Рабочий чертеж детали – 44.03.04.178.02.

Тип производства – среднесерийное.

Масса детали 25,76 кг.

На основе анализа технических требований сформулированы технологические задачи:

1) Обеспечить точность размеров отверстий:

Резьбовых (По 6 классу точности:(M95×1,5-6H) – после сборки; M8-6H; M12×1,25-6H.).

По 7 качеству: (Ø90H7) – после сборки; Ø12U7 – База $\begin{matrix} \varepsilon | \\ \blacktriangle \end{matrix}$.

По 8 качеству: Ø244e8.

По 12 качеству: Ø5,2H12.

Ø 80 $\begin{matrix} -0,013 \\ -0,050 \end{matrix}$ – База $\begin{matrix} A | \\ \blacktriangle \end{matrix}$.

остальные размеры по 14 качеству.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

2) Обеспечить точность расположения поверхностей:

Позиционный допуск: 10 отв. $\varnothing 13$, $\begin{matrix} \oplus \\ 0,3 \\ Б \end{matrix}$ – относительно базы $\begin{matrix} \square \\ Б \\ \blacktriangle \end{matrix}$;

2 отв. $\varnothing 12$ – $\begin{matrix} \oplus \\ 0,08 \\ А \end{matrix}$ относительно базы $\begin{matrix} \square \\ А \\ \blacktriangle \end{matrix}$;

Допуск параллельности: $62,8 \pm 0,2$ – $\begin{matrix} // \\ 0,08 \\ Д \end{matrix}$ относительно базы $\begin{matrix} \square \\ Д \\ \blacktriangle \end{matrix}$;

Радиальное биение: $\varnothing 52^{+0,3}$ – $\begin{matrix} \nearrow \\ 0,04 \\ А \end{matrix}$ относительно базы $\begin{matrix} \square \\ А \\ \blacktriangle \end{matrix}$;

Круглости: $\varnothing 52^{+0,3}$ – $\begin{matrix} \bigcirc \\ 0,03 \end{matrix}$.

3) Обеспечить требования по качеству поверхностей:

Базовые поверхности отверстий Ra 2.5 – $\varnothing 90H7$, 2 отв. $\varnothing 12$, $\varnothing 80_{-0,050}^{-0,013}$;

Ra 5 – $\varnothing 244e8$, $\varnothing 230$;

Ra 20 – $\varnothing 5.2 H12$, $\varnothing 95.5$, $\varnothing 74^{+0,5}$, $\varnothing 8$ 2 отв;

Rz 20 – резьбовых отверстий – M95×1,5-6H; M8-6H; M12×1,25-6H;

Других поверхностей Ra5 – 45;

Rz 20 – $1 \times 45^\circ$, $2 \times 45^\circ$, $100 \pm 0,1$; 86,5; $1,6^{+1} \times 45^\circ$;

Остальные по заготовке Rz 200.

4) Обеспечить выполнение других технических требования, указанных на чертеже:

- Размеры обеспечиваются инструментом;
- Неуказанные предельные отклонения размеров, получаемых механической обработкой: H14(h14), IT14/2.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

1.4. Анализ базового технологического процесса обработки детали «Картер редуктора»

Характеристика технологического процесса.

По признакам технологический процесс относят:

- по числу охватываемых изделий – единичный;
- по назначению – рабочий;
- по документации – маршрутно-операционный.

В базовом технологическом процессе много переустановов детали, что плохо сказывается на точности обработки.

В таблице 4 приведён маршрут технологического процесса механической обработки детали «Картер редуктора».

Таблица 4 – Технологический маршрут изготовления детали «Картер редуктора» в базовом варианте

Номер операции	Наименование операции	Оборудование
1	2	3
1	Фрезерная	Фрезерный 654
2	Слесарная	Верстак
3	Фрезерная	Фрезерный 654
4	Слесарная	Верстак
5	Фрезерная	Фрезерный 654
6	Слесарная	Верстак
7	Карусельная	Токарно-карусельный 1531М
8	Слесарная	Верстак
9	Слесарная	Верстак
10	Сварочная	Газовая сварка
11	Карусельная	Токарно-карусельный 1531М
12	Слесарная	Верстак
13	Токарная с ЧПУ	Токарный с ЧПУ 16К30Ф333
14	Слесарная	Верстак
15	Сварочная	Газовая сварка
16	Сверлильно-фрезерная с ПУ	Сверлильно-фрезерный с ПУ ИР500ПМФ-4
17	Слесарная	Верстак
18	Сверлильная	Сверлильный 2А554
19	Слесарная	Верстак

Окончание таблицы 4 – Технологический маршрут изготовления детали «Картер редуктора» в базовом технологическом процессе

1	2	3
20	Сверлильная	Сверлильный 2А554
21	Слесарная	Верстак
22	Контрольная	Стол ОТК
23	Комплектовочная	Стол ОТК
24	Сборочная	Верстак
25	Сверлильно-фрезерная с ПУ	Сверлильно-фрезерный с ПУ ИР500ПМФ-4
26	Слесарная	Верстак
27	Маркировочная	Верстак
28	Промывочная	Ванна
29	Контрольная	Стол ОТК

Общее число операций 29, станочных 10, контрольных 2.

В таблице 5 приведено подробное содержание процесса механической обработки в базовом технологическом процессе.

Таблица 5 – Содержание процесса механической обработки в базовом технологическом процессе

№ операции	Наименование и содержание операции	Режущий инструмент и оснастка	Измерительный инструмент
1	2	3	4
№1	Фрезерная Фрезеровать пов. 1 заподлицо.	Подкладки, прижимы цеховые; Фреза Ø160 2282-0022 МН 405-65.	Штангенрейсмасс ШР-0-250-0,05 ГОСТ 164-80.
№3	Фрезерная Фрезеровать пов. 2.	Подкладки, прижимы цеховые; Фреза Ø50 2223-0025 ГОСТ 17026-71.	
№5	Фрезерная Фрезеровать поверхность.	Специальное приспособление; Фреза Ø160 2282-0022 МН 405-65.	Штангенрейсмасс ШР-0-250-0,05 ГОСТ 164-80.

При изготовлении деталей целесообразно соблюдать принцип постоянства баз, т.к. при переустановке детали снижается точность обработки из-за погрешностей установки. В базовом технологическом процессе использовалось несколько комплектов технологических баз.

Для решения этой проблемы предлагается:

- заменить способ получения заготовки на литье в кокиль;
- применить высокопроизводительный ОЦ DMU 60P duoBLOCK;
- использовать высокопроизводительный режущий инструмент фирмы «KORLOY», «HOLEX», «HORN» и «GARANT»;
- разработать новый технологический процесс;
- разработать управляющую программу обработки детали.
- разработать методику повышения квалификации рабочих кадров по профессии оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

1.5. Определение типа производства

В соответствии с ГОСТ 14.004 – 83, тип производства – классификационная категория производства, определяемая в зависимости от широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий. Современное производство подразделяют на различные типы: единичное, серийное и массовое [2, стр. 30].

Таблица 6 – Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

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

На первом этапе проектирования тип производства ориентировочно может быть определен в соответствии с таблицей 6 от массы детали и объема выпуска.

Исходя из исходных данных для массы детали 25,76 кг и типа производства – среднесерийное зададим объем годового выпуска деталей равным 1200.

Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций. (ГОСТ 3.1121-84) [9]:

$$K_{з.о} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (1)$$

где $\sum O$ – суммарное число различных операций, закрепленных за каждым рабочим местом;

$\sum P$ – суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Располагая данными о штучно-калькуляционном времени, затраченном на каждую операцию, можно определить количество станков по формуле [9]:

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

где N – годовая программа выпуска деталей, шт.;

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

F_d – действительный годовой фонд времени, $F_d = 3946$ ч. (при двухсменной работе);

$\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для крупносерийного и массового производства – $0,75 \div 0,85$.

$$m_{p1} = \frac{1200 \cdot 3}{60 \cdot 3946 \cdot 0,75} = 0,020.$$

После расчета для всех операций m_p устанавливаем принятое число рабочих мест P , округляя его до большего ближайшего целого числа полученное значение m_p .

Для каждой операции вычислим значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле [9]:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P},$$

где m_p – количество станков;

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

P - количество рабочих мест.

$$\eta_{з.ф.1} = \frac{0,020}{1} = 0,020.$$

Количество операций, выполняемых на одном рабочем месте (O), можно определить по формуле [9]:

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

где $\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для крупносерийного и массового производства – $0,75 \div 0,85$;

$\eta_{з.ф.}$ – фактический коэффициент загрузки рабочего места.

$$O = \frac{0,75}{0,020} = 37,5.$$

Все данные расчета по базовому технологическому процессу занесем в таблицу 7.

Таблица 7 – Данные базового технологического процесса для расчета $K_{з.о}$.

Операция	$T_{шт-к}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
Фрезерная	3	0,020	1	0,020	37,5
Фрезерная	2,6	0,017	1	0,017	44,117
Фрезерная	8	0,053	1	0,053	14,151
Карусельная	12	0,079	1	0,079	9,493
Карусельная	8	0,053	1	0,053	14,151
Токарная с ЧПУ	12,4	0,082	1	0,082	9,146
Сверлильно-фрезерная с ПУ	32	0,211	1	0,211	3,554
Сверлильная	5	0,033	1	0,033	22,727
Сверлильная	4,6	0,030	1	0,030	25
	$\sum T_{шт-к} = 87,6$		$\sum P = 9$		$\sum O = 179,83$

Находим коэффициент закрепления операций по формуле (1):

$$K_{з.о.1} = \frac{179,839}{9} = 19,98.$$

Исходя из ГОСТ 3.1121-84 о типах производства можно считать, что у нас среднесерийное производство, т.к. $K_{з.о.} = 20$ [9].

$$10 < K_{з.о.} \leq 20$$

$$10 < 19,98 \leq 20.$$

Размер производственной партии деталей в среднесерийном производстве может быть определен по формуле:

$$n = \frac{N \cdot a}{247},$$

где N – годовой объем выпуска детали;

a – периодичность запуска, в днях (6 дней);

247 – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{1200 \cdot 6}{247} = 28 \text{ шт.}$$

Среднесерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска, в сравнении с единичным производством.

В среднесерийном типе производства используется универсальное, Специализированное и частично специальное оборудование. Широко используются станки с ЧПУ, обрабатывающие центры и находят применение гибкие автоматизированные системы станков с ЧПУ.

Тип производства в предлагаемом варианте соответствует среднесерийному производству, поэтому предлагается использовать более современное технологическое оснащение.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

1.6. Разработка технологического процесса обработки детали «Картер редуктора»

1.6.1. Выбор исходной заготовки и описание метода ее получения

Метод получения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, типом производства, а также экономичностью изготовления [2, стр. 43]. Для рационального выбора заготовки необходимо одновременно учитывать все вышеперечисленные исходные данные, так как между ними существует тесная взаимосвязь.

В данном случае определяющим фактором являются свойства материала. Деталь выполнена из стали 35Л, а она, как известно, не поддается обработке давлением. При этом она обладает хорошими литейными свойствами.

Если материал детали обладает литейными свойствами и в то же время хорошо обрабатывается давлением, то выбор процесса и метода изготовления заготовки связывают с обеспечением заданного качества детали, т.е. с техническим условием на изготовление.

При выборе способа изготовления отливки учитываются: вид сплава и его литейные свойства, служебное назначение и конструкция детали, технические требования, серийность выпуска. Следовательно, заготовку для детали получаем методом литья в кокиль.

Кокиль – металлическая форма, которая заполняется расплавом под действием гравитационных сил.

Основные элементы кокиля – полуформы, плиты, вставки, стержни и т.д. обычно изготавливают из жаропрочной стали.

В сравнении с песчаной формой, кокиль может быть использован многократно. Поэтому, главной сущностью литья в кокиль состоит в применении металлических материалов для изготовления многократно используемых литейных форм.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Эффективность литья в кокиль обычно выявляют в сравнении с литьем в песчаные формы. Экономический эффект достигается путем устранения формовочной смеси, повышения качества отливок, их точности, уменьшения припусков на механическую обработку, снижения трудоемкости очистки и обдувки отливок, механизации и автоматизации основных операций и, как следствие, повышения производительности и улучшения условий труда [1].

Литье в кокиль относится к трудо- и материалосберегающим, малооперационным и малоотходным технологическим процессам, улучшающим условия труда в литейных цехах и уменьшающим вредное воздействие на окружающую среду.

Требования, предъявляемые к отливкам, при литье в кокиль:

- 1) Отливка должна легко освобождаться из кокиля при минимальном числе разъемов формы;
- 2) Отливка должна иметь стенки достаточной толщины, чтобы кокиль;
- 3) Отливки не должны иметь резких переходов от тонкой стенки к толстой, большого числа выступающих частей, тормозящих усадку, и внутренних тепловых узлов полностью заполнялся сплавом при выбранном технологическом режиме;
- 4) Внутренняя полость отливки должна получаться с помощью целых металлических стержней или стержней, собранных из минимального числа песчаных стержней.

Недостатки литья в кокиль:

- Изготовление кокиля обходится достаточно дорого ввиду трудоемкости самого процесса. При наличии в отливках поднутрений стоимость кокиля увеличивается из-за необходимости усложнения конструкции: используются вставки, одноразовые песчаные и разъемные металлические стержни.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

- Срок работы кокиля определяется количеством отливок хорошего качества, которые в нем можно получить. Стойкость формы определяет экономическую целесообразность процесса, особенно в процессе литья стали и чугуна. Повышение срока эксплуатации кокилей является одной из главных технологических задач в этой сфере производства.

- Из-за быстрого остывания и загустения расплава осложняется получение длинных тонкостенных изделий при литье в кокиль. Это приводит также к тому, что чугунные отливки приобретают твердый, отбеленный слой. Форма податлива, это может привести к образованию напряжений и трещин в отливках. При использовании одноразовых песчаных стержней снижается точность отливок, повышается шероховатость поверхности в месте контакта со стержнем.

Данный способ литья применяют в серийном и массовых производствах.

Таблица 8 – Класс размерной точности отливки (ГОСТ 26645 – 85)

Способ литья	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Тип сплава	Ряд припусков
		Термообработываемые стальные сплавы	
		Классы точности	
В песчаные формы	101-250	8-13	6-9
В кокиль	101-250	7-11	4-7

Таблица 9 – Класс точности массы отливки (ГОСТ 26645 – 85)

Способ литья	Номинальная масса отливки, кг	Тип сплава
		Термообработываемые стальные сплавы
В песчаные формы	10-100	9т-16
В кокиль	10-100	7-15

В технологических требованиях заготовки базового технологического процесса указана точность отливки 11т-0-0-11т. Данное требование в соответствии с таблицами 8 и 9 так же соблюдается для кокильного литья.

По ГОСТ 26645-85 точность отливки 11т-0-0-11т расшифровывается следующим образом: 11т – класс размерной точности; 0 – степень коробления; 0 – степень точности поверхностей; 11т – класс точности массы отливки.

Так же по ГОСТ 26645-85 выбраны припуски на механическую обработку. Заливка кокильной формы производится с низу, это поможет уменьшить общий вес заготовки, следовательно припуски на все размеры заготовки будут равны 6 мм. Вид заготовки со всеми размерами представлен на чертеже ДП 44.03.04.178.01.

Далее проведём экономическое сравнение получения, заготовок литьем в песчаные формы и литьём в кокиль.

Сравнение проведем в два этапа:

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

Литье в песчаные формы – $K_{ИМ} = 0,736$;

Литье в кокиль – $K_{ИМ} = 0,805$.

2-ой этап: Сравнение методов получения заготовки на основании расчета стоимости заготовки (в рублях) с учетом ее черновой обработки [2, стр. 41].

$$C_3 = M \cdot C_M - M_0 \cdot C_0 + C_{з.ч} \cdot T_{шт} \left(1 + \frac{C_u}{100} \right), \quad (2)$$

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

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

M_0 – масса отходов материала, кг;

C_0 – цена 1 кг отходов, р;

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

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

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

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

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

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

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

N - годовая программа, шт.;

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

Средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р./чел.-ч:

$$C_{з.ч.1.} = 137,5 \text{ р./чел. - ч.}$$

$$C_{з.ч.2.} = 137,5 \text{ р./чел. - ч.}$$

Стоимость заготовки по формуле (2):

$$C_{31} = 35 \cdot 110 - 7,9 \cdot 11 + 137,5 \cdot 8,4 \cdot \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 5957,6 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = 32 \cdot 93 - 6,24 \cdot 11 + 137,5 \cdot 5,1 \cdot \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 4239,6 \text{ руб.}$$

Рассчитав нужные значения по формулам, занесу полученные данные в таблицу 10.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 10 – Данные для расчета стоимости заготовки по вариантам

Общие исходные данные	Наименования показателей	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Материал детали – сталь 35Л	Вид заготовки	Литье в песчаные формы	Литье в кокиль
Масса детали – 25,76 кг	Класс точности	11т	11т
	Масса заготовки, кг	35	32
Годовая программа – 1200 шт	Стоимость 1т заготовок (руб.)	5957,6	4239,6
Тип производства – среднесерийный	Стоимость 1т стружки (руб.)	11000	11000
	Коэффициент использования металла	0,736	0,805

Экономический эффект [9, стр. 75]:

$$Э_3 = (C_{31} - C_{32}) \cdot N.$$

$$Э_3 = (5957,6 - 4239,6) \cdot 1200 = 2061600 \text{ руб.}$$

В результате сравнения двух вариантов изготовления заготовки следует, что экономически выгодно изготавливать заготовку литьём в кокиль.

Чертеж заготовки оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1125-85.

Технические требования к отливке:

1. Уклоны формовочные в сторону увеличения размеров по ГОСТ 3212-80;
2. Уклоны формовочные на поверхности Л не более 1;
3. Уклоны формовочные на поверхности И не допускаются;
4. Неуказанные литейные радиусы до 8 мм;
5. Точность отливки 11Т-0-0-11Т ГОСТ 26645-85;

6. Допускается литейную стенку Э по диаметру выполнять толщиной 8мм;

7. Отливка 1 группы ГОСТ 977-88.

1.6.2. Выбор технологических баз

От выбора технологических баз зависит точность как линейных, так и диаметральных размеров, получаемых в процессе механической обработке [9 стр. 66].

При обработке корпусных деталей используется следующий метод базирования: обработка от плоскости, т.е. вначале окончательно обрабатывают установочную плоскость, затем принимают ее за установочную базу и относительно нее обрабатывают точные размеры.

Для выполнения конструктивных требований, предъявляемых к деталям класса корпусов, используется принцип постоянства и совмещения баз: обработка от плоскости.

Для обеспечения наибольшей точности перед основной операцией подготавливается база.

Для выбора технологических баз ориентируемся на базовый технологический процесс, т.к там выбраны правильно технологические базы, которые обеспечивают необходимые требования к детали.

Операция 010 – вертикально-фрезерная.

Станок вертикально-фрезерный 654 модели.

Данная операция служит подготовкой базы, для установки в ОЦ с ЧПУ. Заготовка зажимается в специальном приспособлении с винтовым зажимом.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

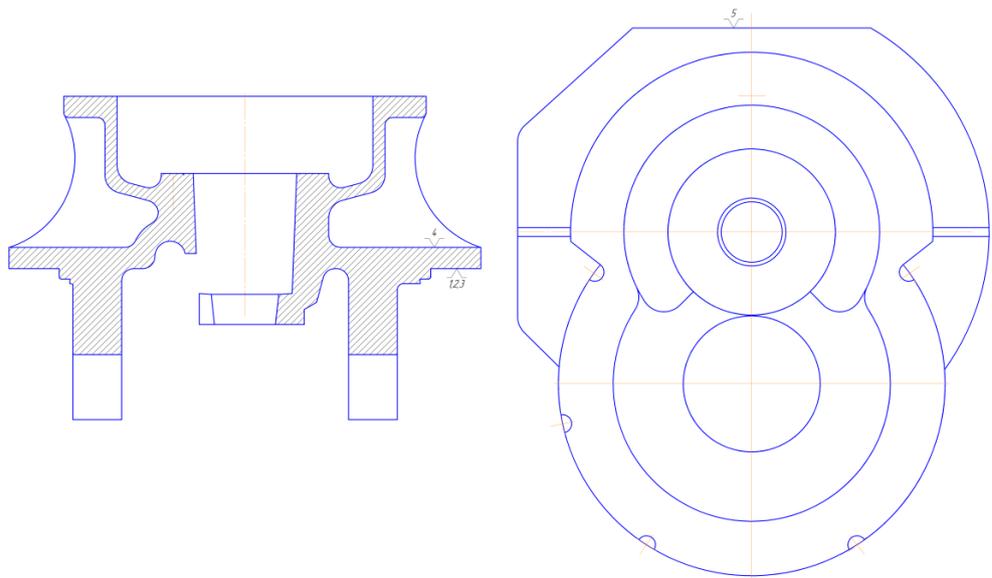


Рисунок 2 – Базирование детали на операции 010

Операция 015 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Обрабатывающий центр DMU 60P duoBLOCK.

Установ А

Деталь зажимается в специальном приспособлении с винтовым зажимом.

Устанавливается уже на подготовленную плоскость на операции 010. В данной операции обрабатывают базу Д.

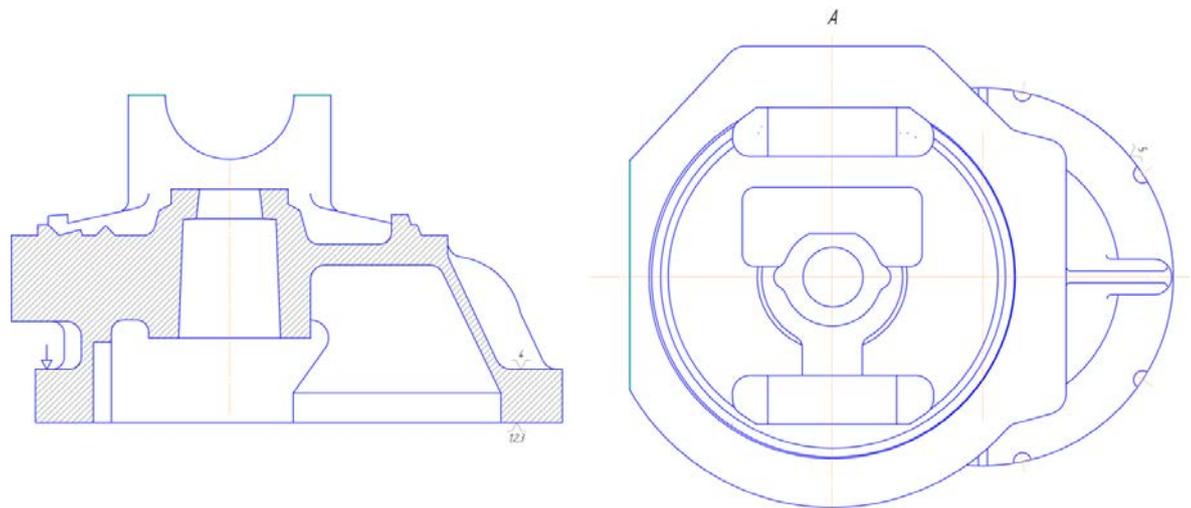


Рисунок 3 – Базирование детали на операции 015 Установ А

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

Установ Б

Деталь устанавливают на базу Д в специальном приспособлении с винтовым зажимом. Обрабатывают базу А, Б.

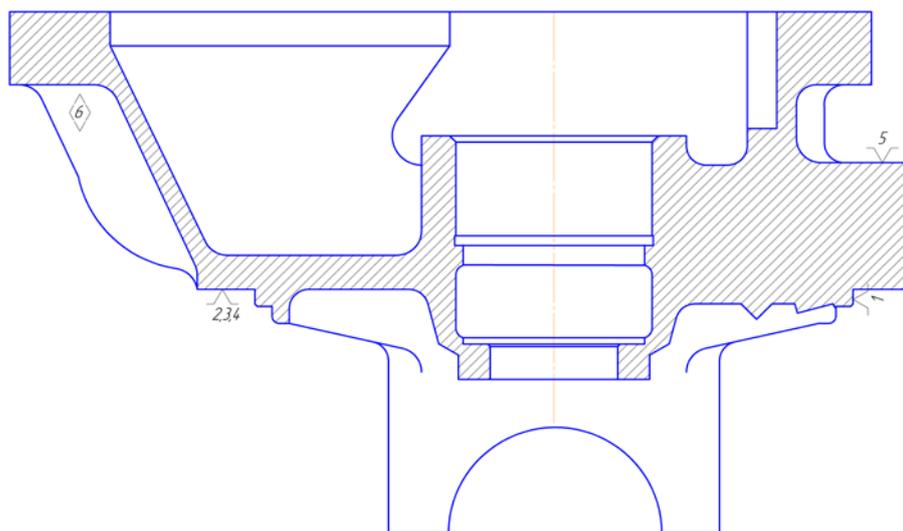


Рисунок 4 – Базирование детали на операции 015 Установ Б

При таком базировании детали обеспечатся технологические требования, предъявляемые к детали.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

1.6.3. Составление технологического маршрута обработки детали

В усовершенствованном технологическом процессе предлагается заменить универсальное оборудование на обрабатывающий центр.

При разработке последовательности и содержания переходов необходимо стремиться к сокращению времени обработки за счет рационального выбора средств технологического оснащения, числа переходов, совмещения основного и вспомогательного времени[9].

Таблица 11 – Технологический маршрут механической обработки «Картер редуктора»

№ операции	Наименование и краткое описание содержания операции	Оборудование	Инструмент
1	2	3	4
010	Фрезерная Фрезеровать пов. 1 предварительно.	Фрезерный станок 654 модели.	Фреза Ø160 2214-0271 ГОСТ 26595-85.
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ <i>Установ А</i> Фрезеровать пов. 2,3,4 Фрезеровать пов. 5,7,8,9,10,12; Фрезеровать фаску 11; Фрезеровать пов.6 предварительно; Центровать 4 отв. с образованием фаски 1,6×45° на пов.13; Центровать 10 отв.; Сверлить 2 отв. Ø5,2; Сверлить 4 отв. Ø7; Сверлить 4 отв. Ø10,8; Сверлить 8 отв. Ø7; Сверлить 8 отв. Ø13; Фрезеровать 2 наклонные пов.16,17 для захода сверла; Сверлить 2 отв. Ø8.	Фрезерный обрабатывающий центр DMU 60P duoBLOCK.	1) Фреза торцевая державка ADN4160R «KORLOY», Пластина SDKN 1203AESN - SU «KORLOY»; 2) Фреза концевая Ø16 203024 «GARANT»; 3) Фасочно-центровочная фреза CE 45-1600R-S12 «KORLOY»; Пластина TWX 16R-KC «KORLOY»; 4) Фреза цилиндрическая 182500 «GARANT»; 5) Сверло Ø5,2 113260 «GARANT»; 6) Сверло Ø7 113260 «GARANT»;

Окончание таблицы 11 – Технологический маршрут механической обработки
«Картер редуктора»

1	2	3	4
015			<p>7) Сверло Ø10.8 113020 «GARANT»;</p> <p>8) Сверло Ø13 113260 «GARANT»;</p> <p>9) Фреза концевая Ø8 202276 «HOLEX»;</p> <p>10) Сверло Ø8 113260 «GARANT».</p>
	<p><i>Установ Б</i></p> <p>Фрезеровать пов. 1 окончательно;</p> <p>Фрезеровать пов. 19 предварительно, пов 20 окончательно, пов. 21 окончательно;</p> <p>Фрезеровать фаски пов. 18, пов. 25;</p> <p>Расфрезеровать канавку пов. 26;</p> <p>Расфрезеровать пов. 22;</p> <p>Расточить пов. 17 окончательно;</p> <p>Центровать 12 отв.;</p> <p>Центровать 6 отв.;</p> <p>Сверлить 6 отв. Ø7;</p> <p>Сверлить 2 отв. Ø7;</p> <p>Зенкеровать 2 отв.Ø11,8;</p> <p>Развернуть 2 отв.Ø12;</p> <p>Сверлить 10 отв.Ø7;</p> <p>Сверлить 10 отв.Ø13.</p>		<p>1) Дисковая фреза державка SPS 063-0305-10R «KORLOY», Пластина SPFN 200-N «KORLOY»;</p> <p>2) Дисковая фреза M313 Пластина 313.0025.50;</p> <p>3) Расточная головка с микрометрической регулировкой HW «GARANT», Пластина CCGT09T302R «GARANT»;</p> <p>4) Фасочно-центровочная фреза CE 45-1600R-S12 «KORLOY»; Пластина TWX 16R-KC «KORLOY»;</p> <p>5) Сверло Ø7 113260 «GARANT»;</p> <p>6) Сверло Ø10,8 113020 «GARANT»;</p> <p>7) Зенкер Ø11,7 116620 «GARANT»;</p> <p>8) Зенкер Ø11,7 116620 «GARANT»;</p> <p>9) Сверло Ø13 113260 «GARANT».</p>

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

1.6.4. Выбор средств технологического оснащения

Технологическое оснащение – комплекс элементов, обеспечивающий выполнение процесса изготовления деталей заданной точности и производительности с оптимальными затратами на производство.

Рациональный выбор всех элементов: металлорежущего оборудования, установочно-зажимных приспособлений, режущего, мерительного и вспомогательного инструментов позволят обеспечить оптимальные режимы резания, высокую производительность.

Наиболее приемлемым оборудованием для заданного типа производства обработки корпусных деталей являются обрабатывающие центры.

Выбор технологического оборудования станков зависит от:

- типа производства, требуемой производительности и себестоимости;
- метода обработки отдельных элементов детали;
- габаритных и обрабатываемых размеров;
- мощности, необходимой для резания;
- возможности обеспечения точности размеров и формы;
- степени удобства и безопасности работы станка.

В проектируемом технологическом процессе предлагается использовать:

1. На первую операции предлагается использовать фрезерный станок модели 654 для подготовки черновой базы. Вертикальный фрезерный станок с крестовым столом модели 654 предназначен для скоростного фрезерования крупногабаритных деталей в основном торцовыми фрезами в условиях индивидуального и серийного производства.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		



Рисунок 5 – Общий вид фрезерного станка модели 654

В таблице 12 приведены технические характеристики фрезерного станка 654 модели [24].

Таблица 12 – Технические характеристики фрезерного станка 654 модели

Наименование параметра	Характеристики станка
1	2
Основные параметры станка	
Размеры поверхности стола, мм	630 x 1600
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола, мм	100..750
Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих (вылет), мм	640
Наибольшее перемещение стола в продольном направлении, мм	1250
Наибольшее перемещение стола в поперечном направлении, мм	600
Вертикальное перемещение бабки, мм	650
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	2000
Шпиндель. Бабка шпиндельная	
Частота вращения шпинделя, об/мин	25..1250
Количество скоростей шпинделя	18
Ход гильзы шпинделя	100
Скорость подачи бабки, мм/мин	4..480
Скорость установочного вертикального перемещения бабки, м/мин	0,8

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

Окончание таблицы 12 – Технические характеристики фрезерного станка 654 модели

1	2
Наибольший крутящий момент на шпинделе, кгс*м	214
Наибольший угол поворота шпиндельной бабки, град	±30°
Цена деления шкалы поворота шпиндельной бабки, мин	30
Конус отверстия шпинделя	Морзе 3
Конец шпинделя	№3 ГОСТ 836-62
Рабочий стол	
Цена деления лимба поперечного перемещения, мм	0,05
Цена деления лимба продольного перемещения, мм	0,05
Пределы продольных подач стола (б/с регулирование)(X), мм/мин	10..1200
Пределы поперечных подач стола (б/с регулирование) (Y), мм/мин	10..1200
Скорость быстрых перемещений стола продольных и поперечных, м/мин	2,0
Наибольшее усилие резания, допускаемое механизмом подачи стола, продольное, поперечное кгс	2000
Электрооборудование и привод станка	
Количество электродвигателей на станке	4
Электродвигатель привода главного движения, кВт	13
Электродвигатель постоянного тока привода подач стола и бабки, кВт	4,5
Суммарная мощность установленных на станке электродвигателей, кВт	17,89
Габаритные размеры и масса станка	
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм	3165 x 2890 x 3120
Масса станка, кг	11600

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.178. ПЗ

Лист

34

2. На вторую операцию предлагается использовать 5-и осевой обрабатывающий центр от DMG MORI DMU 60 P duoBLOCK (рисунок 6), который позволяет выполнять обработку фрезерованием по 5 осям.

Эти универсальные фрезерные станки с временем от стружки до стружки до 3,7 с и повышенной точностью устанавливают новые стандарты в сфере обработки деталей по 5 осям. Благодаря сочетанию конструкции duoBLOCK® и точных поворотных осей с встроенными системами непосредственных измерений, станки duoBLOCK® отличаются большой точностью, динамикой, производительностью и обеспечивают высокую производительность. Еще одной отличительной особенностью DMU 60 P duoBLOCK® является большая рабочая зона 600 x 700 x 600 мм при минимальной установочной площади. Впечатляющую производительность этих станков можно по мере необходимости повышать при помощи разнообразных опций в соответствии с вашими потребностями.



Рисунок 6 – Общий вид ОЦ DMU 60P duoBLOCK

В таблице 13 представим технические характеристики ОЦ DMU 60P duoBLOCK [25].

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		35

Таблица 13 – Технические характеристики ОЦ DMU 60P duoBLOCK

Тип станка		DMU 60 P duoBLOCK®
1	2	3
Рабочая зона		
Оси X/Y/Z	mm	600 × 700 × 600
Расстояние между средней линией шпинделя и поддоном		–
Фрезерные головки, горизонтальные	mm	50 – 650
Фрезерные головки, вертикальные	mm	150 – 750
Расстояние между передним концом шпинделя и средней линией поддона		–
Фрезерные головки, горизонтальные	mm	–150 - 550
Фрезерные головки, вертикальные	mm	–250 - 450
Стол/зажимная поверхность/инструменты		
Поворотный стол с ЧПУ	об/мин	40
Фрезерный/токарный стол (фрезерование/точение)	об/мин	–
Рабочая поверхность стола	mm	∅ 630
Максимальная нагрузка на стол	kg	700
Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось В)		
Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось В)		Стандарт
Диапазон наклона (0 = по вертикали /180 = по горизонтали)	degrees	–30 / +180
Быстрый ход и подача	об/мин	30
Опции: 5 осей		
Наклонная фрезерная головка с ЧПУ (ось А)		–
Диапазон наклона (0 = по вертикали /-90 = по горизонтали)	degrees	–
Быстрый ход и подача	об/мин	–
5X torqueMASTER® — ось В с ЧПУ и редукторным шпинделем		–
Диапазон наклона (0 = по вертикали /180 = по горизонтали)	degrees	–
Быстрый ход и подача	об/мин	–
Главный привод		
Встраиваемый мотор-шпиндель SK40	об/мин	12000
Встраиваемый мотор-шпиндель HSK-A63	об/мин	–
Встраиваемый мотор-шпиндель HSK-A100	об/мин	–
Мощность (40/100 % цикла нагрузки)	kW	28 / 19
Момент (40/100% цикла нагрузки)	Nm	121 / 82
Устройство смены инструмента		
Установка инструмента		SK40
Инструментальный магазин	Pockets	40 / chain
Линейные оси (X/Y/Z)		

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

Окончание таблицы 13 – Технические характеристики ОЦ DMU 60P duoBLOCK

1	2	3
Скорость быстрого хода/подачи	m/min	60
Ускорение	m/s ²	6 / 6 / 5
Сила подачи	kN	10
Характеристики станка		
Необходимая площадь для станка в стандартном исполнении вместе с транспортером стружки без подвода охлаждающей жидкости через внутренний канал	approx. m ²	17,4
Высота станка (в стандартном исполнении)	mm	2768
Вес станка	kg	10600

Выбранные станки оптимально подходят под обработку детали «Картер редуктора» и обеспечивают высокую точность и качество обработанных поверхностей детали.

Выбор технологической оснастки

На фрезерной операции используется специальное приспособление с ручным зажимом №1.

Комплексная операция: специальное приспособление с ручным зажимом №2.

Выбор режущего инструмента

Правильность выбора режущего инструмента позволяет быстро окупить затраты на новое оборудование, значительно повысить производительность старого оборудования и сделать работу операторов более продуктивной.

Выбор режущего инструмента ведется с учетом:

- 1) применения нормализованного и стандартного инструмента;
- 2) метода обработки;
- 3) размеров обрабатываемых поверхностей;
- 4) точности обработки и качества поверхности;
- 5) типа обрабатываемого материала;

- 6) стойкости инструмента, его режущих свойств и прочности;
- 7) стадии обработки (черновая, чистовая, отделочная);
- 8) типа производства.

В разрабатываемом технологическом процесса используем современный высокопроизводительный режущий инструмент компаний: «KORLOY», «GARANT», «HOLEX» и «HORN» [5], [6], [7].

Главными преимуществами выбранных инструментов являются: доступность по цене и надежность в использовании.

На основе разработанного маршрута обработки детали нам потребуется инструмент, фрезерной и сверлильной группы. Рассмотрим системы обозначения выбираемого инструмента.

1 Форма СМП
S P K R 12 03 ED 08 S R - MX

2 Задний угол
S P K R 12 03 ED 08 S R - MX

3 Класс точности
S P K R 12 03 ED 08 S R - MX

4 Тип СМП
S P K R 12 03 ED 08 S R - MX

5 Длина режущей кромки, диаметр вписанной окружности
S P K R 12 03 ED 08 S R - MX

6 Высота СМП
S P K R 12 03 ED 08 S R - MX

7 Радиус при вершине (R)
S P K R 12 03 ED 08 S R - MX

8 Геометрия режущей кромки, K
S P K R 12 03 ED 08 S R - MX

9 Исполнение
S P K R 12 03 ED 08 S R - MX

10 Фрезерные стружколомы
S P K R 12 03 ED 08 S R - MX

Таблица 1: Точность пластин для форм СМП типа S, E, H, M, O, P, R, S, T, W

Тип	d		m	t	Точность по d			Точность по m		
	мм	Дюйм			h6	h7	h8	h9	h10	h11
A	0.025	0.005	0.025	0.85	±0.05	±0.08	±0.08	±0.13	±0.13	
C	0.025	0.013	0.025	1.925	±0.05	±0.08	±0.08	±0.13	±0.13	
H	0.013	0.013	0.025	15.875	±0.10	±0.18	±0.15	±0.27	±0.27	
L	0.025	0.025	0.025	19.05	±0.10	±0.18	±0.15	±0.27	±0.27	
O	0.025	0.025	0.13	25.4	±0.13	±0.25	±0.18	±0.38	±0.38	
R	0.05	0.015	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	
S	0.05	0.015	0.013	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	
T	0.05	0.015	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	
V	0.05	0.015	0.020	0.13	1.27	±0.08	±0.15	±0.15	±0.15	
W	0.08	0.025	0.13	0.025	15.875	±0.10	±0.18	±0.15	±0.27	
					19.05	±0.10	±0.18	±0.15	±0.27	

Таблица 2: Точность пластин для форм СМП типа D

Тип	d		m	t	Точность по d			Точность по m		
	мм	Дюйм			h6	h7	h8	h9	h10	h11
A	0.025	0.005	0.025	0.85	±0.05	±0.08	±0.08	±0.13	±0.13	
C	0.025	0.013	0.025	1.925	±0.05	±0.08	±0.08	±0.13	±0.13	
H	0.013	0.013	0.025	15.875	±0.10	±0.18	±0.15	±0.27	±0.27	
L	0.025	0.025	0.025	19.05	±0.10	±0.18	±0.15	±0.27	±0.27	
O	0.025	0.025	0.13	25.4	±0.13	±0.25	±0.18	±0.38	±0.38	
R	0.05	0.015	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	
S	0.05	0.015	0.013	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	
T	0.05	0.015	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	
V	0.05	0.015	0.020	0.13	1.27	±0.08	±0.15	±0.15	±0.15	
W	0.08	0.025	0.13	0.025	15.875	±0.10	±0.18	±0.15	±0.27	
					19.05	±0.10	±0.18	±0.15	±0.27	

Таблица 3: Геометрические размеры режущей кромки СМП

Тип	r		r		r	
	мм	Дюйм	мм	Дюйм	мм	Дюйм
00	0	0.0	12	3/8	1.2	3/64
02	0.2	0.008	15	5/16	1.5	3/64
04	1	0.039	18	3/4	1.8	3/64
05	0.5	0.020	24	1	2.4	3/64
08	2	0.079	32	1 1/4	3.2	3/64
10	1.0	0.039	40	1 1/2	4.0	3/64

Таблица 4: Угол в плане

Угол в плане	Вспомогательный задний угол
A - 45°	A - 3°
B - 60°	B - 5°
C - 75°	C - 7°
D - 90°	D - 10°
E - 105°	E - 15°
F - 120°	F - 20°
G - 135°	G - 25°
H - 150°	H - 30°
I - 165°	I - 35°
J - 180°	J - 40°
K - 195°	K - 45°
L - 210°	L - 50°
M - 225°	M - 55°
N - 240°	N - 60°
O - 255°	O - 65°
P - 270°	P - 70°
Q - 285°	Q - 75°
R - 300°	R - 80°
S - 315°	S - 85°
T - 330°	T - 90°
U - 345°	U - 95°
V - 360°	V - 100°
W - 375°	W - 105°
X - 390°	X - 110°
Y - 405°	Y - 115°
Z - 420°	Z - 120°

Рисунок 7 – Обозначение пластин компании «KORLOY»

Инструментальный материал	HSS E	Быстрорежущая сталь, легированная кобальтом (5 %)	HSS E-PM	Порошковая быстрорежущая сталь	VHM	Мелкозернистый цельный твердый сплав, группы сплавов K10-K40 и P40	HSS E-SPM	Специальная порошковая быстрорежущая сталь, с высоким содержанием кобальта						
	PKD	Поликристаллический алмаз	Кермет	Кермет										
Тип	Тип N	Тип N = нормальный		Твердосплавный роутер с разнонаправленными зубьями для высокопроизводительной обработки	HR	Мелкий черновой профиль		Левое резание						
Стандарт	DIN 206 B	Соотв. DIN 206	EN 22568	Соотв. Euro-Norm 22568		Заводской стандарт	DIN 371	Соотв. DIN 371						
Хвостовик	Твердосплавные сверла и фрезы с хвостовиком DIN 6535-HA (от $\varnothing \geq 6$ мм) по желанию могут поставляться с лыской на хвостовике HB или HE:													
		Обращайте внимание на текст под заголовком Указание в описании соответствующего режущего инструмента. Требуется: 1 сверло № 12 2659 разм. 10 с лыской HE. Пример заказа: 1 шт. № 12 2659 разм. 10 + 1 шт. № 12 9100 HE			Хвостовик с допуском h6 с лыской по DIN 1835-B			Хвостовик с допуском h7 с 3 лысками для 3-кулачковых патронов						
Изготовление лыски на хвостовике: по индивидуальному заказу – возможность отказа от заказа не предусмотрена.														
Длина		Длина рабочей части $25 \times \varnothing$ (сверло для глубокого сверления)		Общая длина режущего инструмента		Фреза с обниженным хвостовиком (L4)		Диаметр обнижения (D4)						
		180°	Ступенчатый инструмент для цекования 180°		Возможна подача фрезы в этом направлении		60°	Зенковка с углом при вершине 60°						
Угол		90°	Допуск прецизионного инструмента в мкм-диапазоне		Прогрессивная геометрия спиральной канавки		Нерегламентированная фаска на вершине режущей кромки		90°	Зенкующая ступень		118°	Угол при вершине 118°	
		45°	Фаска 45° на вершине режущей кромки		Скругленная вершина режущей кромки									
Форма / зубья		Вершина сверла со специальной подточкой – для арамидных волокон		Инструмент с 3 зубьями		Форма C		Высокопроизводительные сверла с 6 направляющими ленточками и внутренним подводом СОЖ		Конические зенковки с неравномерным шагом для точного зенкования				
	Резьба		MF	Метрическая мелкая резьба		EG-M	Метрическая резьба для проволоочных вставок		60°	С углом профиля 60°		CS	2-3 шага резьбы Форма C с поднутрением	
Примечание по применению метчиков с каналами для охлаждения на синхронных шпинделях: В целях оптимальной смазки (для наибольшего периода стойкости и максимальной эксплуатационной надёжности) со смазочно-охлаждающим маслом или MMS рекомендуется использовать быстросменные резьбонарезные патроны GARANT со встроенной системой микросмазки и минимальной компенсацией длины (MLA) № 33 8100 – 8121.														
Допуск	H7	Для отверстий с допуском H7		ISO 2 6H	Метрическая резьба ISO Класс применения 2 6H = средний допуск		m7	\varnothing режущей кромки, допуск m7		-0,007 +0,002	\varnothing режущей кромки, абсолютные величины допуска			
	Применение	HPC	High Performance Cutting для максимальной производительности		MTC	Multi Task Cutting Инструмент MTC с пониженной силой резания		TPC			Trochoidal Performance Cutting Динамическое трохоидальное фрезерование			
		Требуются направляющее отверстие и вспомогательное направляющее отверстие			С внутренним охлаждением, минимальное давление 25 бар. При работе со сверлами от 12x \varnothing в систему подачи СОЖ должен быть вставлен фильтр 20 – 25 мкм.									

Рисунок 8 – Обозначение инструмента компании «GARANT»

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------

Для операции 005 – фрезерная используется фреза Ø160 2214-0271 ГОСТ 26595-85.

Операция 010 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ используется следующий список инструментов:

1) Фреза торцевая .

Державка ADN4160R «KORLOY».



Рисунок 9 – Фреза торцевая ADN4160R

Пластина SDKN 1203AESN - SU «KORLOY» – PC 3600.

Размеры СМП (мм)							Геометрия
l	d	t	r	d ₁	a	b	
-	12.7	3.18	-	-	2.08	-	

Рисунок 10 – Геометрия пластины SDKN 1203AESN - SU

2) Фасочно-центровочная фреза CE 45-1600R-S12 «KORLOY».



Рисунок 11 – Фасочно-центровочная фреза CE 45-1600R-S12

Пластина TWX 16R-KC «KORLOY» – PC3500.

Размеры СМП (мм)									Геометрия
l	l ₂	l ₁	d	t	r	d ₁	a	f	
16.5	-	-	9.52	3.97	0.8	4.45	-	-	

Рисунок 12 – Геометрия пластина TWX 16R-KC

3) Дисковая фреза.

Державка SPS 063-0305-10R «KORLOY».



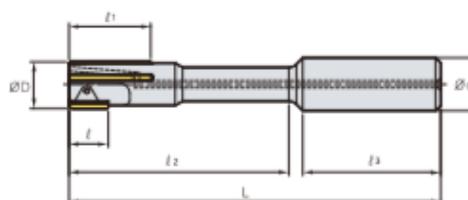
Рисунок 13 – Дисковая фреза SPS 063-0305-10R

Пластина SPFN 200-N «KORLOY» – PC 3500.

Размеры СМП (мм)							Геометрия
l	d	t	r	d ₁	a	b	
8.8	2.2	-	0.2	-	-	-	

Рисунок 14 – Геометрия пластины SPFN 200-N

4) Развертка IRB 12.000-16135-16 «KORLOY».



Обозначение	ØD	ℓ	ℓ ₁	ℓ ₂	ℓ ₃	L	Ød	СМП
IRB 12.000-16135-16	12	16	30	85	45	135	16	RI 16

Рисунок 15 – Развертка IRB 12.000-16135-16

Пластина Ri 16 «KORLOY» – BRK 200.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------

5) Фреза концевая Ø16 203024 «GARANT» – VHM.

VHM Тип N e8 HPC

Garant Концевые фрезы твердосплавные HPC / TPC

203023 – Хвостовик соотв. DIN 6535 HB.

Примечание:
203024 – Усовершенствованный продукт на базе № 203022.

Подходит для/ v _c (м/мин)	Al термопласты с2022	Al литые > 10% Si	Al литые < 500 N	Al литые < 750 N	Al литые < 900 N	Al литые < 1100 N	Al литые < 1400 N	Al литые < 55 HRC	Al литые < 60 HRC	Al литые < 65 HRC	Al литые < 67 HRC	TOOLOX 33 HRC	TOOLOX 44 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti	Унив.						
203023	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	M	M	S	50						
203024				100	90	80	70	65						55	50	45	40	30					
203026				120	110	100	90	80						70	60	55	45	35					

Ø e8 D _c	203023	203024	203026	203023	203024	203026	203026	203026	203023	203024	203026	203026	203023	203024	203026	203026	203023	203024	203026	203026	203023	203024	203026
мм	TiAlN	TiAlN	TiAlN	мм																			
16	195,34	229,70	237,36	57	76	32	100	15	125	150	16	0,5	0,08										

Рисунок 16 – Характеристики фрезы концевой Ø16 203024

7) Сверло Ø5,2 113260 «GARANT», Сверло Ø7 113260 «GARANT»,
Сверло Ø13 113260 «GARANT», Сверло Ø8 113260 «GARANT» – HSS-E.

DIN 1897 h8

Garant Высокопроизводительные короткие сверла

113260 – Особо прочное и надёжное благодаря увеличенной толщине сердцевины. Шлифованный профиль, с низкими радиальными биениями.

Подходит для/ v _c (м/мин)	Al термопласты с2022	Al литые > 10% Si	Al литые < 500 N	Al литые < 750 N	Al литые < 900 N	Al литые < 1100 N	Al литые < 1400 N	Al литые < 55 HRC	Al литые < 60 HRC	Al литые < 65 HRC	Al литые < 67 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti	СЧ(ВЧ)	Латунь, бронза	Унив.						
113260		56	60	50	37	31	12	14				17	13	6		100							
113280		80	70	60	50	40	25	14				20	15	12	50	60							

Ø h8	113260	113280	113260	113280	113260	113280	113260	113280	113260	113280	113260	113280
мм	TiAlN	TiAlN	мм									
5,2	13,95	21,23	10	26	62	0,04						
7	17,02	31,32	10	34	74	0,05						
8	18,93	33,68	5	37	79	0,09						
13	45,31	-	5	51	102	0,13						

Рисунок 17 – Характеристики сверл: Ø5,2 113260; Ø7 113260; Ø13 113260; Ø8 113260

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------

8) Сверло Ø10.8 113020 «GARANT» – HSS-e.

Короткие сверла с цилиндрическим хвостовиком

Особо прочное и надёжное благодаря увеличенной толщине сердцевинки. Шлифованный профиль, с низкими радиальными биениями.

11 3020 – Канавки блестящие, ленточки азотированные. С подточкой форма С до 3,9 мм, форма 5 (специальная) от 4 мм.

Преимущество: Идеально для сверления с небольшой глубиной (примерно 2 – 4×D) на станках с ЧПУ и автоматах.

Подходит для/ v _c [м/мин]	Al термоалюминий	Al литые	Al литые > 10% Si	Cast < 500 N	Cast < 750 N	Cast < 900 N	Cast < 1100 N	Cast < 1400 N	Cast < 55 HRC	Cast < 60 HRC	Cast < 65 HRC	Cast < 67 HRC	Cast < 70 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti	СЧ(ВЧ)	Унив.
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	M	S	S	K	
11 3020	70	45	40	30													25	

разъём	HW50
ZW 23 7602	1011,26
Подходящая СМП	СС.. 09Т3..
Диапазон регулировки	мм 66,9 - 87,1
L ₁	мм 90

Рисунок 18 – Характеристики сверла Ø10.8 113020

9) Фреза концевая Ø8 202276 «HOLEX» – VHM.

Твердосплавная концевая фреза

Констр. размеры соотв. DIN 6527.

Подходит для/ v _c [м/мин]	Al термоалюминий	Al литые	Al литые > 10% Si	Cast < 500 N	Cast < 750 N	Cast < 900 N	Cast < 1100 N	Cast < 1400 N	Cast < 55 HRC	Cast < 60 HRC	Cast < 65 HRC	Cast < 67 HRC	Cast < 70 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti	СЧ(ВЧ)	Унив.
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	M	S	S	K	
20 2276/2277	170	140	100	70	60	45								40			55	

разъём	HW50
ZW 23 7602	1011,26
Подходящая СМП	СС.. 09Т3..
Диапазон регулировки	мм 66,9 - 87,1
L ₁	мм 90

Рисунок 19 – Характеристика фрезы концевой Ø8 202276

10) Расточная головка с микрометрической регулировкой HW 237602 «GARANT».

Расточная головка с микрометрической регулировкой для Ø 23.9 – 153.1 мм

Расточная головка с микрометрической регулировкой HW

23 7600 – Точность настройки 0,002 мм на Ø по нониусу.
23 7602 – Точность настройки 0,001 мм на Ø через цифровое отсчетное устройство № 237601.

Применение: Использовать с СМП № 237695 – 237698.
С оправкой № 237651 – 237656.

разъём	HW50
ZW 23 7602	1011,26
Подходящая СМП	СС.. 09Т3..
Диапазон регулировки	мм 66,9 - 87,1
L ₁	мм 90

Рисунок 20 – Характеристики расточной головки с микрометрической регулировкой HW

Пластина CCGT09T302R «GARANT» – SP 4019.

СМП для расточных головок



СМП с вышлифованным стружколомом для **контролируемой ломки стружки** при прецизионном растачивании с малым припуском.
Разм. CU3515 – Универсальные для широкой сферы применения.

Подходит для/ v _c [м/мин]	AI перлиты	AI литье > 10% Si	AI литье < 500 N	AI < 500 N	AI < 750 N	AI < 900 N	AI < 1100 N	AI < 1400 N	AI < 55 HRC	AI < 60 HRC	AI < 65 HRC	AI < 67 HRC	AI < 70 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti > 850 N	СЧ(ВЧ)	Унив.					
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	M	M	S	K	●	●	○	○	○	○
CU3515	600	350	250	250	250	220	200	180						120	120		160						



Сплав	CU3515
21F	23 7697
стружколом	CCGT 09T302L
f	мм/об
	SS
	0,05 - 0,2

Рисунок 21 – Характеристики пластины CCGT09T302R

1) Дискосвая фреза М313.

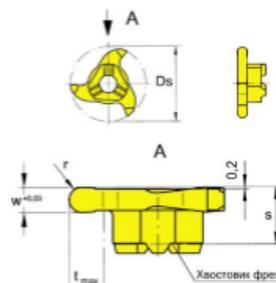
Пластина 313.0025.50 – MG 12.

ПЛАСТИНА Тип

313

Глубина канавки до
Полный радиус
Ø режущей кромки

4,5 мм
r 0,5 - 2,5 мм
Ds 21,7 мм



Обозначение	w	r	s	t _{max}	Ds	MG12	TN35	T125	TF45
313.0025.50	5,0	2,5	5,7	4,5	21,7				

Рисунок 22 – Параметры пластины 313.0025.50

12) Зенкер Ø11,75 116620 «GARANT» – HSS.

HSS	DIN 343	Тип N	h8		
-----	---------	-------	----	--	--



Зенкеры с хвостовиком КМ

Утолщенная сердцевина. Усиленный зенкер с улучшенной устойчивостью при сверлении.

Преимущество: Отлично подходит для исправления формы некруглых отверстий. Корректирует несоосность отверстий в сопрягаемых деталях.

Примечание: Необходимо учитывать:
Ø отверстия под резьбу не должен быть меньше указанного в таблице.



Подходит для/ v _c [м/мин]	AI перлиты	AI литье > 10% Si	AI литье < 500 N	AI < 500 N	AI < 750 N	AI < 900 N	AI < 1100 N	AI < 1400 N	AI < 55 HRC	AI < 60 HRC	AI < 65 HRC	AI < 67 HRC	AI < 70 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti > 850 N	СЧ(ВЧ)	Унив.					
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	M	M	S	K	○	●	○	○	○	○
11 6620	45	40	30	25	10	8								12			25						
Ø h8	11 6620													Ø предварительного отверстия	МК		f						
мм	N													мм	мм	мм	мм/об						
11,75	75,81													101	182	8,4	1	0,1					

Рисунок 23 – Технические характеристики зенкера Ø11,75 116620

«GARANT»

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------

ДП 44.03.04.178. ПЗ

Лист

44

Мерительный инструмент

Для контроля детали в процессе механической обработки применяем как стандартный инструмент, так и специальный. В условиях серийного производства используется выборочный контроль деталей.

Операция 010.

Штангенрейсмасс ШРЦ-250-0,01 ГОСТ 164-90.

Операция 015.

Штангенрейсмасс ШР-0-250-0,05 ГОСТ 164-80;

Штангенциркуль ШЦ-I-0-250-0,05 ГОСТ 166-89;

Штангенглубиномер ШГ- 0 -160-0,05 ГОСТ 162-90;

Шаблон 1.6*45° специальный;

Калибр Ø5,2+0,2 8133-0922 ГОСТ 14810-69;

Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89;

Пробка Ø10,8^{+0,2} специальная;

Калибр-пробка Ø13Н14 8133-0927 ГОСТ 14810-69;

Калибр-пробка Ø8Н14 8133-0918 ГОСТ 14810-69;

Калибр-пробка 8133-1101 Ø 52Н7 ПР ГОСТ 14812-69;

Калибр-пробка 8133-1151 Ø 52Н7 НЕ ГОСТ 14813-69;

Шаблон 2,5*45° специальный;

Шаблон 1*45° специальный;

Штангенциркуль с обратными губками специальный;

Пробка Ø80^{-0,013}_{-0,050} «ПР» специальная;

Пробка Ø80^{-0,013}_{-0,050} «НЕ» специальная;

Пробка Ø7^{+0,2} специальная;

Калибр специальный Ø12^{-0,022}_{-0,048};

Калибр-пробка Ø13Н14 8133-0927 ГОСТ 14810-69;

Пробка гладкая для контроля внутреннего диаметра резьбы 1.8133-0668 (10,647±0,265) 5Н6Н, 6Н ОСТ1. 52175-76;

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Пробка резьбовая 8221-3055 6Н ГОСТ17758-72;

Пробка гладкая для контроля внутреннего диаметра резьбы 1.8133-0639 7Н (6,647±0,335) ОСТ1.52175-76;

Пробка резьбовая 8221-3036 6Н ГОСТ 17758-72.

1.7. Технологические расчеты

1.7.1. Расчет припусков

Расчет припусков может производиться двумя способами.

Расчет припусков выполняется расчетно-аналитическим методом.

Производится расчет обработки отверстия $\varnothing 80_{-0,050}^{-0,013}$. Данный метод позволяет более точно рассчитать значения припусков и используется для изделий массового и серийного производства.

Таблица 14 – Расчеты припусков $\varnothing 80_{-0,050}^{-0,013}$

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск δ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	T	ρ	ϵ				dmin	dmax	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$
Заготовка	200	300	308,86	-	-	77,427	600	76,827	77,427	-	-
Черновое фрезерование	100	100	1,5443	551,17	2*1131,8	79,691	370	79,321	79,691	2,264	2,494
Чистовое растачивание	50	50	0,003	2,755	2*103,2	79,897	220	79,677	79,897	0,206	0,356
Тонкое растачивание	10	25	-	0,005	2*45	79,987	37	79,95	79,987	0,09	0,273

Суммарное значение пространственных отклонений [2,стр. 87]:

$$\rho_d = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2} \quad (3)$$

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta k \cdot d)^2 + (\Delta k \cdot l)^2},$$

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

где Δk – удельная кривизна заготовки, $\Delta k = 0,8 \text{ мкм/мм}$;

l – длина обрабатываемого отверстия, $l = 45 \text{ мм}$;

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(0,8 \cdot 80)^2 + (0,8 \cdot 45)^2} = 73,43 \text{ мкм}.$$

Суммарное смещение отверстия в отливке [2, стр. 87]:

$$\rho_{\text{см}} = \delta_B = \sqrt{\left(\frac{600}{2}\right)^2} = 300 \text{ мкм},$$

где δ_B – допуск на размер отливки.

По формуле (3) находим ρ_d :

$$\rho_d = \sqrt{73,43^2 + 300^2} = 308,86 \text{ мкм}.$$

Остаточные пространственные отклонения на обработанную поверхность определяется с помощью коэффициентов уточнения формы [2, стр. 88]:

$$\rho_i = k_y \cdot \rho_d,$$

где k_y – коэффициент уточнения формы;

Величины после коэффициентов уточнения пространственного отклонения следующие:

После черного фрезерования:

$$\rho_2 = 0,005 \cdot 308,86 = 1,544 \text{ мкм}.$$

После чистового растачивания:

$$\rho_2 = 0,002 \cdot 1,544 = 0,003 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки детали определяется с помощью следующей формулы [2, стр. 83]:

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (4)$$

где ε_6 – погрешность базирования детали;

ε_3 – погрешность закрепления детали, $\varepsilon_3 = 550 \text{ мкм}$.

Найдем погрешность базирования детали по формуле:

$$\varepsilon_6 = \Delta k \cdot l = 0,8 \cdot 45 = 36 \text{ мкм}.$$

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

По формуле (4) находим ε_3 .

для чернового фрезерования :

$$\varepsilon_{32} = \sqrt{36^2 + 550^2} = 551,17 \text{ мкм.}$$

для чистового растачивания :

$$\varepsilon_{33} = 0,005 \cdot 551,17 = 2,755 \text{ мкм.}$$

для тонкого растачивания :

$$\varepsilon_{34} = 0,002 \cdot 2,755 = 0,005 \text{ мкм.}$$

Расчетные минимальные значения припусков определяется по формуле [2, стр 90]:

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

Минимальный припуск:

под черновое фрезерование:

$$2Z_{\min} = 2(200 + 300 + \sqrt{308,86^2 + 551,17^2}) = 2 \cdot 1131,8 \text{ мкм.}$$

чистовое растачивание:

$$2Z_{\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{1,5443^2 + 2,755^2}) = 2 \cdot 103,2 \text{ мкм.}$$

тонкое растачивание:

$$2Z_{\min} = 2(20 + 25 + \sqrt{0,003^2 + 0,005^2}) = 2 \cdot 45 \text{ мкм.}$$

Расчетный диаметр определяется по формуле:

$$d_{pi-1} = D_i - 2Z_{i\min}$$

$$d_{p4} = 79,987 \text{ мм};$$

$$d_{p3} = 79,987 - 0,09 = 79,897 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 79,897 - 0,206 = 79,691 \text{ мм};$$

$$d_{p1} = 79,691 - 2,264 = 77,427 \text{ мм}.$$

Наибольшие предельные размеры d_{\max} равняются расчетному размеру d_p .

Минимальный диаметр заготовки находится путем вычитания из наибольшего предельного размера допуска:

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		48

$$d_{\min} = d_{\max} - \delta.$$

$$d_{\min 4} = 79,987 - 0,037 = 79,95 \text{ мм};$$

$$d_{\min 3} = 79,897 - 0,22 = 79,677 \text{ мм};$$

$$d_{\min 2} = 79,691 - 0,37 = 79,321 \text{ мм};$$

$$d_{\min 1} = 77,427 - 0,6 = 76,827 \text{ мм}.$$

Минимальные предельные значения припусков $2Z_{\min}^{np}$ равны разности наибольших предельных размеров выполняемого и предыдущего переходов:

$$2Z_{\min}^{np} = d_{\max} - d_{\max-1}.$$

$$2Z_{\max 4}^{np} = 79,987 - 79,897 = 0,09 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 3}^{np} = 79,897 - 79,691 = 0,206 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 2}^{np} = 79,691 - 77,427 = 2,264 \text{ мм}.$$

Максимальные предельные значения припусков $2Z_{\max}^{np}$ равны разности наименьших предельных размеров выполняемого и предыдущего переходов:

$$2Z_{\max}^{np} = d_{\min} - d_{\min-1}.$$

$$2Z_{\min 4}^{np} = 79,95 - 79,677 = 0,273 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 3}^{np} = 79,677 - 79,321 = 0,356 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 2}^{np} = 79,321 - 76,827 = 2,494 \text{ мм}.$$

Проверка правильности выполненных расчетов:

$$2Z_{\max i}^{np} - 2Z_{\min i}^{np} = \delta_i - \delta_{i-1}.$$

Черновое фрезерование :

$$2,494 - 2,264 = 0,6 - 0,37 = 0,23 \text{ мм}.$$

Чистовое растачивание :

$$0,356 - 0,206 = 0,37 - 0,22 = 0,15 \text{ мм}.$$

Тонкое растачивание :

$$0,273 - 0,09 = 0,22 - 0,037 = 0,183 \text{ мм}.$$

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Общие припуски $2Z_{0\min}^{np}$ и $2Z_{0\max}^{np}$ определяются суммированием промежуточных припусков на обработку :

$$2Z_{0\min}^{np} = 2,264 + 0,206 + 0,09 = 2,56 \text{ мм};$$

$$2Z_{0\max}^{np} = 2,494 + 0,356 + 0,273 = 3,123 \text{ мм}.$$

Рассчитаю общий номинальный припуск $Z_{0\text{ном}}$ по формуле :

$$Z_{0\text{ном}} = 2Z_{0\min}^{np} + ESD_{заг} - ESD_{\partial},$$

где $ESD_{заг}$, ESD_{∂} - нижнее предельное отклонение диаметров заготовки и детали.

И так общий номинальный припуск равен:

$$Z_{0\text{ном}} = 2,56 + 1,8 - 0,050 = 4,31 \text{ мм}.$$

После определения припусков, допусков и промежуточных размеров изобразим их схематично на рисунке 24.

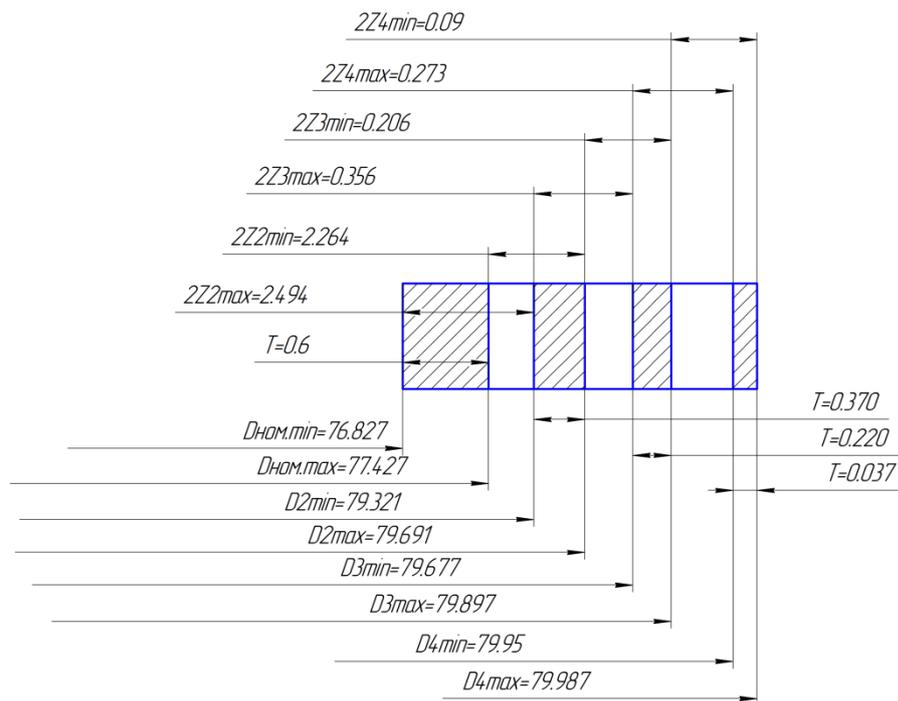


Рисунок 24 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия $\varnothing 80_{-0,050}^{-0,013}$

Опытно – статистический (табличный) метод расчет припусков.

На остальные обрабатываемые поверхности детали (т. е. на все, кроме одной, рассчитываемой аналитически) припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ 26645 – 85) [2,стр 95].

Таблица 15 – Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Поверхность	Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельное отклонение, мм	
				верхнее	нижнее
1	214	6	4,4	+2,2	-2,2
3	368	6	5	+2,5	-2,5
4	206	6	4,4	+2,2	-2,2
12	106	6	4,4	+2,2	-2,2
1;2	226	6	4,4	+2,2	-2,2
9	58	6	3,2	+1,6	-1,6
6	R39	6	3,2	+1,6	-1,6

1.7.2. Расчет режимов резания

Режимы резания определяются глубиной резания t , мм; подачей на оборот S_o , мм/об; скоростью резания V , м/мин.

Режимы резания оказывают влияние на точность и качество обработанной поверхности, производительность и себестоимость обработки.

Исходные данные:

- деталь «Картер редуктора» из стали 35Л. Заготовка - отливка;
- обработка производится на фрезерном станке 654 модели;
- режущий инструмент - фреза Ø 160 ГОСТ 26595-85, материал режущей части Т15К6.

Операция 10 – продольно-фрезерная.

Фрезеровать поверхность 1 предварительно.

1) Глубина резания:

$$t = 4 \text{ мм.}$$

2) Подача:

$$S_M = S_Z \cdot n,$$

где S_z – подача на 1 зуб, выбираем по справочнику [20, табл. 33-38] ;

n – число оборотов фрезы.

$$S_M = 0,18 \cdot 125 = 22,5 \text{ мм/мин.}$$

3. Число оборотов фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D},$$

где v – скорость резания (м/мин);

D – диаметр фрезы (мм).

$$n = \frac{1000 \cdot 70,9}{3,14 \cdot 160} = 125 \text{ об/мин.}$$

4. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (5)$$

где C_v – коэффициент, характеризующий материал заготовки и фрезы-46,7;

T – стойкость фрезы (мин);

t – глубина резания (мм);

S_z – подача на зуб (мм/зуб);

B – ширина фрезерования (мм);

Z – число зубьев фрезы;

$q; m; x; y; u; p$ – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент на изменённые условия обработки.

Общий поправочный коэффициент [20, табл. 1-6]:

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{PU} \cdot K_{IU},$$

где K_{MU} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{PU} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

K_{IU} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Находим поправочные коэффициенты по справочнику [20, стр. 261-263]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{520}\right)^{-0,9} = 0,7;$$

$$K_{Iv} = 1;$$

$$K_{Iv} = 1;$$

$$K_v = 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 0,7.$$

По формуле (5) скорость резания равна:

$$V = \frac{332 \cdot 160^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 5^{0,1} \cdot 0,18^{0,4} \cdot 140^{0,2} \cdot 10^0} = 70,9 \text{ м/мин.}$$

Результаты расчетов режимов резания занесем в таблицу 16.

Для современного инструмента выбираем по каталогам производителей [5], [6], [7].

Таблица 16 – Режимы резания

№ операции	Название операции	№ перехода	№ обрабатываемой поверхности	Число проходов i	Режимы резания			
					Глубина резания, t, мм	Подача, Fп, мм/об, (Fz, мм/зуб)	Скорость резания, V, м/мин	Частота вращения шпинделя, (стола) n,
1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	Фрезерная	1	1	2	4	0,18	70,9	125
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	2	2	2	6	0,20	161	320
		2	3	2	6	0,20	161	320
		2	4	2	6	0,20	161	320
		3	5	2	5,6	0,08	90	1791
		5	6	2	6	0,055	28	222
		3	7	2	6	0,08	90	1791
		3	8	2	6	0,08	90	1791
		3	9	2	6	0,08	90	1791
		3	10	2	6	0,08	90	1791
		4	11	1	1	0,08	90	1302
		3	12	2	6	0,08	90	1791
		6	13	4	5,4	0,1	30	884
7	14	2	2,6	0,05	37	2266		

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------

Продолжение таблицы 16 – Режимы резания

	8	15	8	6,5	0,05	37	906
	9	16	1	4	0,05	60	2388
	9	17	1	4	0,05	60	2388
	12	18	1	2,5	0,1	30	120
	11	19	3	5,4	0,05	250	995
	11	20	2	4	0,08	80	1592
	11	21	1	6	0,08	80	1592
	14	22	2	6	0,1	120	606
	15	23	1	2,5	0,1	30	120
	10	24	2	6	0,20	161	320
	12	25	1	1	0,1	30	120
	13	26	1	1	0,13	160	746
	16	27	2	6	0,05	12	318
	17	28	10	6,5	0,05	37	906
	18	29	6	3,35	0,05	37	1758

1.7.3. Расчет технических норм времени

Технические нормы времени в условиях серийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом, определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$ [9, стр. 99].

Основное время определяется по формуле:

$$t_o = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} = \frac{l_{дет} + l_{вр} + l_{пер}}{S \cdot n} = \frac{L_{расч}}{S_M},$$

где $L_{расч}$ – расчётная длина, мм;

$l_{дет}$ – длина детали, мм;

$l_{вр}$ – величина врезания, мм;

$l_{пер}$ – величина перебега, мм;

S – подача, мм/об.;

S_M – минутная подача, мм/мин.;

n – частота вращения шпинделя, об/мин.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

$$t_o = \frac{350}{180} = 1,94 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время вычисляем по формуле [9,стр. 100]:

$$t_6 = t_{y.c} + t_{yn} + t_{з.о} + t_{из},$$

где $t_{y.c}$ - время на установку и снятие детали, мин.;

t_{yn} - время на приемы управления, мин.;

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

$t_{из}$ - время на измерение детали, мин.

$$t_6 = 0,41 + 0,60 + 0,20 + 0,1 = 1,31 \text{ мин.}$$

Штучное время определяется по формуле [9,стр. 99]:

$$T_{шт} = t_o + t_6 + t_{об} + t_{от},$$

где t_o - основное время, мин.;

t_6 - вспомогательное время, мин.;

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

$t_{от}$ - время на отдых и личные потребности, мин.

$$T_{шт} = 1,31 + 1,98 + 0,49 + 0,47 = 4,25 \text{ мин.}$$

Норма штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$ [9,стр. 99]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт},$$

где $T_{пз}$ - подготовительно-заключительное время, мин.;

n - количество деталей в партии, шт.;

$T_{шт}$ - штучное время, мин.

$$T_{ш-к} = \frac{24}{28} \cdot 4,25 = 3,6 \text{ мин.}$$

Оперативное время [9,стр. 101]:

$$t_{он} = t_o + t_6,$$

где t_o - основное время, мин.;

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

t_g – вспомогательное время, мин.

$$t_{on} = 1,94 + 1,31 = 3,25 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места [9,стр. 100]:

$$t_{об} = 0,06 \cdot (t_o + t_g),$$

где t_o – основное время, мин.;

t_g – вспомогательное время, мин.

$$t_{об} = 0,06 \cdot 3,25 = 0,195 \text{ мин.}$$

Время на отдых и личные потребности определяется в процентах от оперативного времени [9,стр. 100]:

$$t_{об} = 0,04 \cdot (t_o + t_g),$$

где t_o – основное время, мин.;

t_g – вспомогательное время, мин.

$$t_{об} = 0,04 \cdot 3,25 = 0,13 \text{ мин.}$$

Результаты расчетов технических норм времени сведем в таблицу 17.

Таблица 17 – Сводная таблица технических норм времени по операциям

№операции	t_o	t_b	$t_{об}$	$t_{от}$	$t_{шт}$	$t_{п-з}$	$T_{ш-к}$	n
010 Фрезерная	1,94	1,31	0,49	0,47	4,25	24	5,1	28
015Комплексная на ОЦ с ЧПУ	35,6	1,18	2,20	1,47	40,45	24	41,3	28

2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Фрагмент управляющей программы разработан для операции 015, установка А, которая выполняется на фрезерном обрабатывающем центре DMU60PduoBLOCK. Станок имеет систему управления SIEMENS.

SINUMERIK 840D sl является компьютерным числовым программным управлением (Computerized Numerical Control) для станков (к примеру, инструментальных станков). Для использования в странах, для которых требуется разрешение на экспорт, предлагается SINUMERIK 840DE sl в экспортном варианте.

SINUMERIK 840D sl это универсальная цифровая система, встроенная линейка приводов SINAMICS S120 и дополненная системой автоматизации SIMATIC S7-300, подходящей для средних и верхних диапазонов мощностей [18, стр. 16].

Основные особенности системы:

- Наилучшие рабочие характеристики и гибкость, прежде всего для сложных многоосевых установок;
- Сквозная открытость от управления до ядра ЧПУ;
- Оптимальная интеграция в сеть;
- Унифицированная структура для управления, программирования и визуализации;
- Встроенные сертифицированные функции безопасности для людей и оборудования: SINUMERIK Safety Integrated;
- ПО управления и программирования, к примеру, ShopMill или ShopTurn, продукты Motion Control Information System (продукты MCIS) могут использоваться для производственной сферы.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Область применения:

SINUMERIK 840D sl используется по всему миру в технологиях: токарная обработка, сверление, фрезерование, шлифование, лазерная обработка, вырубка, штамповка, в изготовлении инструмента и форм, как управление для прессов, а также в обработке дерева и стекла, в манипуляторах, на автоматических линиях и агрегатных станках.

2.1. Основные и вспомогательные функции системы ЧПУ

Управляющая программа разрабатывается с применением G и M функций и использованием постоянных циклов программирования. Перечень подготовительных, вспомогательных функций и циклов для программирования приведен в таблицах 18, 19 [11].

Таблица 18 - Подготовительные функции

Подготовительные функции(G-коды)	Описание
G0	Быстрый ход
G1	Рабочий ход
G2	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3	Круговая интерполяция против часовой стрелке
G17	Рабочая плоскость XY
G18	Рабочая плоскость XZ
G19	Рабочая плоскость YZ
G40	Отмена коррекции на радиус инструмента
G41	Левая коррекция на радиус инструмента
G42	Правая коррекция на радиус инструмента
G43	Коррекция на положение инструмента
G52	Локальная система координат
G53	Ликвидация всех смещений нулевой точки
G54-57	Заданное смещение
G64	Выход в заданную точку блока перемещения происходит не совсем точно, а с некоторым закруглением к следующему перемещению
G90	Задание абсолютных размеров
G91	Задание относительных размеров
G94	Скорость подачи F мм/мин
G95	Скорость подачи F мм/об
G96	Постоянная скорость резания при точении
G97	Постоянное число оборотов при сверлении

Таблица 19 – Вспомогательные функции

Подготовительные функции(М-коды)	Описание
M0	Запрограммированный останов
M1	Останов по выбору
M2	Конец программы
M3	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M4	Вращение шпинделя против часовой стрелки
M5	Останов шпинделя
M2=3	Инструмент с механическим приводом включить по часовой стрелке
M2=4	Инструмент с механическим приводом включить против часовой стрелке
M2=5	Инструмент с механическим приводом выключить
M6	Смена инструмента
M8	Подача СОЖ
M9	Отключение СОЖ
M17	Конец подпрограммы
M23	Открыть контейнер для приема готовой детали
M24	Закрыть контейнер
M25	Зажим кулачкового патрона
M26	Разжим кулачкового патрона
M30	Конец программы, переход на начало программы

2.2. Разработка управляющей программы

В данном фрагменте представлена часть обработки детали по переходам 12,13. Управляющая программа на один установ А для комплексной обработки на станке DMU 60P duoBLOCK, которая имеет систему управления SIEMENS SINUMERIK 840d sl приведена в Приложении Г.

Таблица 20 – Фрагмент УП

Кадр УП	Расшифровка кадра УП
1	2
T03	Выбор инструмента
M6	Смена инструмента
G0 G90 G54 G17 G95	Быстрый ход, абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XY, скорость подачи в мм/об
G97 S90 LIMS=1302 M3	Постоянное число оборотов при сверлении, скорость резания, частота вращения шпинделя, вращение шпинделя по часовой стрелке
F0, 08	Подача в мм/об
MCALL CYCLE82 (3, 0, 1, -6.75, , 0)	Модальный вызов цикла центрования

Продолжение таблицы 20 – Фрагмент УП

1	2
CENTRE: ;*RO* G17 G0 X = AC(-55) Y = AC(-80) ; *RO* X = AC(55) Y = AC(-80); *RO* X = AC(55) Y = AC(80) ;*RO* X = AC(- 55) Y = AC(80) ;*RO* ENDLABEL: ;*RO*	Точное позиционирование по заданным координатам
MCALL	Выключение модальности
G0 Z5	Перемещение по координатам на холостом ходу
MCALL CYCLE82(-60,- 63,1,-66,,0)	Модальный вызов цикла центрования
CENTR1: ;*RO* G17 G0 X = AC(31) Y = AC(0) ;*RO* X = AC(- 31) Y = AC(0) ;*RO* ENDLABEL: ;*RO*	Точное позиционирование по заданным координатам
MCALL	Выключение модальности
G0 Z5	Перемещение по координатам на холостом ходу
MCALL CYCLE82(-95,- 100,1,-104,,0)	Модальный вызов цикла центрования
CENTR2: ;*RO* G17 G0 X = AC(-142,5) Y = AC(-79) ;*RO* X = AC(-70,5) Y = AC(- 122) ;*RO* X = AC(70,5) Y = AC(- 122) ;*RO* X = AC(122,1) Y = AC(- 70,5) ;*RO* X = AC(122,1) Y = AC(70,5) ;*RO* ENDLABEL: ;*RO*	Точное позиционирование по заданным координатам
G0 Z-95	Перемещение по координатам на холостом ходу
CENTR3: ;*RO* G17 G0 X = AC(59) Y = AC(143) ;*RO* X = AC(-59) Y = AC(143) ;*RO* X = AC(-142,5) Y = AC(79) ;*RO* ENDLABEL: ;*RO*	Точное позиционирование по заданным координатам
G0 Z5	Перемещение по координатам на холостом ходу
MCALL	Выключение модальности
G75 X0 Y0 Z0	Подвод к референтной точке смена инструмента

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данной главе выполняется сравнение двух вариантов технологического процесса базового и проектного для того, чтобы определить, насколько эффективны изменения в технологическом процессе с экономической точки зрения. Сравним себестоимость обработки по каждому из вариантов. После внедрения нового технологического процесса определим годовую экономию.

В базовом варианте основным недостатком является то, что исключено применение станков с ЧПУ. В связи с этим задействовано большое число станочников, это приводит к дополнительным затратам в заработной плате, также возрастают затраты на использование инструмента и приспособлений. Из-за постоянной смены технологических баз увеличивается вероятность брака, в результате возрастает погрешность обработки.

Выбор методики расчета экономической эффективности мероприятий в дипломной работе определяется темой и содержанием технологической части работы, а также наличием необходимой исходной информации. Экономический эффект от внедрения в производства нового технологического процесса заключается в снижении годовых эксплуатационных издержек.

3.1. Определение количества технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [29, стр. 21]:

$$q = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{вн} \cdot k_з \cdot 60},$$

где t – штучно-калькуляционное время операции, мин.;

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

$F_{об}$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм времени, $k_{вн} = 1 \div 1,2$;

$k_з$ – коэффициент загрузки оборудования, $0,75-0,85$.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается по следующей формуле [29, стр. 22]:

$$F_{об} = F_n \cdot \left(1 - \frac{k_p}{100}\right), \quad (6)$$

где F_n – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

k_p – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год [16]:

365 – количество дней в календаре;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1973 \text{ ч.};$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_n = 1973 \cdot 2 = 3946 \text{ ч.};$$

- при трёхсменной работе (проектируемый вариант для станка с ЧПУ):

$$F_n = 1973 \cdot 3 = 5919 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2% рабочего времени универсального оборудования и 9% для обрабатывающего центра с ЧПУ.

Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формуле (6), составляет для проектируемого варианта:

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Для станка марки 654 при двухсменной работе:

$$F_{об} = 3946 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3867 \text{ ч.}$$

Для станка с ЧПУ марки DMU 60P duoBLOCK при трехсменной работе:

$$F_{об} = 5919 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5386 \text{ ч.}$$

Для базового технологического процесса ранее было рассчитано количество оборудования, его загрузка и количество операций выполняемых на этом оборудовании, все данные приведены в таблице 7 пояснительной записки.

Для проектируемого варианта определяю количество технологического оборудования по штучно-калькуляционному времени из таблицы 17.

$$q_{654} = \frac{5,1 \cdot 1200}{3867 \cdot 1,1 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,03 \text{ шт.}$$

$$q_{DMU} = \frac{41,3 \cdot 1200}{5386 \cdot 1,1 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,18 \text{ шт.}$$

После расчета всех операций значений определяем принятое число рабочих мест ($q_{п}$), округляя до ближайшего целого полученное значение ($q_{р}$).

Данные по расчетам сводим в таблицу 21 для проектируемого варианта.
Таблица 21 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени для проектируемого варианта

Модель станка	Штучно-калькуляционное время (t), мин.	Расчетное количество станков, $q_{р}$	Принимаемое количество станков, $q_{п}$
654	5,1	0,03	1
DMU 60P duoBLOCK	41,3	0,18	1
	$\Sigma t = 46,4$	0,21	$\Sigma q_{п} = 2$

3.2. Определение капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 22 по базовому варианту, в таблице 23 по проектируемому варианту.

Таблица 22 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Фрезерный	654	3	13	39	350	20	370	1110
Карусельный	1531М	2	30	60	420	25	445	890
Токарный с ЧПУ	16К30Ф333	1	22	22	820	50	870	870
Сверлильно-фрезерный с ПУ	ИР500ПМФ-4	1	14	14	1370	150	1520	1520
Сверлильный	2А554	2	5,5	11	340	25	365	730
Итого		9		146	3300	270	3570	5120

Таблица 23 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Фрезерный	654	1	13	13	350	20	370	370
Фрезерный ОЦ с ЧПУ	DMU 60P duoBLOCK	1	19	19	21600	1000	22600	22600
Итого		2		32	21950	1020	22970	22970

3.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [29, стр. 24]:

$$C = Z_M + Z_{ЗП} + Z_{Э} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_u,$$

где Z_M – затраты на материал заготовки, руб.;

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

$Z_{Э}$ – зарплата на технологическую энергию, руб.;

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

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

Z_u – затраты на металлорежущий инструмент, руб.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих

Считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р. [29, стр. 26]:

$$Z_{ПР} = C_m \cdot t_{шт-к} \cdot k_{МН} \cdot k_{доп} \cdot k_{ЕСН} k_P, \quad (7)$$

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

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

$k_{МН}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание

($k_{МН} = 1,0$);

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

($k_{доп} = 1,2$);

$k_{ЕСН}$ – коэффициент, учитывающий страховые взносы ($k_{ЕСН} = 1,3$);

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						65
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

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

Численность станочников вычисляем по формуле [29, стр. 26]:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{МН}}{F_p \cdot 60},$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время операции, мин.;

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

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год [16]:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

потери: 28 – очередной отпуск, 2 – потери по больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 36 дней.

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет $F_p = 1685$ ч.;

Принимаем численность рабочих и рассчитываем заработную плату производственных рабочих по формуле (7). Результаты вычислений сводим в таблицу 24, по проектируемому варианту в таблице 25.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 24 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Рассчитанная численность станочников, чел.
Фрезерная	3	152,4	0,05	13,67	0,03
Фрезерная	3	152,4	0,043	11,75	0,03
Фрезерная	3	152,4	0,13	35,54	0,09
Карусельная	4	157	0,2	56,33	0,14
Карусельная	4	157	0,13	36,62	0,09
Токарная с ЧПУ	4	201,1	0,206	74,32	0,14
Сверлильно-фрезерная с ПУ	5	209,6	0,53	199,29	0,38
Сверлильная	3	130,6	0,083	19,45	0,059
Сверлильная	3	130,6	0,076	17,81	0,054
Итого				464,78	1,013

Таблица 25 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

№ операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, мин.	Заработная плата, руб.	Рассчитанная численность станочников, чел.
Фрезерная	3	152,4	5,1	23,24	0,06
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	5	322,12	41,3	354,15	0,49
Итого				377,39	0,55

Оплата труда вспомогательных рабочих, как правило, осуществляется по повременной либо повременно-премиальной системе. Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков, электронщиков) находится по формуле [29, стр. 27]:

$$Z_{ВСП} = \frac{C_T^{ВСП} \cdot F_P \cdot Ч_{ВСП} \cdot k_{ДОП} \cdot k_{ЕСН} \cdot k_P}{N_{ГОД}}, \quad (8)$$

где $C_T^{ВСП}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, руб.;

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

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

$Ч_{ВСП}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.

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

Численность транспортных рабочих составляет $Ч_{ВСПТ} = 1,013 \cdot 0,05 = 0,050$ чел.

Численность контролеров составляет $Ч_{ВСПК} = 1,013 \cdot 0,07 = 0,071$ чел.

Оплата труда транспортных рабочих:

$$З_{ВСПТ} = \frac{93,03 \cdot 1685 \cdot 0,050 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1200} = 11,717 \text{ руб.}$$

Оплата труда контролеров:

$$З_{ВСПК} = \frac{123,3 \cdot 1685 \cdot 0,071 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1200} = 22,052 \text{ руб.}$$

Рассчитаем показатели численности и заработной платы для нового варианта по формулам :

$$Ч_{ВСП} = \frac{0,21 \cdot 2}{2} = 0,21.$$

Численность транспортных рабочих составляет:

$$Ч_{ВСПТ} = 0,55 \cdot 0,05 = 0,0275 \text{ чел.}$$

Численность контролеров составляет:

$$Ч_{ВСПК} = 0,55 \cdot 0,07 = 0,0385 \text{ чел.}$$

Оплата труда транспортных рабочих:

$$З_{ВСПТ} = \frac{93,03 \cdot 1685 \cdot 0,0275 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1200} = 6,444 \text{ руб.}$$

Оплата труда контролеров:

$$З_{ВСПК} = \frac{123,3 \cdot 1685 \cdot 0,0385 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1200} = 10,871 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		68

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь по каждому из вариантов, сведем в таблицу 26.

Таблица 26 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	93,03	0,050	11,717
Контролер	123,3	0,071	22,052
Итого		0,121	33,769

Таблица 27 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	93,03	0,0275	6,444
Контролер	123,3	0,0385	10,871
Итого		0,066	17,315

Посчитаем заработную плату на одну деталь по базовому процессу:

$$Z_n = 464,78 + 33,769 = 498,55 \text{ руб.}$$

Посчитаем заработную плату на одну деталь по проектируемому процессу:

$$Z_n = 377,39 + 17,315 = 394,71 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию по формуле [29, стр. 28]:

$$Z_{\text{э}} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{сп}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вт}}} \cdot C_{\text{э}}, \quad (9)$$

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

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, (для металлообрабатывающих станков $k_N = 0,2 \div 0,4$);

k_{ep} – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для среднесерийного производства $k_{ep} = 0,7$;

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.;

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

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

$C_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $C_э = 6,38$ руб.

Производим расчеты для базового варианта по формуле(9).

$$Z_{э654} = \frac{13 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 3}{60 \cdot 0,85 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 0,79 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по базовому варианту сводим в таблицу 28.

Таблица 28 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин.	Затраты на электроэнергию, руб.
654	13	3	0,79
654	13	2,6	0,692
654	13	8	2,129
1531М	30	12	7,371
1531М	30	8	4,914
16К30Ф333	22	12,4	5,585
ИР500ПМФ-4	14	32	9,173
2А554	5,5	5	0,563
2А554	5,5	4,6	0,518
ИТОГО			31,735

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------

Производим расчеты для проектируемого варианта по формуле(9).

$$Z_{654} = \frac{13 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 5,1}{60 \cdot 0,85 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 1,35 \text{ руб.}$$

$$Z_{DMU} = \frac{19 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 41,3}{60 \cdot 0,85 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 2,52 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по проектируемому варианту сводим в таблицу 29.

Таблица 29 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, руб.
654	13	5,1	1,35
DMU 60P du- oBLOCK	19	41,3	2,52
ИТОГО			3,87

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [29, стр. 29]:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (10)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [29,стр. 29]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{ВН}},$$

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

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амБ} = 12\%$ для базового оборудования, $H_{амН} = 6\%$ - для нового оборудования;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

$F_{обБАЗ} = 3867$ ч. и $F_{обНОВ} = 5386$ ч;

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_3 = 0,85$;

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

$$C_{ам654} = \frac{1110000 \cdot 0,12 \cdot 13,6}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 1,5.$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ($C_{рем}$) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{рем} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{ВН}},$$

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

$H_{рем}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{ремб} = 2\%$ для базового оборудования, $H_{ремн} = 4\%$ для нового оборудования;

t – штучно-калькуляционное время, мин.;

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

$F_{обБАЗ} = 3867$ ч. И $F_{обНОВ} = 5386$ ч;

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_3 = 0,85$;

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

$$C_{рем654} = \frac{1110000 \cdot 0,02 \cdot 13,6}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 2,758.$$

Результаты расчетов затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому варианту заносим в таблицу 30.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 30 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базовый вариант

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Кол-во, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
654	1110	3	12	13,6	9,01	1,5
1531М	890	2	12	20	10,62	1,77
16К30Ф33 3	870	1	12	12,4	6,44	1,07
ИР500ПМ Ф-4	1370	1	12	32	29,02	4,84
2А554	730	2	12	9,6	4,18	0,70
ИТОГО					59,26	9,88

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования для проектируемого варианта заносим в таблицу 31.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (10).

$$Z_{об} = 59,26 + 9,88 = 69,14 \text{ руб.}$$

Таблица 31 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования для проектируемого варианта

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Кол-во, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
654	370	1	12	5,1	1,13	0,19
DMU 60P duoBLOCK	22600	1	6	41,3	199,88	133,25
Итого					201,01	133,44

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле(10).

$$Z_{об} = 201,01 + 133,44 = 334,45 \text{ руб.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляем по формуле [29, стр. 30]:

$$Z_{II} = \frac{C_{II} + \beta_n \cdot C_n}{T_{cm} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{II},$$

где C_{II} – цена единицы инструмента, руб.;

β_n - число переточек;

C_n – стоимость одной переточки;

T_{cm} – период стойкости инструмента;

T_m – машинное время;

η_{II} - коэффициент случайной убыли инструмента, $\eta_{II} = 0,98$;

$$Z_{II} = \frac{350 + 8 \cdot 45}{60 \cdot (8 + 1)} \cdot 5,4 \cdot 0,98 = 0,213 \text{ руб.}$$

Занесем полученные расчеты в таблицу 32.

Таблица 32 – Расчет затрат на эксплуатацию инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стойкости инструмента, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Фреза Ø160 2282-0022 МН 405-65	5,4	350	60	45	0,98	0,213
3	Фреза Ø50 2223-0025 ГОСТ 17026-71	8	580	60	45		0,198

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------

Продолжение таблиц 32 – Расчет затрат на эксплуатацию инструмента

1	2	3	4	5	6	7	8
5	Сверло Ø48	4	4558	45	45	0,98	3,097
	2301-0161 ГОСТ 10903-77.						
	Резец Т5К10 специальный	8	436,88	45	45		0,202
7	Резец ВК8 специальный	8	476,88	45	45		0,213
13	Резец 2103-1007 Т15К6 МН 3899-62	3,6	336,88	45	45		0,393
	Развертка специальная	3	450,8	60	45		0,447
	Зенкер Ø78 специальный	1,3	3195,5	60	45		5,168
	Зенкер Ø50 2320-2051 ГОСТ 3231-71	2,6	1758,4	45	45		2,05
	Резец 2102-0009 Т15К6 ГОСТ 18877-73;	1,5	255,64	45	45		0,969
16	Фреза Ø32 2223-0015 ГОСТ 17026-71;	2,64	590	60	45		0,679
	Развертка Ø12 ^{-0,022} _{-0,048} специальная	5	350,6	60	45		0,231
	Зенкер Ø11,8 специальный;	0,4	859	45	45		7,678
	Зенковка Ø16 2353-0133 ГОСТ 14953-80;	0,2	315	45	45	0,98	8,503
	Сверло Ø11 специальное;	6,1	271,3	45	45		0,260
	Сверло Ø6,7 2300-0186 ГОСТ 10902-77;	1,3	280,6	45	45		1,241
	Сверло Ø5,2 2300-6177 ГОСТ 10902-77;	0,9	301,9	45	45		1,852

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------

Окончание таблиц 32 – Расчет затрат на эксплуатацию инструмента

1	2	3	4	5	6	7	8
16	Сверло Ø10,7 Р9К5 специальное;	0,9	275,3	45	45	0,98	1,778
	Сверло Ø13 специальное;	2,9	261,5	45	45		0,539
	Сверло Ø3,15 2317-0106 ГОСТ 14952-75;	0,56	325,7	45	45		3,085
	Зенкер Ø8 2320-2502 ГОСТ 21544-76	0,4	711	45	45		6,746
	Сверло Ø8 специальное	4,2	248,5	45	45		3,085
	Зенкер Ø8 2320-2502 ГОСТ 21544-76	0,4	711	45	45		6,746
	Сверло Ø8 специальное	4,2	248,5	45	45		0,365
	ИТОГО	55,738					

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [22]:

$$Z_{ЭИ} = (C_{ПЛ} \cdot n + (C_{КОРП} + k_{КОМПЛ} \cdot C_{КОМПЛ}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{МАШ} \cdot (T_{СТ} \cdot b_{ФИ} \cdot N)^{-1},$$

где $Z_{ЭИ}$ – затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.;

$C_{ПЛ}$ – цена сменной многогранной пластины, руб.;

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), руб.;

$C_{КОМПЛ}$ – цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), руб.;

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

Коэффициент эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение $k_{КОМПЛ} = 5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

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

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

N – количество вершин сменной многогранной пластины, шт.;

(для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

$b_{ФИ}$ – 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;

$T_{МАШ}$ – машинное время, мин.;

$T_{СТ}$ – период стойкости инструмента, мин.

$$Z_{ЭИ} = (41,6 \cdot 8 + (31127 + 3 \cdot 516) \cdot 600^{-1}) \cdot 4,1 \cdot (120 \cdot 0,97 \cdot 5)^{-1} = 2,728 \text{ руб.}$$

В таблицу 33 внесем параметры инструмента.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 33 – Параметры прогрессивного инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стойкости инструмента, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
010	Фреза Ø160 2214-0271 ГОСТ 26595-85	1,94	1406	90	–	0,98	1,06
015	Державка ADN4160R «KORLOY», Пластина SDKN 1203AESN - SU «KORLOY».	4,1	31127 416 (10шт)	120	–	0,9	2,728
	Фасочно- центровочная фреза CE 45- 1600R-S12 «KORLOY», Пластина TWX 16R-KC «KORLOY».	3,156	4725 689 (10шт)	100	–		0,967
	Державка SPS 063-0305-10R «KORLOY», Пластина SPFN 200-N «KORLOY».	0,1	27008 404 (10шт)	100	–	5,819	
	Развертка IRB 12.000-16135- 16 «KORLOY», Пластина Ri 16.	1,2	15091 3919 (5 шт)	120	–	10,366	
	Фреза концевая Ø16 203024 «GARANT».	6,28	16079	100		3,231	
	Сверло Ø7 113260 «GARANT».	4,331	1191	100	45	0,442	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------

Окончание таблицы 33 – Параметры прогрессивного инструмента

1	2	3	4	5	6	7	8
	Сверло Ø8 113260 «GARANT».	1,12	1325	100	45	0,9	1,85
	Сверло Ø13 113260 «GARANT».	5,915	3171	100	45		0,736
	Сверло Ø5,2 113260 «GARANT».	0,28	976	100	45		5,89
	Сверло Ø10.8 113020 «GARANT».	4,04	1416	100	45		0,54
	Фреза концевая Ø8 202276 «HOLEX».	0,024	1401	100	45		6,27
	Расточная головка с микрометричес кой регулировкой HW 237602 «GARANT», Пластина CCGT09T302L «GARANT»	5,668	70788 2275 (10 шт)	120	–		3,772
	Дисковая фреза M313 «HORN», Пластина 313.0025.50 «HORN».	0,56	4329 480 (10шт)	100	–		0,075
	Зенкер 116620 «GARANT».	0,67	2159	100	45		4,641
	ИТОГО	182192					48,38

Просуммировав данные по затратам на инструмент из таблиц 30 и 31 получим суммарные затраты на инструмент по проектируемому технологическому процессу: Итого – 48,38 руб.

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сведем в таблицу 34.

Таблица 34 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.	
	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Затраты на материал	5957,6	4234,6
Заработная плата с начислениями	498,55	394,705
Затраты на технологическую электроэнергию	31,735	3,84
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	69,14	334,45
Затраты на инструмент	55,73	48,38
Итого	6613	5016
Стоимость годовой программы	7935600	6019200

3.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости [29, стр. 31]:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{б} - C_{пр}) \cdot N_{год},$$

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

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

$$\mathcal{E}_{год} = (6613 - 5016) \cdot 1200 = 1916400 \text{ руб.}$$

3.5. Анализ уровня технологии производства

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

Для универсального оборудования

Удельный вес каждой операции определяется по формуле (11) [29, стр. 34]:

$$Y_{оп} = \frac{T^i}{T} \cdot 100\%, \quad (11)$$

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

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Произведём расчеты удельного веса операции по формуле (11) для базового варианта:

$$U_{оп305} = \frac{3}{87,6} \cdot 100 = 3,42, \% .$$

Результаты по всем остальным операциям сведём в таблицу 35.

Таблица 35 – Анализ структуры технологического оборудования базового варианта

Операция	Модель станка	Штучно-калькуляционное время, мин.	Удельный вес по штучно-калькуляционному времени, %
Фрезерная	654	3	3,42
Фрезерная	654	2,6	2,96
Фрезерная	654	8	9,13
Карусельная	1531М	12	13,69
Карусельная	1531М	8	9,13
Токарная с ЧПУ	16К30Ф333	12,4	14,15
Сверлильно-фрезерная с ПУ	ИР500	32	36,52
Сверлильная	2А554	5	5,70
Сверлильная	2А554	4,6	5,30
ИТОГО:			100

Доля прогрессивного оборудования

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

Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле [29, стр. 34]:

$$V_{ПР} = \frac{C_{пр}}{C_{\Sigma}} \cdot 100\% ,$$

где $C_{пр}$ – количество единиц прогрессивного оборудования, $C_{пр} = 1$;

C_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $C_{\Sigma} = 2$ шт.

$$Y_{ПП} = \frac{1}{2} \cdot 100 = 50\% .$$

Определим производительность труда на программных операциях по формуле (12) [29,стр. 36]:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{вн} \cdot 60}{t}, \quad (12)$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в базовом техпроцессе по формуле (12):

$$B_B = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{87,6} = 1384,9 \text{ шт./чел. год.}$$

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе по формуле (11):

$$B_{ПП} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{41,3} = 2937,5 \text{ шт./чел. год.}$$

Рост производительности труда определяется по формуле (13) [29,стр. 36]:

$$\Delta B = \frac{B_{ПП} - B_B}{B_B} \cdot 100\%, \quad (13)$$

где $B_{ПП}, B_B$ – производительность труда соответственно проектируемого и базового вариантов.

Определим производительность труда по формуле (13):

$$\Delta B = \frac{2937,5 - 1384,9}{1384,9} \cdot 100 = 112,1\% .$$

К единовременным вложениям отнесем стоимость всего инструмента и стоимость повышения квалификации на троих человек. По окончании экономических расчетов в таблице 36 представим технико-экономические показатели проекта.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 36 – Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	1200	1200	0
Количество оборудования	шт.	9	2	-7
Численность рабочих	чел.	9	2	-7
Единовременные вложения	руб	-	281192	+281192
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	1,46	0,68	-0,77
Технологическая себестоимость одной детали	руб.	6613	5016	-1597
Доля прогрессивного оборудования	%	-	50%	+50
Производительность труда	шт/чел. год	1384,9	2937,5	+1552,6
Рост производительности труда	%	100	212,1	+112,1
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,064	0,105	+0,041
Годовой экономический эффект	руб.	-	1916400	+1916400
Срок окупаемости	год.	-	1	

ВЫВОДЫ:

При переходе на усовершенствованный технологический процесс механической обработки детали уменьшается себестоимость обработки детали, количество оборудования и рабочих обслуживающих данное оборудование, также значительно снижаются затраты на электроэнергию.

Можно сделать вывод, что спроектированный технологический процесс является экономически эффективным по сравнению с базовым технологическим процессом, построенным на использовании универсальных станков, и следовательно наиболее выгодным по сравнению с предыдущим вариантом.

При внедрении данного технологического процесса предполагается получение годового экономического эффекта равным 1916400 рублей, за счет снижения текущих расходов, срок окупаемости проектируемого варианта составит 1 год.

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Обоснование методической разработки

Тема дипломного проекта «Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус редуктора». На предприятии внедряется прогрессивное, высокопроизводительное оборудование, такое, как станки с программным управлением, обрабатывающие центры. Внедрение станков с ЧПУ является одним из главных направлений автоматизации производства.

Обрабатывающие центры сочетают гибкость универсального оборудования с точностью и производительностью станка-автомата. В результате внедрения обрабатывающих центров происходит повышение производительности труда, создаются условия для многостаночного обслуживания, сокращаются сроки изготовления деталей, упрощается переход на новый вид изделия вследствие заблаговременной подготовки программы, что имеет большое значение в условиях рыночной экономики.

На обрабатывающих центрах целесообразно изготавливать детали сложной конфигурации, при обработке которых необходимо перемещение рабочих органов по нескольким координатам одновременно, а также детали с большим количеством переходов обработки. На этих станках можно изготавливать детали, конструкция которых часто видоизменяется.

В связи с внедрением нового оборудования необходима переподготовка рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением» 4 разряда на профессию «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» 5 разряда.

В методической части дипломного проекта необходимо рассмотреть переподготовку рабочих на новое оборудование, следовательно целью методической части является анализ профессионального стандарта

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

« Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», учебно-программной документации и разработка учебного занятия для переподготовки рабочих по профессии «Оператор - наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих обрабатывающие центры с ЧПУ модели DMU 60P duoBLOCK.

Чтобы решить поставленную цель необходимо выполнить следующие задачи:

- описать условия обучения в учебном центре ДПО;
- проанализировать профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров»;
- разработать учебный план повышения квалификации рабочих по профессии « Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- разработать план проведения учебных занятий по теме «Программирование станков с ЧПУ и обрабатывающих центров»;
- разработать план учебного занятия и методическое обеспечение учебного занятия по теме «Программирование станков с ЧПУ и обрабатывающих центров».

4.2. Условия обучения в учебном центре ДПО

Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования (ДПО) является структурным подразделением ПАО "МЗИК". Основной целью деятельности Центра ДПО является подготовка новых рабочих и повышение квалификации кадровых рабочих, руководителей, специалистов и других служащих предприятия на основе системы непрерывного дополнительного профессионального образования, а также обучение, повышение квалификации работников предприятия Уральского и Сибирского регионов для развития их кадрового ресурса в условиях инновационного развития и технологического перевооружения [27].

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						85
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Подготовка и обучение ведется по следующим направлениям:

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

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

- интерактивные классы (тренажеры с копиями пульта станка с ЧПУ HEIDENHAIN, SINUMERIK и FANUC);
- комфортные учебные классы;
- монтажная мастерская;
- компьютерный класс;
- техническая библиотека;
- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу.

Публичное акционерное общество «Машиностроительный завод имени М.И. Калинина, г. Екатеринбург» - Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования (Центр ДПО) - отдел 391 (ПАО "МЗИК") имеет Лицензию Министерства общего и профессионального образования Свердловской области рег. № 17791 от 10.08.2015 г. на осуществление образовательной деятельности.

В Центре ДПО работают высококвалифицированные и опытные преподаватели, руководители практики, мастера производственного обучения, инструкторы производственной практики.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						86
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		



Рисунок 25 – Фрезерный станок EMCO Concept MILL 250



Рисунок 26 – Тренажер с копией пульта управления станком

4.3. Анализ профессионального стандарта

В настоящее время в Российской Федерации действует профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», утвержденный приказом Министерства

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		87

труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н.

В таблице 37 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом [17].

Таблица 37 – Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5	6
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
			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

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------

Окончание таблицы 37 – Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)

1	2	3	4	5	6
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	<i>V/01.3</i>	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	<i>V/02.3</i>	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	<i>V/03.3</i>	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам	<i>V/04.3</i>	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	<i>C/01.4</i>	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	<i>C/02.4</i>	4

Проектируемая деталь относится к деталям средней степени сложности, поэтому рассмотрим вторую обобщенную трудовую функцию профессионального стандарта – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности».

Наименование обобщенной трудовой функции:

Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности.

Код В, уровень квалификации 3.

Возможные наименования должностей:

- Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд);
- Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации;
- Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации;
- Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации.

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:

- Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке;
- Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						90
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Анализ трудовых функций

Трудовые функции, которые должен выполнять оператор-наладчик в рамках обобщенной трудовой функции:

- Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 7 - 8 квалитетам – В/01.3;
- Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ) – В/02.3;
- Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях – В/03.3;
- Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам – В/04.3.

Таблица 38 – Анализ трудовых функций

Код функции	Наименование	Функции
В/01.3	Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none">• Трудовые действия по трудовой функции код А/01.2 "Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 8 - 14 квалитетам";• Контроль с помощью измерительных инструментов точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ;• Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам (на основе знаний и практического опыта).
	Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none">• Необходимые умения по трудовой функции код А/01.2 "Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 8 - 14 квалитетам";• Использовать контрольно-измерительные инструменты;• Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 38 – Анализ трудовых функций

1	2	3
	Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> • Необходимые знания по трудовой функции код А/01.2 "Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам".
В/02.3	Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> • Корректировка чертежа изготавливаемой детали • Выбор технологических операций и переходов обработки • Выбор инструмента • Расчет режимов резания • Определение координат опорных точек контура детали • Составление управляющей программы
	Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> • Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных); • Изменять параметры стойки ЧПУ станка; • Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей.
	Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> • Органы управления и стойки ЧПУ станка; • Режимы работы стойки ЧПУ; • Системы графического программирования; • Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами
В/03.3	Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> • Трудовые действия по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях"; • Установка деталей в приспособлениях и на столе станка; • Выверка деталей в различных плоскостях.
	Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> • Необходимые умения по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях";

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

Окончание таблицы 38 – Анализ трудовых функций

1	2	3
		<ul style="list-style-type: none"> • Использовать контрольно-измерительные инструменты; • Выполнять установку и выверку деталей в нескольких плоскостях.
	Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> • Необходимые знания по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях"; • Порядок и правила установки и выверки деталей в нескольких плоскостях.
В/04.3	Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> • Трудовые действия по трудовой функции код В/01.3 "Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам"; • Обработка отверстий в деталях по 7 - 8 квалитетам; • Обработка поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам.
	Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> • Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке; • Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции; • Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам.
	Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> • Необходимые знания по трудовой функции код В/01.3 "Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам".

Для дальнейшего анализа выберем трудовую функцию «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»; код В/02.3; уровень (подуровень) квалификации – 3.

Сделаем вывод, что повышение квалификации рабочего будет проходить в рамках дополнительной образовательной программы – «Система программирования для станков с ЧПУ SINUMERIK 840Dsl » для которой разработан рабочий учебный план, рассчитанный на 72 часа теоретического и практического обучения в сумме.

4.4. Анализ учебного плана

Рабочий учебный план по дополнительной образовательной программе «Система программирования для станков с ЧПУ Sinumerik 840D sl».

Программа предусматривает теоретическое и практическое обучение, цикл обучения разделен на две части.

Часть I. Обучение проходит на базе интерактивного учебного класса EMCO/ARINSTEI. Программа содержит комплексный учебно-тематический план, который определяет объем и тематику курса, последовательность изучения тем.

В процессе обучения учащиеся знакомятся с функциональными возможностями фрезерных станков, изучают систему управления Sinumerik 840D sl при использовании программы-эмулятора ЧПУ EMCO, основы программирования, отрабатывают практические навыки по управлению технологическими процессами.

Часть II. Практическое обучение проводится на фрезерном обрабатывающем центре модели DMU 60P duoBLOCK Sinumerik 840D sl. Программа содержит комплексный учебно-тематический план, который определяет объем и тематику курса, последовательность изучения тем.

В процессе обучения учащихся знакомят с функциональными возможностями фрезерного станка, изучают систему, изучают систему управления Sinumerik 840D sl, отрабатывают практические навыки по разработке управляющих программ ,приемы наладки станка.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Учебный план

ЧАСТЬ-I

Таблица 39 – Обслуживание и программирование технологических операций на станках с ЧПУ Sinumerik 840D sl при помощи обучающего комплекса EMCO/ARINSTEI

№	Наименование тем	Виды Занятий		
		Теоритические	Практические	Всего часов
1	2	3	4	5
Теоретическое обучение				
1	<p style="text-align: center;">Тема 1. Введение</p> <p>Цели и задачи организации и проведения данного курса обучения. Назначение ,устройство, технические возможности и практическое применение ЧПУ Sinumerik 840D sl Терминология и основные понятия ЧПУ. Элементы языка программирования. Структура и содержание программы ЧПУ. Функции программирования: основные, вспомогательные. Программирование линейных и круговых перемещений.</p>	2	–	2
2	<p style="text-align: center;">Тема 2. Общее ознакомление с панелью управления</p> <p>Панель оператора. Функциональные клавиши. Стандартная клавиатура. Особенности панели управления Sinumerik. Элементы клавиатуры панели оператора. Панель управления станком. Режимы. Управление подачей. Управление перемещением. Управление вращением шпинделя. Управление программой. Сброс программы, программные клавиши. Отображение каналов. Аварийный останов.</p>	1	1	2
3	<p style="text-align: center;">Тема 3.Управление станком</p> <p>Область управления станком. Режимы переключения, режимы контроля. Режим Jog. Вертикальные, функциональные клавиши. Горизонтальные, функциональные клавиши. Переключение между координатами станка и координатами детали. Перемещение по осям. Размеры и приращения. Ручное управление. Привязка инструмента. Подача. Режим MDA. Автоматический режим. Дисплей G функций. Дисплей осей . Дисплей шпинделя. Подачи по осям. Дисплей программного управления. Смещение нуля.</p>	1	1	2

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

Окончание таблицы 39 – Обслуживание и программирование технологических операций на станках с ЧПУ Sinumerik 840D sl при помощи обучающего комплекса EMCO/ARINSTEI

1	2	3	4	5
4	Тема 4. Управление параметрами Параметры инструмента. Расчет параметров инструмента. Базовый дисплей параметров. Выбор инструмента. Поиск инструмента. Установка смещения инструмента. Удаление смещения инструмента. R параметры. Защищенные зоны. Смещение нуля.	2	4	6
5	Тема 5. Управление программой Типы файлов. Управляющий файл. Основной дисплей программы. Выбор заготовка/программа. Редактирование программы. Создание каталога обрабатываемых деталей. Создание программы детали или данных для обрабатываемой детали. Выбор обрабатываемой детали/программы для выполнения. Запуск, останов и прерывание программы. Поиск кадра. Условия поиска, редактор для файлов.	2	4	6
6	Тема 6. Разработка управляющей программы Программирование циклов фрезерования. Программирование обработки при помощи циклов. Разработка управляющей программы для обработки простых деталей.	4	6	10
Практическое обучение				
7	Тема 7. Практическое обучение. Отработка практических навыков по программированию и управлению станком.	–	8	8
	Всего часов	10	26	36

ЧАСТЬ-II

Таблица 40 – Обслуживание и программирование технологических операций на станках с ЧПУ Sinumerik 840D sl при помощи обучающего центра DMU 60P duoBLOCK

№	Наименование тем	Виды Занятий		
		Теоритические	Практические	Всего часов
Теоретическое обучение				
1	<p>Тема 1. Общее ознакомление с панелью управления станка</p> <p>Особенности панели управления Sinumerik 840D sl на фрезерном ОЦ модели DMU 60P duoBLOCK с ЧПУ Sinumerik 840D sl.</p> <p>Элементы клавиатуры панели оператора. Панель управления станком. Режимы. Управление подачей. Управление перемещением. Управление вращением шпинделя. Управление программой. Сброс программы, программные клавиши. Отображение каналов. Аварийный останов.</p>		2	2
2	<p>Тема 2. Управление фрезерным станком</p> <p>Область управления станком. Режимы переключения, режимы контроля. Режим Jog. Вертикальные, функциональные клавиши. Горизонтальные, функциональные клавиши. Переключение между координатами станка и координатами детали. Перемещение по осям. Размеры и приращения. Ручное управление. Привязка инструмента. Подача. Режим MDA. Автоматический режим. Дисплей G функций. Дисплей осей . Дисплей шпинделя. Подачи по осям. Дисплей программного управления. Смещение нуля.</p>		4	4
3	<p>Тема 3. Управление параметрами станка</p> <p>Параметры инструмента. Расчет параметров инструмента. Базовый дисплей параметров. Выбор инструмента . Поиск инструмента. Установка смещения инструмента. Удаление смещения инструмента. R параметры. Защищенные зоны. Смещение нуля.</p>		6	6
4	<p>Тема 4. Управление программой</p> <p>Типы файлов. Управляющий файл. Основной дисплей программы. Выбор заготовка/программа. Редактирование программы. Создание каталога обрабатываемых деталей. Создание программы детали или данных для обрабатываемой детали. Выбор обрабатываемой детали/программы для выполнения. Запуск, останов и прерывание программы. Поиск кадра. Условия поиска, редактор для файлов.</p>		4	4

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

Окончание таблицы 40 – Обслуживание и программирование технологических операций на фрезерном обрабатывающем центре модели DMU 60P duoBLOCK с ЧПУ Sinumerik 840D sl

1	2	3	4	5
5	Тема 5. Разработка управляющей программы Разработка управляющей программы для обработки простой детали по чертежу. Проверка программы в 2-d симуляции.		8	8
6	Тема 6. Практическое обучение. Внедрение управляющей программы (п.5.) в пошаговом режиме. Отработка практических навыков по программированию и управлению станком.		12	12
	Всего часов		36	36

Для темы «Разработка управляющей программы» составим перспективно-тематический план.

4.5. Разработка перспективно-тематического плана по теме по теме «Разработка управляющей программы»

Для разработки методики проведения занятия по дисциплине выберем из тематического плана тему № 6 «Разработка управляющей программы» и разработаем методическое обеспечение для этого занятия. Данная тема рассчитана на 4 часов теоретического обучения, и на 6 часов практического обучения.

Перспективно-тематический план представлен в таблице 41.

Таблица 41 – Перспективно-тематический план по теме «Разработка управляющей программы»

№	Кол-во часов	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
1	4	Программирование фрезерной обработки	<p><i>Образовательная:</i> формирование знаний у слушателей о программировании фрезерной обработки;</p> <p><i>Развивающая:</i> развитие у обучаемых логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;</p> <p><i>Воспитывающая:</i> воспитание у обучаемых дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.</p>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (слайды презентации)	Презентация	Фронтальная
3	6	Разработка управляющей программы для обработки простых деталей.	<p><i>Образовательная:</i> формирование практических навыков работы фрезерной обработки;</p> <p><i>Развивающая:</i> развитие у обучаемых логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;</p> <p><i>Воспитывающая:</i> воспитание у обучаемых дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.</p>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение).	Обучающий комплекс	Фронтальная

Тема занятия: Программирование фрезерной обработки.

Цели занятия:

Образовательная: формирование знаний у слушателей о программировании фрезерной обработки.

Развивающая: развитие у обучаемых логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;

Воспитывающая: воспитание у обучаемых дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.

Тип учебного занятия: комбинированный

Метод обучения: рассказ, беседа, демонстрация слайдов

Оснащение учебного занятия: ноутбук, проектор, экран, слайды, обучающий комплекс, чертеж.

В таблице 42 представлена модель деятельности преподавателя и слушателя на занятии.

Таблица 42 – Модель деятельности преподавателя и слушателей на занятии

№ этапа	Наименование этапа учебного занятия	Деятельность преподавателя	Время (мин)	Деятельность учащихся
1	Организационная часть	Приветствие Проверка присутствующих	5	Приветствуют преподавателя Участвуют в переключке
2	Сообщение темы и цели занятия	Сообщает тему, цели учебного занятия	5	Слушают, записывают тему занятия
3	Мотивация	Рассказывает о важности темы	5	Слушают
4	Актуализация опорных знаний	Задаёт вопросы	5	Отвечают на вопросы, дополняют друг друга
5	Объяснение нового учебного материала	Преподаватель, рассказывает новый материал, по ходу рассказа демонстрирует слайды	50	Слушают, конспектируют, изучают слайды
6	Закрепление новых знаний	Следит за ходом выполнения работы	105	Пишут управляющую программу по чертежу, тест по новой теме
7	Домашнее задание	Повторить пройденный материал	5	Записывают

Актуализация опорных знаний.

Вопросы:

1. Что такое управляющая программа?
2. С помощью каких функций программируют линейные и круговые перемещения?

3. Через какую функцию смещают ноль детали?
4. Как управляют вращением шпинделя?
5. Где расположена нулевая точка фрезерного станка?

План изложения нового материала:

1. Режущий инструмент;
2. Параметры цикла CYCLE 71, CYCLE 72.

Конспект учебного занятия приведен в приложении Б, а презентация к занятию в приложении В.

ВЫВОДЫ:

В методической части дипломного проекта был выполнен анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», разработан учебное занятие теоретического обучения с применением электронной презентации. Занятие разрабатывалось для слушателей, обучающихся в учебном центре ПАО «МЗиК».

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						101
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работе путем выполнения поставленных задач был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Картер редуктора» в условиях среднесерийного производства.

Проектируемый технологический процесс обеспечивает экономические показатели выпуска продукции высокого качества, в условиях применения на предприятии современного оборудования и режущего инструмента.

Заменой универсального оборудования удалось увеличить производительность труда и снизить себестоимость продукции. Для комплексной операции была разработана управляющая программа.

В методической части проанализирован профессиональный стандарт «Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ», учебный план и рассмотрены вопросы связанные с повышением квалификации персонала.

Поставленные задачи выпускной квалификационной работы решены, цели достигнуты.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						102
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бурлаков С.Л. Литьё в кокиль [Текст] / С.Л. Бурлаков, А.И. Вейник, Дубинин Н.П. - М.: Машиностроение. 1980. - 415 с.
2. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения[Текст]: учеб. пособие для вузов – 5-е изд., перераб. и доп. – М, ООО ИД «Альянс» 2007. – 256 с.
3. Дипломное проектирование: учебное пособие / Н.В. Бородина, Г.Ф. Бушков. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-т, 2011. 90 с.
4. Зими́на Е. Ю. Выпускная квалификационная работа: подходы, содержание, оформление: учеб. пособие / Е. Ю. Зими́на, Г. Р. Муги́нова, Л. Н. Осадчая; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2012. - 73 с.
5. Каталог металлорежущего инструмента «Korloy». 2016/2017 - 1121с.
6. Каталог металлорежущего инструмента Hoffmann Group 2017/2018- 988с.
7. Каталог фрезерного инструмента Horn 2008 - 352с.
8. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. унта, 2013. 137 с.
9. Козлова, Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. Пособие / Т.А. Козлова. – Екатеринбург: Издво Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 180 с.
10. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						103
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

11. Мирошин Д.Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ [Текст]: Учеб. пособие. / Д.Г. Мирошин, Т.В. Шестакова, О.В. Костина, Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-та, 2009. 96 с.
12. Мосталыгин, Г.П. Технология машиностроения [Текст]: / Г.П. Мосталыгин Г.П., Н.Н. Толмачевский. – М.: Машиностроение, 1990. – 287.
13. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно - заключительного для технического нормирования станочных работ: Сер. Пр-во М.: Машиностроение, 1974. - 416 с.
14. Отливки из металлов и сплавов ГОСТ 26645-85.
15. Отливки стальные. Общие технические условия. ГОСТ 977-88.
16. Производственный календарь на 2018 год [Электронный ресурс] <http://www.consultant.ru/law/ref/calendar/proizvodstvennyye/2018/>. Дата обращения 02.06.2018.
17. Профессиональный стандарт профессиональный стандарт "Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением" [Электронный ресурс] – <http://prom-nadzor.ru/prof-standart/prikaz-ministerstva-truda-i-socialnoy-zashchity-rf-ot-4-avgusta-2014-g-n-530n>. Дата обращения 20.05.2018.
18. Руководство оператора Siemens840D sl 2005 – 371 с.
19. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 1т- 656с.
20. Справочник технолога - машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 2т- 496с.
21. Сталь 35Л [Электронный ресурс] – http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/sto/35l. Дата обращения 20.05.2018.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						104
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

22. Суриков В.П. К вопросу о расчете затрат на эксплуатацию прогрессивного режущего инструмента/В.П. Суриков [Текст]//Проблемы экономики, организации и управления в России и мире: Материалы III международной научно-практической конференции (22 октября 2013 года).- Отв. ред. Уварина Н.В.-Прага, Чешская Республика: Изд-во WORLD PRESS s r.o., 2013.-389 с.

23. Сысоев С.К., Сысоев А.С., Левко В.А. Технология машиностроения . Проектирование технологических процессов. 2-е изд. 2016-352 с.

24. Техническое описание станка 654 [Электронный ресурс] – <http://mashinform.ru/frezernye-stanki/65/654.shtml>. Дата обращения 16.05.2018.

25. Техническое описание станка DMU 60P duoBLOCK [Электронный ресурс] – <https://ru.dmgmori.com/products/machines/milling/5-axis-milling/dmu-duoblock/dmu-60-p-duoblock>. Дата обращения 16.05.2018.

26. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин: Учеб. пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под. ред. С.Л. Мурашкина. - 2 - е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2005. 295 с.

27. Центр ДПО [Электронный ресурс] <http://cdpo.zik.ru> Дата обращения 01.06.2018.

28. Худобин, Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. – М.: Машиностроение, 1989. – 287 с.

29. Чучкалова Е.И. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах) [Текст] : учеб. пособие /Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО "Рос. гос. проф.-пед. ун-т", 2006. - 66 с.

30. Эрганова. Н. Е. Практикум по методике профессионального обучения[Текст]: учеб. пособие для вузов / Н. Е. Эрганова, М. Г. Шалунова, Л. В. Колясникова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 88 с.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						105
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень листов графических материалов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Количество листов
1. Картер редуктора (Отливка)	ДП 44.03.04.178.01	A1	1
2. Картер редуктора	ДП 44.03.04.178.02	A1	1
3. Иллюстрации технологического процесса	ДП 44.03.04.178. Д01	A3	1
4. Иллюстрации технологического процесса	ДП 44.03.04.178. Д02	A1	1
5. Иллюстрации технологического процесса	ДП 44.03.04.178. Д03	A1	1
6. Иллюстрации технологического процесса	ДП 44.03.04.178. Д04	A1	1
7. Фрагмент управляющей программы	ДП 44.03.04.178. Д05	A1	1
8. Техничко-экономические показатели проекта	ДП 44.03.04.178. Д06	A1	1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Конспект учебного занятия по теме
«Программирование фрезерной обработки»

Тема занятия: Программирование фрезерной обработки.

Цели занятия:

Образовательная: формирование знаний у слушателей о программировании фрезерной обработки;

Развивающая: развитие у обучаемых логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;

Воспитывающая: воспитание у обучаемых дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.

Тип учебного занятия: комбинированный.

Метод обучения: рассказ, беседа, демонстрация слайдов.

Оснащение учебного занятия: ноутбук, проектор, экран, слайды, обучающий комплекс, эскиз детали.

В таблице 42 представлена модель деятельности преподавателя и слушателя на занятии.

Таблица 42 – Модель деятельности преподавателя и слушателей на занятии

№ эта-па	Наименование этапа учебного занятия	Деятельность преподавателя	Время (мин)	Деятельность учащихся
1	Организационная часть	Приветствие Проверка присутствующих	5	Приветствуют преподавателя Участвуют в переключке
	Сообщение темы и цели занятия	Сообщает тему, цели занятия.	5	Слушают, записывают тему занятия
	Мотивация	Рассказывает о важности темы	5	Слушают
	Актуализация опорных знаний	Задаёт вопросы	5	Отвечают на вопросы, дополняют друг друга
2	Объяснение нового учебного материала	Преподаватель, рассказывает новый материал, по ходу рассказа демонстрирует слайды	50	Слушают, конспектируют, изучают слайды
3	Закрепление новых знаний	Следит за ходом выполнения работы	105	Пишут управляющую программу по чертежу, тест по новой теме
4	Домашнее задание	Повторить пройденный материал	5	Записывают

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

Актуализация опорных знаний

Вопросы:

1. Что такое управляющая программа?
2. С помощью каких функций программируют линейные и круговые перемещения?
3. Через какую функцию смещают ноль детали?
4. Как управляют вращением шпинделя?
5. Где расположена нулевая точка фрезерного станка?

Тема сегодняшнего занятия – Программирование фрезерной обработки

Сегодня нам необходимо изучить:

- Современный режущий инструмент, используемый для фрезерования;
- Параметры цикла CYCLE 71, CYCLE 72.

(Слайд 2).

Фреза – многолезвийный режущий инструмент, выполненный в виде тела вращения, на образующей которого и (или) на торце расположены зубья. Работа его осуществляется при помощи поступательно-вращательных движений.

Самыми распространенными считаются торцевые, отрезные, шпоночные, дисковые, пазовые, концевые и угловые фрезы. Предназначены для обработки плоскостей, пазов, прорезей, уступов, фасонных и винтовых поверхностей, нарезания резьб и т.д.

Точность обработки – 7...9 качества.

Шероховатость обработанной поверхности - $R_a=1,25$ мкм.

(Слайд 3).

Разберем основные фрезы, используемые для обрабатывающих центров с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						108
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Торцовая фреза

Такие фрезы могут работать с ступенчатыми и плоскими поверхностями деталей из металла. Из самого названия понятно, что торцевая часть инструмента является рабочей, соответственно, ось его вращения перпендикулярна обрабатываемой плоскости детали. Чаще всего такие фрезы довольно массивны, благодаря чему в них удобно использовать сменные пластины. Большое количество зубьев на участке соприкосновения с деталью из металла позволяет добиться высокой скорости обработки и плавности работы инструмента.

Главную работу резания выполняют боковые режущие кромки, расположенные на наружной поверхности.

(Слайд 4).

Цилиндрическая кукурузного типа

Такие фрезы являются незаменимым инструментом для черновой обработки по контуру заготовок с высокими боковыми сторонами, уступами, стенками и глубокими карманами, они позволяют резко увеличить интенсивность обработки, что значительно повышает производительность фрезерных операций и снижает себестоимость выпускаемой продукции.

(Слайд 5).

Концевая фреза

Они предназначены для обработки плоскостей, уступов и пазов. Их изготавливают с цилиндрическим и коническим хвостовиком.

Концевые фрезы изготавливают с нормальными и крупными зубьями. Фрезы с нормальными зубьями применяют при получистовой и чистовой обработке уступов и пазов. Фрезы с крупными зубьями используют для черновой обработки. Изготавливают концевые фрезы праворежущими.

Концевые фрезы имеют режущие зубья, расположенные как на цилиндрической поверхности, так и на торцевой.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						109
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Стружку снимают зубья, расположенные на цилиндрической поверхности, торцовые же зубья зачищают обработанную поверхность.

(Слайд 6).

Дисковая фреза

Это один из наиболее производительных видов режущих инструментов, которые применяются для выделки пазов, канавок и различных выемок, отрезания заготовки или выполнения уступов. Их зубцы оснащены дополнительными рабочими кромками на торцах (или одном из них). Диаметр кромок значительно превышает длину инструмента.

Этот тип фрез создан для работы по металлу в особо сложных условиях, с вибрацией, зажатием. Вибрация возможна в связи с малой жесткостью тела инструмента, а также плохого отхода стружки из зоны пиления.

(Слайд 7).

Базовыми циклами фрезерования являются CYCLE71, CYCLE 72. Разберем подробнее эти циклы.

(Слайд 8).

CYCLE71 применяется для фрезерования различных плоских поверхностей.

Цикл подразделяется на черновую (снятие наружного слоя поверхности в несколько этапов до чистового припуска) и чистовую (однократное перефрезерование поверхности) обработки. Цикл работает без коррекции на радиус фрезы.

Назначение – программируется плоская обработка деталей.

Программирование – в управляющей программе CYCLE 71 записывается отдельным кадром: CYCLE71 (RTR, RFP, SDIS, DP, PA, PO, LENG, WID, STA, MID, MIDA, FDP, FALD, FFP1, VARI, FDP1).

Для создания CYCLE 71 необходимо:

Установить курсор в чистой строке управляющей программы;

Нажать в горизонтальном ряду кнопку Milling (H4);

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						110
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Нажать в вертикальном ряду кнопку Face milling (V2).

Рассмотрим основные параметры CYCLE 71. Раздаю раздаточный материал.

(Слайд 9).

Показываю презентацию и попутно рассказываю значения параметров в цикле.

(Слайд 10).

Рассмотрим основные стратегии торцевого фрезерования.

(Слайд 11).

Основные движения при фрезеровании.

(Слайд 12).

Использование параметров.

(Слайд 13).

CYCLE72 применяется для контурного фрезерования поверхностей.

Назначение – программируется контурная обработка деталей.

Программирование – в управляющей программе CYCLE 72 записывается отдельным кадром: CYCLE72 (RTR, RFP, SDIS, DP, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, VARI, FDP1).

Для создания CYCLE 72 необходимо:

Установить курсор в чистой строке управляющей программы;

Нажать в горизонтальном ряду кнопку Milling (H4);

Нажать в вертикальном ряду кнопку Path milling (V3).

Рассмотрим основные параметры CYCLE 72. Раздаю раздаточный материал.

(Слайд 14).

Показываю презентацию и попутно рассказываю значения параметров в цикле.

(Слайд 15).

Траектория фрезерования.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						111
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

(Слайд 16).

Использование параметров.

Сейчас немного отдохните, и продолжим уже за обучающем комплексом.

Выдаю эскиз детали.

Задание: написать управляющую программу по обработке детали, используя G, M функции и CYCLE 71, CYCLE 72.

(Слайд 17).

За 15 минут до конца учебного занятия провести контроль знаний используя презентацию.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						112
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Раздаточный материал

Параметры CYCLE 71

Параметр	Тип данных	Описание
RTP	REAL	Плоскость отвода (абсолютная величина)
RFP	REAL	Плоскость отсчета (абсолютная величина)
SDIS	REAL	Допустимый зазор (должен добавляться к координатам плоскости отсчета; вводится без знака)
DP	REAL	Глубина (абсолютная величина)
PA	REAL	Начальная точка (абсолютная величина), первая ось плоскости (абсцисса)
PO	REAL	Начальная точка (абсолютная величина), вторая ось плоскости (ордината)
LENG	REAL	Длина прямоугольника по первой оси, с приращением. Угол, от которого начинается отсчет, определяется из знака.
WID	REAL	Длина прямоугольника по второй оси, с приращением. Угол, от которого начинается отсчет, определяется из знака.
STA	REAL	Угол между продольной осью прямоугольника и первой осью плоскости (абсцисса, вводить без знака). Диапазон значений: $0^\circ \leq STA < 180^\circ$
MID	REAL	Максимальная глубина подачи (вводится без знака)
MIDA	REAL	Максимальная ширина подачи во время твердой обработки в плоскости, как величина (вводится без знака)
FDP	REAL	Траектория отвода в конечном направлении (с приращением, вводить без знака)

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

FALD	REAL	Конечные измерения на глубине (с приращением, вводить без знака)
FFP1	REAL	Скорость подачи для обработки поверхности
VARI	INT	Тип механической обработки (вводится без знака) РАЗРЯД ЕДИНИЦ Значения: 1 закругление, 2 финишные обработки РАЗРЯД ДЕСЯТКОВ: Значения: 1: параллельно первой оси плоскости; однонаправленно, 2: параллельно второй оси плоскости; однонаправленно, 3: параллельно первой оси плоскости; со сменой направления 4: параллельно второй оси плоскости; со сменой направления
FDP1	REAL	Перебег (рабочего органа) в направлении плоскости подачи (с приращением, вводить без знака)

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

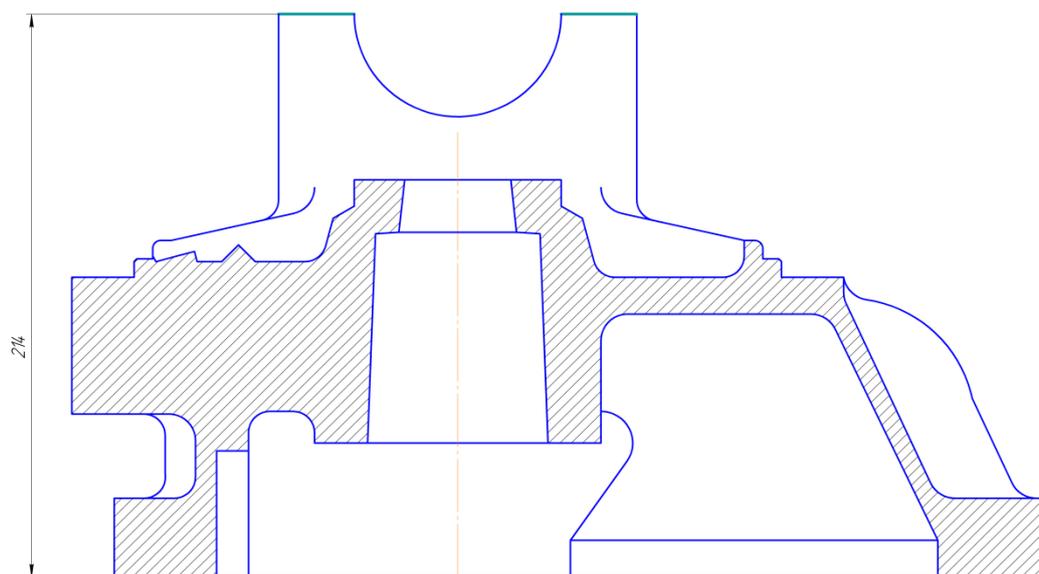
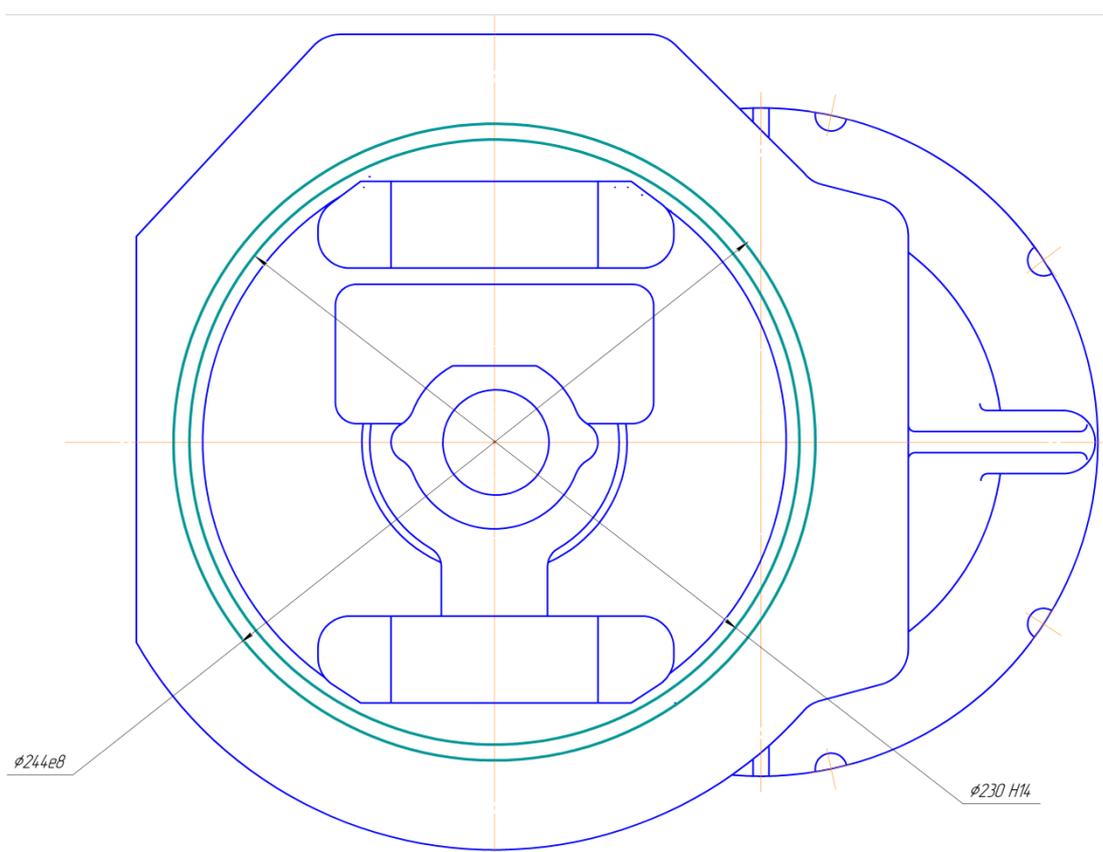
Параметры CYCLE 72

Параметр	Тип данных	Описание
NAME	STRING	Наименование подпрограммы контура
RTP	REAL	Плоскость отвода (абсолютная величина)
RFP	REAL	Плоскость отсчета (абсолютная величина)
SDIS	REAL	Допустимый зазор (должен добавляться к координатам плоскости отсчета; вводится без знака)
DP	REAL	Глубина (абсолютная величина)
MID	REAL	Максимальная глубина подачи (с приращением; ввести без знака)
FAL	REAL	Припуск на чистовую обработку на контуре кромки (вводится без знака)
FALD	REAL	Припуск на чистовую обработку в базовой плоскости (в виде приращения; вводится без знака)
FFP1	REAL	Скорость подачи для обработки поверхности
FFD	REAL	Скорость подачи при подаче на глубину (вводится без знака)

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

VARI	INT	<p>Тип механической обработки (вводится без знака) РАЗРЯД ЕДИНИЦ Значения: 1: черновая обработка, 2: чистовая обработка РАЗРЯД ДЕСЯТКОВ: Значения: 0: относительное перемещение с помощью G0, 1 промежуточное перемещение с помощью G1 HUNDREDS DIGIT Значения: 0: Отвод в конце контура к _RTP 1: Отвод в конце контура к _RFP + _SDIS 2: Отвод с помощью _SDIS в конце контура 3: Без отвода в конце контура</p>
RL	INT	<p>Проход по контуру либо от центра, вправо или влево (с помощью G40, G41 или G42; вводить без знака) Значения: 40: G40 (подход и отвод, только по прямой линии) 41: G41 42: G42</p>
AS1	INT	<p>Задание направления/траектории подхода (вводится без знака) РАЗРЯД ЕДИНИЦ: Значения: 1: Прямая тангенциальная линия 2: Квадрант (сектор) 3: Полуокружность РАЗРЯД ДЕСЯТКОВ: Значения: 0: Подход к контуру в плоскости 1: Подход к контуру по траектории в пространстве</p>
LP1	REAL	<p>Длина траектории подхода (по прямой линии) или радиус дуги подхода (по окружности) (вводится без знака)</p>

Эскиз детали



Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.178. ПЗ

Лист

117

Слайд 1

РГППУ
Российский государственный
профессионально-педагогический
университет

**Тема занятия
Программирование
фрезерной обработки**

Подготовил:
Петров В.В.

www.rsvpu.ru

Слайд 2

Фреза

- Фреза – многолезвийный режущий инструмент, выполненный в виде тела вращения, на образующей которого и (или) на торце расположены зубья. Работа его осуществляется при помощи поступательно-вращательных движений.



Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

Торцовая фреза



Цилиндрическая кукурузного типа



Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

Слайд 5

Концевая фреза



Слайд 6

Дисковые фрезы



Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.178. ПЗ

Лист

120

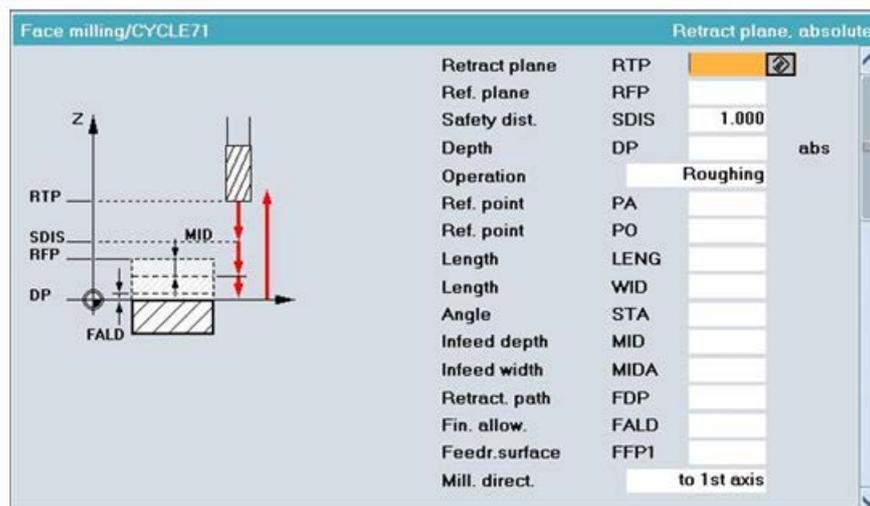
Циклы фрезерования – установленные процессы для фрезерования плоскостей, контуров, пазов и карманов.

Цикл фрезерования	Обозначение	Особенности
Плоское фрезерование	CYCLE 71	Фрезерование различных плоских поверхностей
Контурное фрезерование	CYCLE 72	Контурное фрезерование деталей

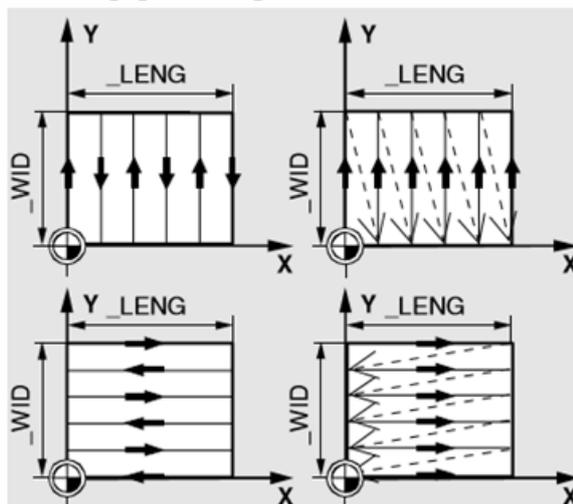
CYCLE 71-цикл плоского фрезерования

- Назначение – программируется плоская обработка деталей
- Программирование – в управляющей программе **CYCLE 71** записывается отдельным кадром:
CYCLE71 (RTR, RFP, SDIS, DP, PA, PO, LENG, WID, STA, MID, MIDA, FDP, FALD, FFP1, VARI, FDP1)
- Для создания **CYCLE 71** необходимо:
 - Установить курсор в чистой строке управляющей программы;
 - Нажать в горизонтальном ряду кнопку **Milling (H4)**;
 - Нажать в вертикальном ряду кнопку **Face milling (V2)**.

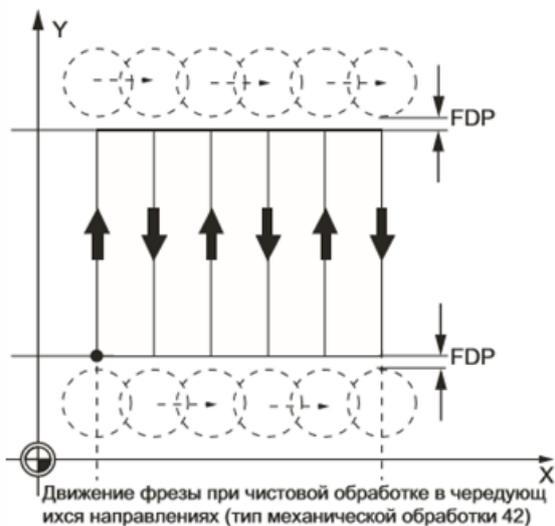
Основные параметры CYCLE 71



Возможные стратегии торцевого фрезерования



Движение при фрезеровании



Использование параметров



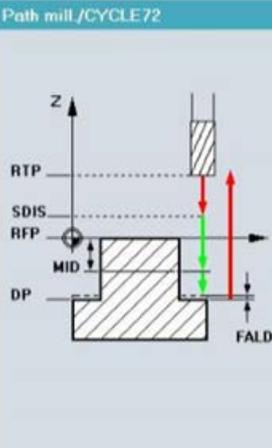
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

CYCLE 72-цикл контурного фрезерования

- Назначение – программируется контурная обработка деталей
- Программирование – в управляющей программу **CYCLE 72** записывается отдельным кадром: **CYCLE72** (RTR, RFP, SDIS, DP, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, VARI, FDP1)
- Для создания **CYCLE 72** необходимо:
 - Установить курсор в чистой строке управляющей программы;
 - Нажать в горизонтальном ряду кнопку **Milling (H4)**;
 - Нажать в вертикальном ряду кнопку **Path milling (V3)**.

Основные параметры CYCLE 72

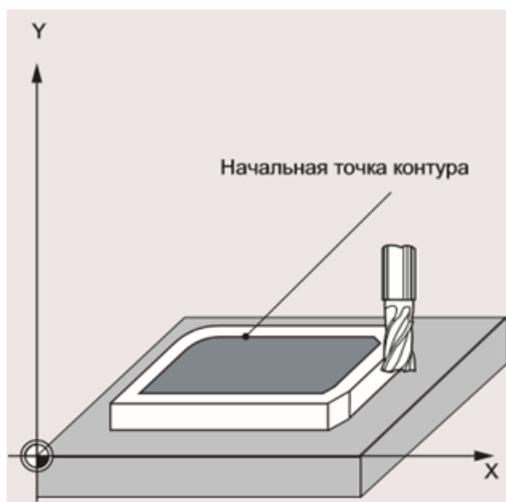
Path mill / CYCLE72



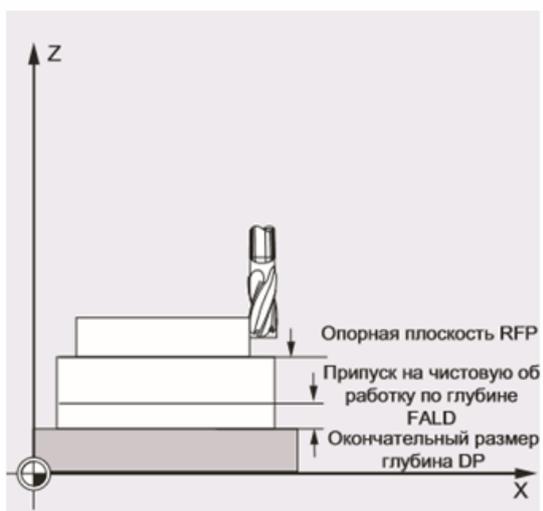
Name of contour subroutine

CONTUR			
Retract plane	RTP	2.000	
Ref. plane	RFP	0.000	
Safety dist.	SDIS	1.000	
Depth	DP	-31.000	abs
Operation		Roughing	
Infeed depth	MID	5.000	
Fin. allow.	FAL	0.500	
Fin. allow.	FALD	0.000	
Feedr. surface	FFP1	70.000	
Feedr. depth	FFD	90.000	
Intern. paths		G1	
Retract		No retract	
Radius comp.		Left	
Approach path		3-dimensional	
Approach path		Straight	

Траектория фрезерования



Использование параметров



Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

Контроль знаний

➤ Назовите инструмент и его назначение:



➤ Установите соответствие циклов с их функциональными назначениями:

1) CYCLY 71

а) Цикл контурного фрезерования

2) CYCLE 72

б) Цикл плоскостного фрезерования

Спасибо за
внимание!



ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Управляющая программа

Операция 015 – Установ А

G75 X0 Y0 Z0
T01
M6
G0 G54 G90 G17
G95 S161 LIMS=320 M3
F1,6
G0 X0 Y-190 Z5
G0 Z0
G1 Y190
G18
G0 X165 Y165 Z0
G0 Z-10
G1 X140 Y140
G1 Y-140
G19
G0 X139 Y-105 Z-10
G0 Z-126
G1 X135 Y-100
G1 X-135
SPOS=180
G0 X -140 Y160
G0 X139 Y-105
G1 X135 Y-100
G1 X-135
G75 X0 Y0 Z0
T02
M6
G0 G54 G90 G18
G95 S90 LIMS=1791 M3 F0,08
G0 X-37 Y27 Z5
G1 Y29 Z-77
G1 X37
G0 Z-63
CYCLE72 (“CONTUR”, -60, -62, 1, -63, 3, 0.4, 0, 80, 1, 42, 2, 8, 80, 2, 8)
CYCLE72 (“CONTUR1”, -90, -93, 1, -100, 3, 0.4, 0, 80, 1, 42, 2, 8, 80, 2, 8)
CYCLE72 (“CONTUR2”, -90, -93, 1, -100, 3, 0.4, 0, 80, 1, 42, 2, 8, 80, 2, 8)
CYCLE72 (“CONTUR3”, -90, -93, 1, -100, 3, 0.4, 0, 80, 1, 42, 2, 8, 80, 2, 8)
CYCLE72 (“CONTUR4”, -90, -93, 1, -100, 3, 0.4, 0, 80, 1, 42, 2, 8, 80, 2, 8)
G75 X0 Y0 Z0
T03
M6
G0 G90 G54 G17
G95 S90 LIMS=1302 M3 F0,08
G0 X-122 Y0 Z5
CYCLE72 (“CONTUR5”, -80, -85, 1, -94, 3, 0.1, 0, 80, 1, 42, 2, 8, 80, 2, 8)
G75 X0 Y0 Z0

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						127
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

T03
 M6
 G0 G90 G54 G17
 G95 S90 LIMS=1302 M3 F0, 08
 MCALL CYCLE82 (3, 0, 1, -6.75, , 0)
 CENTRE: ;*RO*
 G17 G0 X = AC(-55) Y = AC(-80) ;*RO*
 X = AC(55) Y = AC(-80) ;*RO*
 X = AC(55) Y = AC(80) ;*RO*
 X = AC(-55) Y = AC(80) ;*RO*
 ENDLABEL: ;*RO*
 MCALL
 G0 Z5
 MCALL CYCLE82(-60,-63,1,-66,,0)
 CENTR1: ;*RO*
 G17 G0 X = AC(31) Y = AC(0) ;*RO*
 X = AC(-31) Y = AC(0) ;*RO*
 ENDLABEL: ;*RO*
 MCALL
 G0 Z5
 MCALL CYCLE82(-95,-100,1,-104,,0)
 CENTR2: ;*RO*
 G17 G0 X = AC(-142,5) Y = AC(-79) ;*RO*
 X = AC(-70,5) Y = AC(-122) ;*RO*
 X = AC(70,5) Y = AC(-122) ;*RO*
 X = AC(122,1) Y = AC(-70,5) ;*RO*
 X = AC(122,1) Y = AC(70,5) ;*RO*
 ENDLABEL: ;*RO*
 G0 Z-95
 CENTR3: ;*RO*
 G17 G0 X = AC(59) Y = AC(143) ;*RO*
 X = AC(-59) Y = AC(143) ;*RO*
 X = AC(-142,5) Y = AC(79) ;*RO*
 ENDLABEL: ;*RO*
 G0 Z5
 MCALL
 G75 X0 Y0 Z0
 T04
 M6
 G0 G90 G54 G17
 G95 S50 LIMS=1990 M3 F0,05
 MCALL CYCLE83(-60,-63,1,-80,-,70,,5,1,,1,0,3,5,1,1,)
 REPEAT CENTR1
 MCALL
 G0 Z5
 G75 X0 Y0 Z0
 T05
 M6

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						128
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

G0 G90 G54 G17
 G95 S30 LIMS=884 M3
 F0,1
 MCALL CYCLE83(5,0,1,-32,-10,,5,1,,1,0,3,5,1,1,)
 REPEAT CENTRE
 MCALL
 G0 Z5
 MCALL CYCLE83(-95,-100,1,-120,-110,,5,1,,1,0,3,5,1,1,)
 REPEAT CENTR2
 G0 Z-95
 REPEAT CENTR3
 G0 Z5
 G75 X0 Y0 Z0
 T07
 M6
 G0 G90 G54 G17
 G95 S37 LIMS=906 M3 F0,05
 MCALL CYCLE83(-95,-100,1,-120,-110,,5,1,,1,0,3,5,1,1,)
 REPEAT CENTR2
 G0 Z-9
 REPEAT CENTR3
 G0 Z5
 G75 X0 Y0 Z0
 T08
 M6
 G0 G54 G90 G17
 G95 S60 LIMS=2388 M3 F0,24
 SPOS=180
 CYCLE 800 (1, “ “, 0, 54, 0, 106.5, 0, -15, 0, 0, 0, 0, 0, -1)
 G1 X108 Z-86
 G1 X104 Z-94
 G0 Z-84 X110
 CYCLE 800 (1, “ “, 0, 54, 0, 89, 0, -45, 0, 0, 0, 0, 0, -1)
 G0 X100 Y0 Z-86
 G1 X87 Z-96
 G0 X100 Z-86
 G75 X0 Y0 Z0
 T09
 M6
 G54 G0 G90 G17
 G95 S60 LIMS=2388 M3 F0,05
 G0 X110 Y0 Z-90
 CYCLE 800 (1, “ “, 0, 54, 0, 106.5, 0, -15, 0, 0, 0, 0, 0, -1)
 CYCLE 83 (108, -86, 1, -174, -135, 5, 1, 1, 0, 3, 5, 1, 1)
 G0 X108 Y0 Z-86
 CYCLE 800 (1, “ “, 0, 54, 0, 89, 0, -45, 0, 0, 0, 0, 0, -1)
 CYCLE 83 (89, -94, 1, -154, -120, 5, 1, 1, 0, 3, 5, 1, 1)
 G0 X100 Z-86
 G75 X0 Y0 Z0

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						129
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Комплект технологической документации

Титульный лист технологического процесса;

Маршрутная карта;

Карта эскизов;

Операционная карта;

Контрольная карта.

					ДП 44.03.04.178. ПЗ	Лист
						130
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		