

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ЧЕРВЯЧНОГО  
РЕДУКТОРА»

**Выпускная квалификационная работа**

по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение по отраслям  
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 097

Екатеринбург, 2019

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина

*(подпись)*

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ЧЕРВЯЧНОГО  
РЕДУКТОРА»

Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе  
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение по отраслям  
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Исполнитель:  
студентка группы ЗТО-406С

К.С. Евдунова

Руководитель:  
Доцент, к.т.н.

В.А. Штерензон

Екатеринбург 2019

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 116 листов машинописного текста, 37 таблицы, 29 рисунка, 31 использованных источников, приложения на 26 листах и графическую часть на 7 листах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ГОРИЗОНТАЛЬНО-РАСТОЧНОЙ ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ДЕТАЛЬ, ОТЛИВКА, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

В выпускной квалификационной работе произведено усовершенствование технологического процесса изготовления детали «Корпус червячного редуктора» с использованием горизонтально-расточного обрабатывающего центра РАМА SPEEDMAT 2/TR25. Использован режущий инструмент фирмы Dormer Pramet, для него выбраны соответствующие режимы резания и назначены нормы времени.

В экономической части работы произведен расчет себестоимости детали для базового и проектируемого варианта и расчет экономической эффективности от усовершенствования техпроцесса.

В методической части работы выполнен анализ профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», разработан учебный план переподготовки токарей-расточников 4 разряда на операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 3 разряда, разработан предметно-тематический план на одну из тем переподготовки и разработан учебное занятие теоретического обучения.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.097 ПЗ					
					Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Разраб.	Евдучова К.С.	«Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус червячного редуктора» Пояснительная записка»	Лит.	Лист	Листов
					Пров.	Штерензон В.А.			3	
					Н.контр.	Суриков В.П.		ФГАОУ ВО РГППУ Группа ЗТО-406С		
					Утв.	Бородин Н.В.				

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали	7
1.2. Анализ технологичности конструкции детали	10
1.3. Постановка технологических задач	14
1.4. Анализ заводского базового техпроцесса	15
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	20
2.1. Определение типа производства	20
2.2. Выбор заготовки и метода ее получения	21
2.3. Выбор технологических баз и разработка схем базирования	24
2.4. Разработка технологического маршрута обработки детали	27
2.5. Расчет припусков и межоперационных размеров	29
2.5.1. <i>Определение припусков и межоперационных размеров расчетно-аналитическим методом</i>	29
2.5.2. <i>Определение припусков и межоперационных размеров опытно-статистическим (табличным) методом</i>	31
2.6. Выбор и описание технологического оборудования	35
2.7. Выбор и описание металлорежущего инструмента	36
2.8. Выбор средств технологического оснащения	41
2.9. Назначение режимов резания	42
2.10. Силовой расчет зажимного приспособления	49
2.11. Разработка управляющей программы	53
2.12. Выбор контрольно-измерительных приборов и приспособлений	58
2.13. Расчет технических норм времени	60
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	66
3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия	66
3.2. Определение капитальных вложений	67

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

4

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

3.3.	Расчет технологической себестоимости	70
3.4.	Определение годовой экономии от изменения техпроцесса	85
3.5.	Анализ уровня технологии производства и определение экономических показателей разрабатываемого проекта	85
3.6.	Заключение к экономической части	88
4.	<b>МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b>	89
4.1.	Введение к методической части	89
4.2.	Описание условий обучения	90
4.3.	Анализ профессионального стандарта	91
4.4.	Разработка учебного плана	100
4.5.	Разработка перспективно-тематического плана	101
4.6.	Разработка плана-конспекта урока теоретического обучения	106
4.7.	Заключение к методической части	112
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	113
	<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	114

	Приложение А – Перечень листов графической документации	117
	Приложение Б - Выдержки из каталога режущего инструмента Pramet	118
	Приложение В – Результаты выбора инструмента из программы Dormer Selector	132
	Приложение Г – Выдержки из каталога инструментальных систем Pramet	134
	Приложение Д – Презентация для проведения урока производственного обучения	137
	Приложение Ж – Технологическая документация	

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение в нашей стране всегда было одной из главных отраслей промышленности. Совершенствование машиностроительного производства напрямую влияет на совершенствование других отраслей так как именно машиностроение осуществляет модернизацию машин и механизмов.

Одним из направлений развития машиностроения является применение современного высокопроизводительного оборудования с программным управлением, которое обеспечивает сокращение сроков изготовления деталей, сокращает материальные затраты и облегчает труд рабочих.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка нового варианта технологического процесса с целью повышения эффективности механической обработки детали «Корпус червячного редуктора»

Задачи работы:

- Провести анализ заводского технологического процесса изготовления детали;
- Разработать новый технологический маршрут и операции обработки детали «Корпус червячного редуктора»;
- Подобрать технологическое оборудование, оснастку, инструмент, контрольные приборы;
- Разработать фрагмент управляющей программы;
- Экономически обосновать предлагаемый вариант технологического процесса;
- Выполнить методическую разработку для переподготовки персонала.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата		ДП 44.03.04.097 ПЗ				Лист
						Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

# 1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1. Назначение и техническая характеристика детали

Корпусные детали служат для монтажа различных механизмов машин. Для них характерно наличие опорных достаточно протяженных и точных поверхностей, точных отверстий (основных), координированных между собой и относительно базовых поверхностей и второстепенных крепежных, смазочных и других отверстий [31]. Корпус является базовой деталью, на которой размещаются отдельные сборочные единицы и детали. Данная деталь должна обеспечивать постоянство точности взаимного расположения деталей и узлов как в статическом состоянии, так и в процессе эксплуатации узла. Для этого корпус должен обладать достаточной прочностью, жесткостью и износостойкостью.

Корпусные детали по общности решения технологических задач можно разделить на две группы [31]:

- 1) Призматические (коробчатого типа) с плоскими поверхностями большого размера и основными отверстиями, оси которых расположены параллельно или под углом
- 2) Фланцевого типа с плоскостями, являющимися торцовыми поверхностями основных отверстий

Деталь «Корпус червячного редуктора» относится к корпусным деталям коробчатого типа (призматическим) с плоскими поверхностями большого размера и основными отверстиями, оси которых расположены параллельно. Основные отверстия выполнены по 7 качеству с шероховатостью Ra2,5. Расстояния между осями основных и торцами этих отверстий выполняются по 10 качеству. Шероховатость торцов – Ra3.2. Остальные поверхности согласно технических требований выполняются по 14 качеству: основание и верхняя часть корпуса – с шероховатостью Ra6.3, отверстия под крепления крышки и фундаментные болты – с шероховатостью Ra25.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взаим. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	ДП 44.03.04.097 ПЗ				Лист
						Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

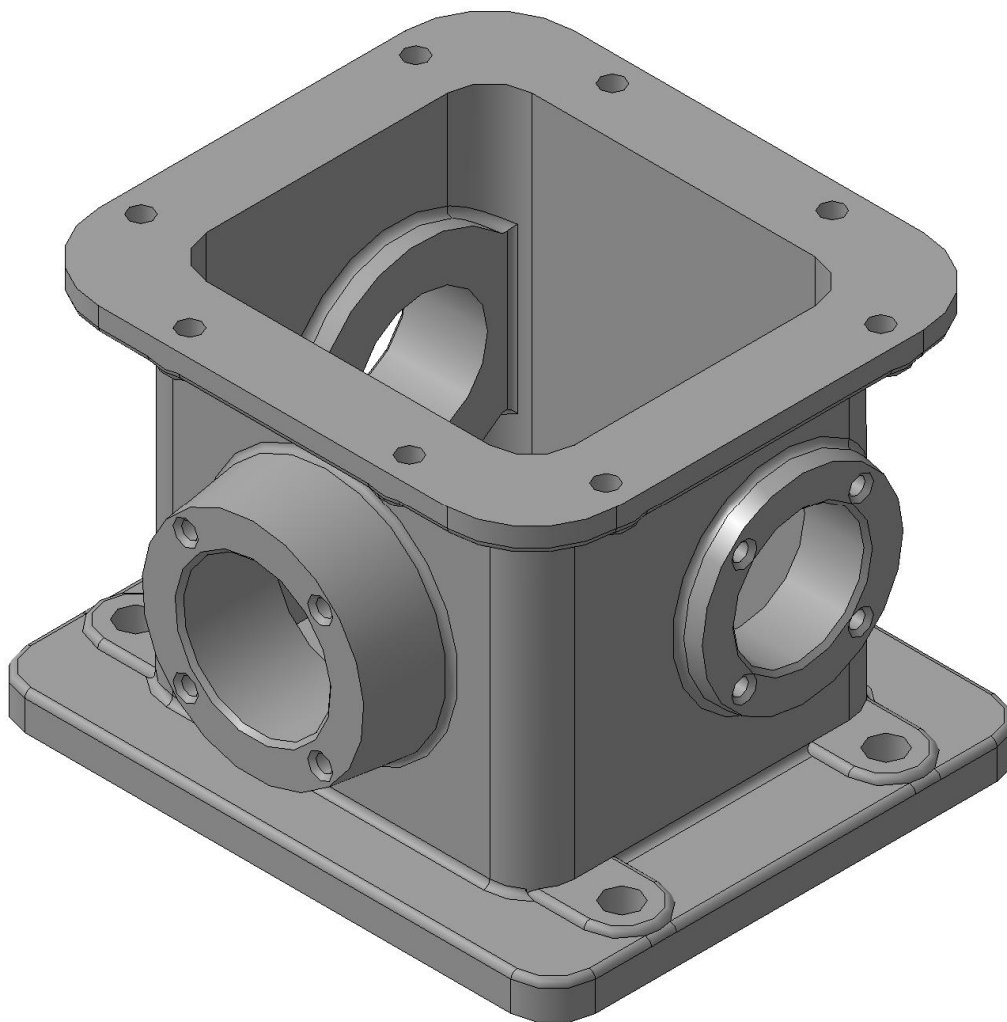


Рисунок 1 - 3D-модель детали «Корпус червячного редуктора»

Деталь «Корпус редуктора» изготавливается из материала СЧ20 ГОСТ 1412-85. Учитывая достаточную сложность конфигурации и слабую нагруженность узла изготовление из чугуна является целесообразным. Так же в технологических требованиях указана необходимость проведения термической обработки для снятия внутренних напряжений.

Серый чугун СЧ20 ГОСТ 1412-85 – сравнительно дешевый конструкторский материал. Он получил широкое распространение практически во всех областях машиностроения благодаря ценным литейным и технологическим свойствам. Из серого чугуна изготавливают станины, ползуны прессов, корпуса редукторов, маховики шестерни и др. химический состав представлен в таблице 1, свойства – в таблице 2 [23, с. 368-374].

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ		Лист
												8



Таблица 1 – Химический состав материала СЧ20

Хим. элемент	С (углерод)	Si (крем- ний)	Mn (марга- нец)	S (сера)	P (фосфор)	Fe (желе- зо)
Содержание в %	3,3-4,5	1,4-2,4	0,7-1	До 0,15	До 0,2	~93

Таблица 2 – Свойства материала СЧ20

Литейные свойства	Физические свойства	Механическая свойства	
Литейная усадка $\delta$ , %	Плотность $\rho$ , кг/см <sup>3</sup>	Временное сопротив- ление разрыву $\sigma_b$ , Мпа	Твердость НВ
1,2	7,83	200	143-255

Рассмотрим подробнее литейные свойства чугуна, такие как жидкотекучесть, линейная и объемная усадка.

Понятие «жидкотекучесть» как литейное свойство подразумевает способность жидкого металла заполнять литейную форму и воспроизводить ее внутренне очертания. Способность чугуна находиться более или менее длительное время в жидком состоянии имеет решающее влияние на заполнение литейной формы при получении тонкостенных отливок без спаев, незаливов и других дефектов. Чугун с пластинчатым графитом имеет максимальную жидкотекучесть [19].

Уменьшение объема чугуна, залитого в форму, от момента ее заполнения до конца охлаждения сформировавшейся отливки принято называть усадкой. Различают линейную и объемную усадку. Усадочные явления, протекающие при охлаждении чугуна, определяются как составом чугуна, от которого зависят температурный интервал кристаллизации и характер фазовых и структурных превращений, так и интенсивностью охлаждения чугуна. При кристаллизации серого чугуна коэффициент линейной усадки колеблется от 0,9% до 1,3%. По этой причине в отливках, как правило, не возникает горячих трещин, уменьшается пористость, не образуются сосредоточенные усадочные раковины и т.п.[19].

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

## 1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции детали производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства. Конструкция изделия может быть признана технологичной, если она обеспечивает простое и экономичное изготовление изделия [11].

Для проведения анализа технологичности требуется проанализировать требования к точности и качеству поверхностей, а также допуски формы и расположения поверхностей детали «Корпус червячного редуктора» (таблица 3).

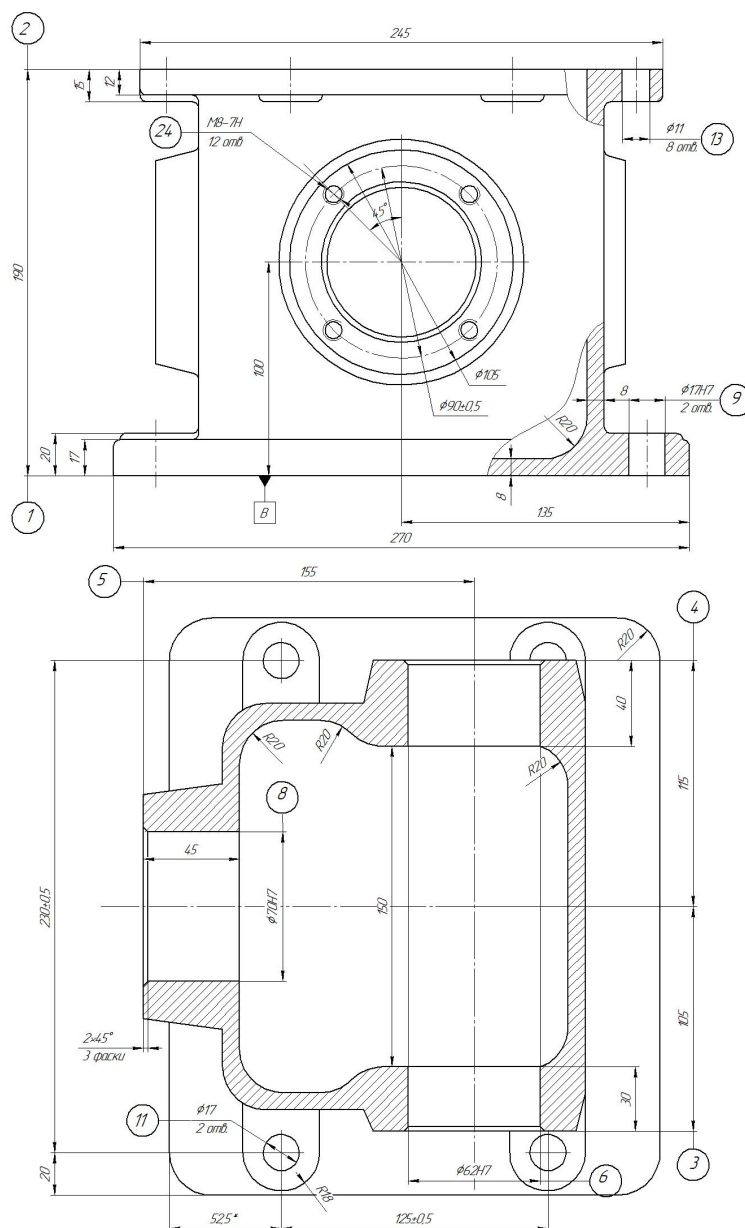


Рисунок 2 – Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл
Подп. и дата	Подп. и дата

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

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

10

Таблица 3 - Анализ технических требований, предъявляемых к детали

№	Наименование, форма	Размер, мм	Поле допуска, качество	Шероховатость	Допуски формы и взаимного расположения поверхностей
1	2	3	4	5	6
1	Основание (плоскость)	270×230	IT14/2	Ra 6.3	
2	Верхняя часть (плоскость)	225×245	IT14/2	Ra 6.3	
3,4	Торец (плоскость)	Ø95	IT14/2	Ra 3.2	Допуск биения относительно базы Д (оси отверстий Ø62H7) 0,08 мм; Допуск перпендикулярности относительно базы В (основания) 0,08 мм
5	Торец (плоскость)	Ø105	IT14/2	Ra 3,2	Допуск биения относительно базы Д (оси отверстий Ø62H7) 0,1 мм; Допуск перпендикулярности относительно базы В (основания) 0,1 мм
6,7	Основное отверстие	Ø62	H7	Ra 2,5	Допуск цилиндричности 0,01 мм
8	Основное отверстие	Ø70	H7	Ra 2,5	Допуск цилиндричности 0,01 мм
9,10	Отверстие	Ø17	H7	Ra 1,25	
11,12	Отверстие	Ø17	H14	Ra 25	
13-20	Отверстие	Ø11	H14	Ra 25	
21,22, 23	Фаска	2×45	14	Ra 25	
24-35	Резьбовые отверстия	M8	7H	Ra 6.3	

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

11

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

Качественная оценка технологичности производится по следующим показателям [11]:

1) Технологичность метода получения заготовки – ХОРОШО.

Деталь «Корпус редуктора» изготавливается из чугуна СЧ20. Свойства материала и конфигурация детали подразумевают использование в качестве заготовки отливку. В базовом технологическом процессе предусматривается использование в качестве заготовки отливки в кокиль, что является нецелесообразным для заданного типа производства.

2) Технологичность конструктивных элементов детали – ХОРОШО.

В конструкции изделия используются простые геометрические формы (отсутствуют обрабатываемые фасонные поверхности, отверстия нетехнологичной конфигурации, закрытые пазы и т.д.).

3) Совмещение баз – ХОРОШО.

Конструкция детали позволяет совмещать конструкторские и технологические базы, уменьшая погрешности базирования. В качестве чистовой базы используется основание корпуса и 2 отверстия, что позволяет соблюсти принцип постоянства баз.

4) Соответствие допусков и технических требований служебному назначению детали – ХОРОШО.

Проверку соответствия качества обрабатываемой поверхности (шероховатости) точности этой поверхности производим по [1, с.340-341 табл.23,25]. Проверку соответствия значений допусков формы и взаимного расположения поверхностей детали в зависимости от точности этих поверхностей производим по [1, с.442-443 табл.28-29]. Все шероховатости, а так же допуски формы и расположения поверхностей соответствуют заданным квалитетам. Для снижения объема механической обработки допуски и повышенное качество поверхности назначены только на ответственных поверхностях.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист 12
	Инв. № дубл				
	Взаим. инв. №				
	Подп. и дата				
	Инв. № подл.				
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ

Количественную оценку технологичности конструкции детали производят по следующим коэффициентам:

1) Коэффициент использования материала [11]:

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_3},$$

где:  $M_d$  – масса детали по чертежу, кг.;

$M_3$  – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

Согласно чертежей детали и заготовки  $M_d=20,7$  кг,  $M_3=25,1$ , следовательно  $K_{им}=20,7/25,1=0,82$ .

Коэффициент использования материала 0,82 значит, что 18% заготовки уйдет в стружку при обработке, что является оптимальным.

2) Коэффициент точности обработки детали [9]:

$$K_{Тч} = 1 - \frac{1}{A_{ср}},$$

где:  $A_{ср}$  – средний квалитет точности обработки, определяемый по формуле [9]:

$$A_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i n_i}{\sum_{i=1}^n n_i},$$

где:  $A_i$  – квалитет точности;

$n_i$  – число размеров соответствующего квалитета.

Чем больше  $K_{Тч}$ , тем более технологична конструкция детали.

$$A_{ср} = \frac{7 * 5 + 10 * 2 + 14 * 16}{5 + 16 + 2} = \frac{279}{23} = 12,13$$

$$\text{Тогда } K_{Тч} = 1 - \frac{1}{12,13} = 1 - 0,09 = 0,91$$

Так как значение коэффициента близко к единице, конструкцию детали по коэффициенту точности обработки признаем технологичной.

3) Коэффициент шероховатости поверхностей детали [9]:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{ср}},$$

где:  $B_{ср}$  – средняя шероховатость поверхностей, определяемая по формуле:

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.

$$B_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n Ra_i n_i}{\sum_{i=1}^n n_i},$$

где:  $n_i$  – количество поверхностей, имеющих шероховатость, соответствующую данному числовому значению Ra.

Деталь считается технологичной, если  $K_{ш} < 0,32$  [9]

$$B_{cp} = \frac{1,25 * 2 + 2,5 * 3 + 3,2 * 3 + 6,3 * 14 + 25 * 13}{2 + 3 + 3 + 14 + 13} = \frac{432,8}{35} = 12,37$$

Тогда  $K_{ш} = 1/12,37 = 0,1$ .

Так как  $0,1 < 0,32$ , конструкцию детали признаем технологичной по коэффициенту шероховатости поверхностей детали.

Исходя из вышеизложенного, в целом можно признать конструкцию технологичной.

### 1.3. Формулировка основных технологических задач

По результатам анализа требований, предъявляемых к детали, определяем технологические задачи при обработке детали «Корпус червячного редуктора»:

- Обеспечить точность размеров отверстий  $\varnothing 17H7$ ,  $\varnothing 62H7$ ,  $\varnothing 70H7$  по 7 качеству, остальных поверхностей – по 14 качеству
- Обеспечить точность формы – цилиндричности отверстий  $\varnothing 62H7$  и  $\varnothing 70H7$  не более 0,01
- Обеспечить точность взаимного расположения – торцевое биение поверхностей  $\varnothing 95$  относительно оси отверстия  $\varnothing 62H7$  не более 0,08 мм, поверхности  $\varnothing 105$  относительно оси отверстия  $\varnothing 70H7$  – не более 0,1; перпендикулярность относительно основания корпуса торцов  $\varnothing 95$  не более 0,08,  $\varnothing 105$  – не более 0,1
- Обеспечить качество поверхностного слоя (шероховатости) отверстий  $\varnothing 62H7$  и  $\varnothing 70H7$  Ra2,5, отверстий  $\varnothing 17H7$  – Ra 1.25; шероховатость торцов  $\varnothing 95$  и  $\varnothing 105$  – Ra3,2, основания и верхней части корпуса – Ra6.3

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист 14	
	Инв. № дубл.					
	Взаим. инв. №					
	Подп. и дата					
	Инв. № подл.					
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист 14

#### 1.4. Анализ базового заводского техпроцесса

Характеристика базового технологического процесса:

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

Общее число операций – 14, в том числе станочные – 7, слесарные – 7, заготовительная – 1, термическая – 1, моечная – 1, контрольная – 1.

Анализ маршрута обработки детали производим по маршрутным картам, руководствуясь рекомендациями в литературе [10,28]. Результаты представлены в таблице 4.

Первой операцией маршрута обработки детали «Корпус червячного редуктора» является термическая операция, для снятия внутренних напряжений.

Чтобы снять внутренние напряжения и стабилизировать размеры чугунных отливок из серого чугуна, применяют естественное старение или низкотемпературный отжиг.

Естественное старение является более старым способом снятия напряжений, при котором отливка после полного охлаждения претерпевает длительное вылеживание — от 3—5 месяцев до нескольких лет. Естественное старение применяют в том случае, когда нет требуемого оборудования для отжига. В настоящее время почти не применяется [19].

В современном производстве главным образом применяется низкотемпературный отжиг. Для этого отливки после полного затвердевания укладывают в холодную печь (или печь с температурой 100—200° С) и вместе с ней медленно, со скоростью 75—100° С в час нагревают до 500—550° С, при этой температуре их выдерживают 2—5 часов и охлаждают до 200° С со скоростью 30—50° в час, а затем на воздухе [19].

Далее следуют операции получения чистовых баз (фрезерование основания, обработка отверстий под установочные пальцы). После получения чистовых баз производится предварительная, а затем отделочная обработка основных отверстий.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.097 ПЗ					Лист			
										15			
					Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.				

Таблица 4 – Анализ базового техпроцесса обработки детали

Наименование операции и содержание по переходам	кол-во установов	кол-во переходов	T <sub>шт.</sub> , мин	Технологическая база	Способ установки и закрепления	Наименование и модель станка
1	2	3	4	5	6	7
<u>005 Заготовительная</u> Изготовить (закупить) отливку в кокиль						
<u>010 Термическая</u> Выполнить термообработку для снятия внутренних напряжений отливки						
<u>015 Вертикально-фрезерная</u> 1. Установить, закрепить и снять деталь 2. Фрезеровать последовательно начерно и начисто поверхность 2 (225x245) 3. Переустановить, закрепить и снять деталь 4. Фрезеровать последовательно начерно и начисто поверхность 2 (270x230)	1	3	12	Необработанное основание и необрабатываемые боковые поверхности основания	Зажим в тисках	Вертикально-фрезерный 6P83
<u>020 Слесарная</u> Притупить острые кромки и снять заусенцы после фрезерования						
<u>025 Вертикально-сверлильная</u> 1. Установить, закрепить и снять заготовку 2. Сверлить последовательно 8 отв. Ø11 3. Переустановить, закрепить и снять заготовку 4. Сверлить последовательно 2 отв. Ø17 5. Последовательно сверлить, зенкеровать, развернуть предварительно и окончательно 2 отв. Ø17H7	1	9	10	Необработанное основание и необрабатываемые боковые поверхности основания	Зажим в тисках	Вертикально-сверлильный станок 2Г175

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	



Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
<p><u>030 Горизонтально-расточная</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить закрепить и снять заготовку в специальном приспособлении</li> <li>2. Фрезеровать один торец Ø95 последовательно начерно и начисто</li> <li>3. Расточить одно отв. Ø62Н7 последовательно начерно, получисто, чисто с припуском под шлифование</li> <li>4. Повернуть заготовку на поворотном столе на 180°</li> <li>5. Фрезеровать второй торец Ø95 последовательно начерно и начисто</li> <li>6. Расточить второе отв. Ø62Н7 последовательно начерно, получисто, чисто с припуском под шлифование</li> <li>7. Повернуть заготовку на 90°</li> <li>8. Фрезеровать торец Ø105 последовательно начерно и начисто</li> <li>9. Расточить отв. Ø70Н7 последовательно начерно, получисто, чисто с припуском под шлифование</li> </ol>	1	16	33	Обработанное основание и два точных обработанных отверстия	Зажим в специальном приспособлении	Горизонтально-расточной станок 2А615-1
<p><u>035 Слесарная</u></p> <p>Притупить острые кромки и снять заусенцы после фрезерования</p>						
<p><u>040 Шлифовальная</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить, закрепить и снять заготовку в специальном приспособлении</li> <li>2. Шлифовать с переустановкой два отв. Ø62Н7 и отв. Ø70Н7 с подшлифовкой торцев</li> </ol>	3	6	7	Обработанное основание и два точных обработанных отверстия	Зажим в специальном приспособлении	Координатно-шлифовальный 3283

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
<p><u>045 Горизонтально-расточная</u></p> <p>1. Установить, закрепить и снять заготовку</p> <p>2. Сверлить, нарезать резьбу в отв. М8-7Н последовательно в двух торцах Ø95 и торце Ø105</p>	1	19	12	Обработанное основание и два точных обработанных отверстия	Зажим в специальном приспособлении	Горизонтально-расточной станок 2А615-1
<p><u>050 Моечная</u></p> <p>Промыть заготовку от стружки и СОЖ</p>						
<p><u>070 Контрольная</u></p> <p>Выполнить контроль всех показателей согласно чертежу</p>						

Суммарная трудоемкость изготовления детали  $T_{д}=6+3+6+7+33+7+12=74$  мин

Схема построения обработки в операциях – одноместная, одноинструментальная с последовательной обработкой. Выбранное оборудование обеспечивает обработку все требуемых поверхностей с заданной точностью. Габариты и масса детали не превышают допускаемые для этого станка.

Недостатками базового технологического процесса являются:

- 1) Большое количество разнообразного оборудования, используемого в процессе обработки детали. Это приводит к увеличению затрат на его покупку и обслуживание, увеличение количества рабочих, увеличению вспомогательного и подготовительно-заключительного времени на изготовление детали, увеличению времени на межоперационные перемещения.
- 2) Часть оборудования на данный момент значительно изношено или вышло из строя, а закупки нового универсального оборудования не планируется
- 3) Планы производства предполагают увеличение производства данной машины, что приводит к необходимости уменьшения времени на производство деталей и узлов
- 4) Осуществление обработки базовых отверстий на разных станках с пере-

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
						18

установами, что может приводить к появлению погрешности механической обработки

Исходя из вышеизложенного, для совершенствования технологического процесса предлагается использовать современное оборудование с программным управлением.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дудл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.		

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Определение типа производства

Тип производства – это классификационная категория производства, определяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий.

На первом этапе проектирования тип производства ориентировочно может быть определен по таблице 3.4 [11, с.33]. Масса детали «Корпус редуктора» 20,7 кг, годовая программа выпуска – 50 шт, следовательно, тип производства – мелкосерийный.

Мелкосерийный тип производства характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями с использованием универсального режущего специализированного и специального оборудования, режущего инструмента и приспособлений. Обработка производится на ненастроенных станках методом пробных ходов и промеров, которые размещаются по ходу технологического процесса. Коэффициент закрепления операций для среднесерийного производства  $20 < K_{з.о.} \leq 40$ .

Далее требуется выбрать форму организации производства, которая определяет порядок выполнения операций технологического процесса, направление движения деталей в процессе их изготовления, расположение технологического оборудования и рабочих мест. Выбираем групповую форму организации производства, которая характеризуется периодическим запуском деталей партиями, что является признаком серийного производства.

Количество деталей в партии  $n$  для одновременного запуска упрощенным способом определяется по формуле [11]:

$$n = \frac{N * a}{254},$$

где:  $N$  – годовая программа выпуска деталей, равная 50 шт.

Инв. № подл.	Подп. и дата					ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист	
	Инв. № дубл.							20
	Взам. инв. №							
	Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.			

а – количество дней, на которые необходимо иметь запас заготовок на складе (принимаем  $a=6$  дней);

254 – число рабочих дней в году.

$n=25*6/254 \approx 1$  шт.

В базовом технологическом процессе изготовление деталей осуществляется на каждую машину (то есть по 4 шт. в месяц). При усовершенствовании базового технологического процесса предлагается осуществлять изготовление деталей сразу в размере годовой программы с последующим хранением на складе и выдаче на сборку по требованию. Таким образом удастся избежать трату времени на переналадку оборудования.

## 2.2. Выбор заготовки и метода ее получения

При выборе способа получения заготовки требуется учитывать материал и конфигурацию детали, а также объем партии.

Материал детали – серый чугун не позволяет нам применять способы получения заготовки путем пластической деформации (ковка, штамповка). Конфигурация детали не позволяет использовать в качестве заготовки прокат. Центробежное литье исключается конфигурацией (т.к. такой способ применяется только для получения тел вращения), литье под давлением не применяют для чугунов. Литье по выплавляемым моделям и литье в кокиль не применяют для маленьких объемов партии в связи с дороговизной изготавливаемой оснастки. Целесообразный объем партии для этих способов литья 500-1000 шт.

Учитывая все вышеперечисленное, наиболее актуальным будет выбор в качестве заготовки отливки в песчаные формы. Именно такой способ получения заготовки применяется в базовом техпроцессе.

Характеристики отливки:

- Класс размерной точности – 11;
- Степень коробления – 0;
- Степень точности поверхности – 0;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
											21

- Класс точности массы – 12.

Расчет размеров заготовки представлен в таблице 5. Данные о припусках взяты из [11, с.60, т. 3.14], о допусках – из [11, с.59, т. 3.13].

Расчет массы заготовки Q производится путем нахождения массы элементов припуска и ее прибавления к массе детали, заданной в чертеже:

$$Q=(V_n*\gamma)+q,$$

где: Q – масса заготовки (кг);

$V_n$  – объем припуска детали (см<sup>3</sup>);

$\gamma$  – удельный вес чугуна ( $\gamma=7,3$  г/см<sup>3</sup>);

q – масса детали.

Таблица 5 - Расчет размеров заготовки (литье в песчаные формы)

Размер детали по чертежу	Допуск на размер заготовки	Припуск на сторону	Расчет размеров заготовки	Размер с допуском
φ62Н7	4 (±2)	Z <sub>1</sub> =4,5	D <sub>1</sub> =62-2Z <sub>1</sub> =62-2*4,5	φ53±2
φ70Н7	4,4 (±2,2)	Z <sub>2</sub> =4,5	D <sub>2</sub> =70-2Z <sub>2</sub> =70-2*3	φ61±2,2
190	5,6 (±2,8)	Z <sub>3</sub> =6 Z <sub>4</sub> =4,5	l <sub>1</sub> =190+Z <sub>3</sub> +Z <sub>4</sub> =75+6+4,5	200,5±2,8
155	5 (+5)	Z <sub>5</sub> =4,5	l <sub>2</sub> =160+Z <sub>5</sub> =160+4,5	159,5 <sup>+5</sup>
105	5 (+5)	Z <sub>6</sub> =4,5	l <sub>3</sub> =105+Z <sub>6</sub> =105+4,5	109,5 <sup>+5</sup>
115	5 (+5)	Z <sub>7</sub> =4,5	l <sub>4</sub> =115+Z <sub>7</sub> =115+4,5	119,5 <sup>+5</sup>

Расчет объема припуска производим по формуле:

$$V_n=V_1+ V_2+V_3+V_4+V_5+2V_6+4V_7+8V_8+12V_9,$$

Подп. и дата	
Инв. № дудл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

22

где:  $V_1 = \left( \frac{\pi * 6,2^2}{4} - \frac{\pi * 5,3^2}{4} \right) * (4 + 3) = 56,9 \text{ см}^3$  – объем припуска в отв.  $\phi 62H7$

$V_2 = \left( \frac{\pi * 7^2}{4} - \frac{\pi * 6,1^2}{4} \right) * 4,5 = 41,6 \text{ см}^3$  – объем припуска в отв.  $\phi 70H7$

$V_3 = 225 * 245 * 0,6 = 33075 \text{ см}^3$  – объем припуска на верхнюю часть детали

$V_4 = 23 * 27 * 0,45 = 279,45 \text{ см}^3$  – объем припуска на основание детали

$V_5 = \left( \frac{\pi * 10,5^2}{4} - \frac{\pi * 6,1^2}{4} \right) * 0,45 = 25,8 \text{ см}^3$  – объем припуска на торец  $\phi 105$

$V_6 = \left( \frac{\pi * 9,5^2}{4} - \frac{\pi * 5,3^2}{4} \right) * 0,45 = 22 \text{ см}^3$  – объем припуска на торец  $\phi 95$

$V_7 = \frac{\pi * 1,7^2}{4} * 2,45 = 6 \text{ см}^3$  – объем припуска на отверстие  $\phi 17$

$V_8 = \frac{\pi * 1,1^2}{4} * 1,95 = 1,85 \text{ см}^3$  – объем припуска на отверстие  $\phi 11$

$V_9 = \frac{\pi * 0,8^2}{4} * 2,45 = 1,23 \text{ см}^3$  – объем припуска на резьбовое отверстие M8

$V_{\text{п}} = 56,9 + 41,6 + 330,75 + 279,45 + 25,8 + 2 * 22 + 4 * 6 + 8 * 1,85 + 12 * 1,23 = 832 \text{ см}^3$

Тогда масса заготовки:  $Q = \frac{832 * 7,3}{1000} + 20,7 = 6,07 + 20,7 = 26,77 \text{ кг}$

Коэффициент использования материала рассчитываем по формуле:

$$K_{\text{им}} = q/Q,$$

где: q – масса детали по чертежу;

Q – масса заготовки.

$$K_{\text{им}} = 20,7 / 26,77 = 0,77$$

Коэффициент использования материала 0,77 показывает, что в отходы уйдет 23% материала.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
												23

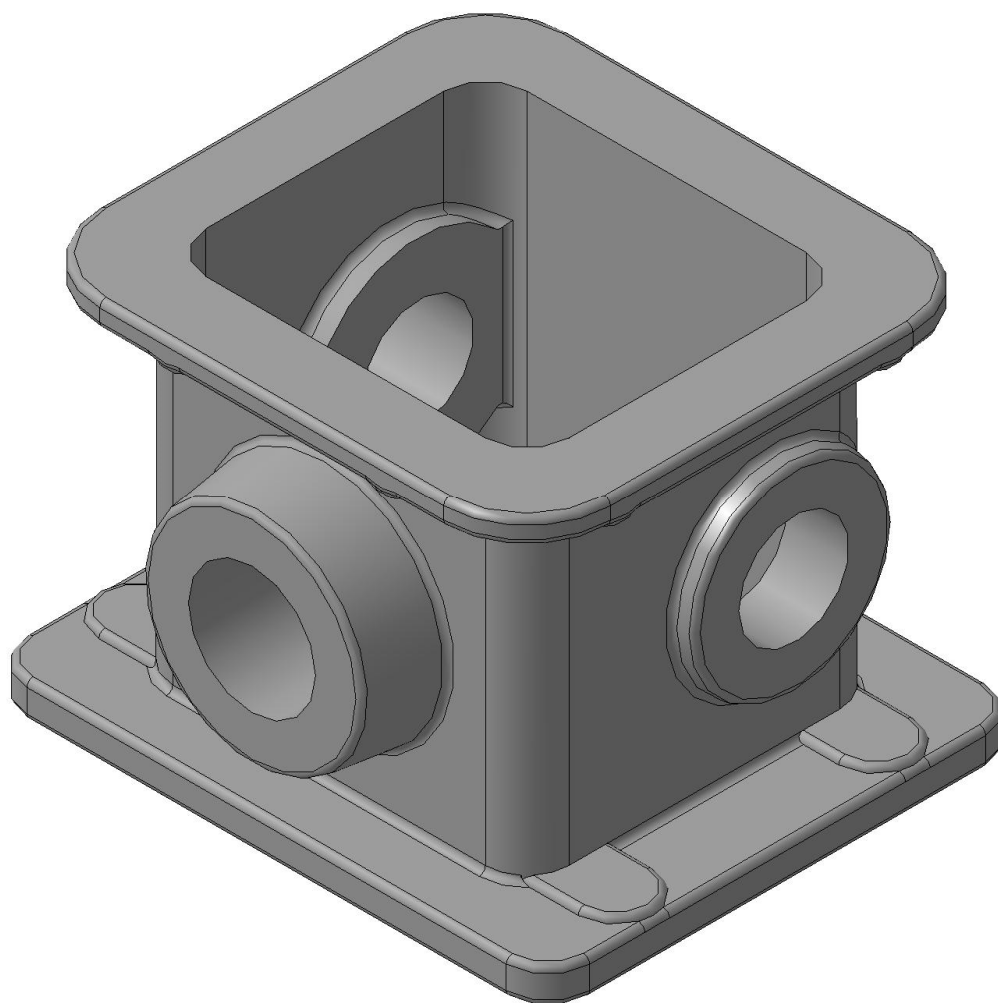


Рисунок 3 – 3D-модель заготовки детали «Корпус червячного редуктора»

### 2.3. Выбор технологических баз и разработка схем базирования

#### 1) Выбор баз на завершающих операциях техпроцесса

На завершающем этапе обработки технологической базой будут служить обработанная плоскость основания и два точных отверстия. Именно относительно плоскости основания задано расположения основных отверстий. Схема базирования представлена на рисунке 4.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.097 ПЗ					Лист
					Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	24



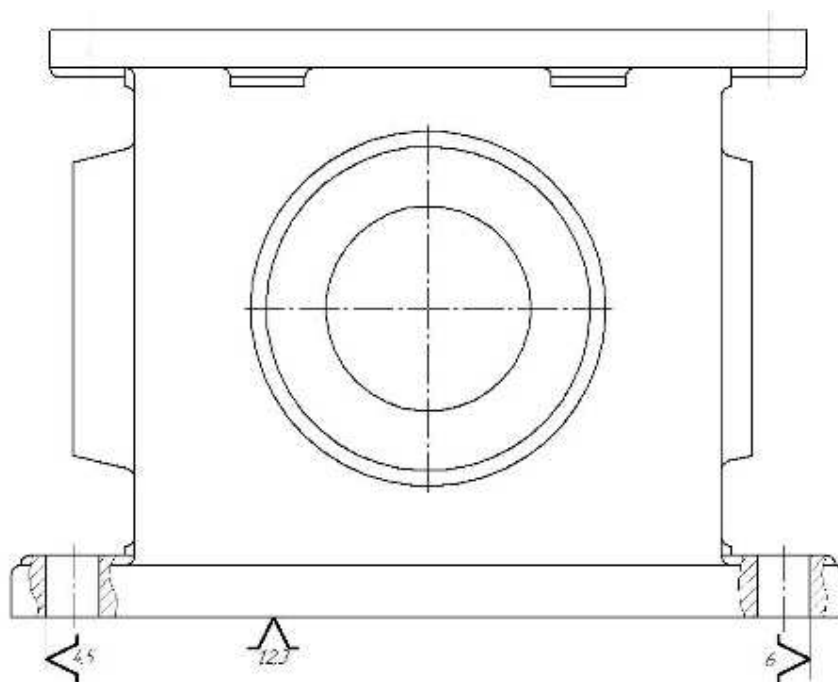


Рисунок 4 – Схема базирования (чистовые базы)

Плоскость основания является установочной базой и лишает заготовку трех степеней свободы. Направляющей базой, лишающей заготовку двух степеней свободы, является образующая одного из отверстий, а упорной базой, лишающей заготовку одной степени свободы, является образующая второго отверстия. Деталь лишается шести степеней свободы, чем совершается полное базирование.

Погрешность базирования размера 100, который определяет положение осей центральных отверстий равна 0, так как конструкторская и технологическая база совпадает

Угловая погрешность базирования при базировании на два пальца вычисляется по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2S_{\max}}{2L} = \frac{S_{\max}}{L},$$

где:  $\alpha$  – угол поворота детали

$S_{\max}$  – максимальный зазор при посадке детали на палец

$L$  – расстояние между осями отверстий (пальцев)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{17,018 - 16,966}{230} = 0,00023 \Rightarrow \alpha \approx 0 \Rightarrow \text{погрешности базирования не возникает}$$

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

## 2) Выбор баз для первой операции

В качестве черновой базы на первой операции используем нижнее основание, так как эта поверхности имеет достаточные размеры и обеспечивает при закреплении устойчивое положение детали при отсутствии ее деформации. На этой поверхности отсутствуют прибыли и литники.

Деталь базируется на необработанное основание, с упором двумя торцами основания корпуса. Основание является установочной базой и лишает деталь трех степеней свободы. Один из торцов основания является направляющей базой, лишаящей деталь двух степеней свободы, другой – упорной базой, лишаящей одной степени свободы. Схема базирования представлена на рисунке 5.

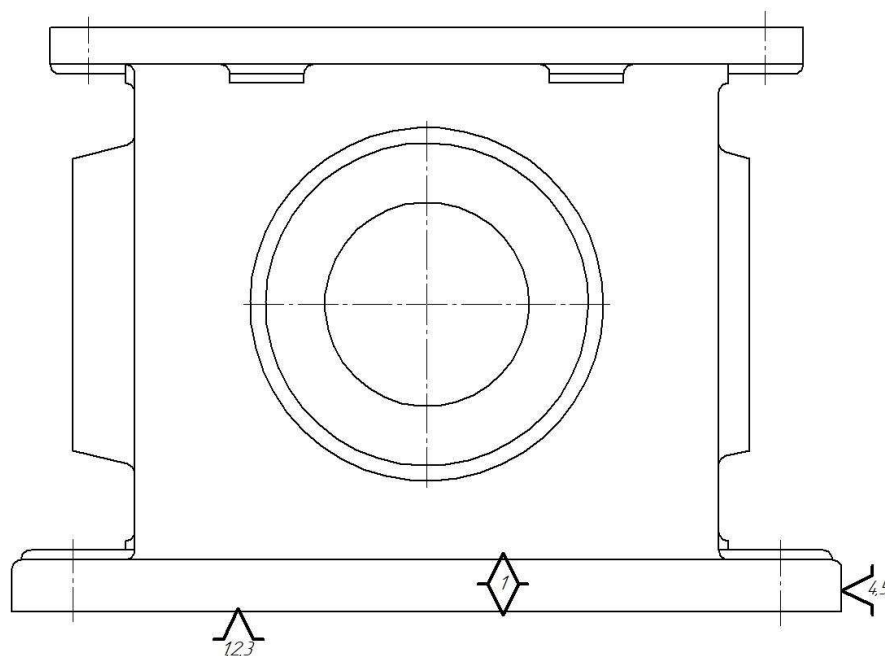


Рисунок 5 – Схема базирования (черновые базы)

В качестве установочных элементов выбираем комплект опорных пластин и установочные штыри (два для направляющей базы и один для упорной)

## 3) Выбор баз для промежуточных операция

В качестве промежуточной базы используем обработанную верхнюю часть корпуса, базируясь на которой произведем обработку поверхностей, используемых для установки на завершающих операциях техпроцесса. Деталь базируется на обработанную верхнюю часть корпуса с упором двумя торцами верхней части кор-

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

26

пуса. Верхняя часть является установочной базой и лишает деталь трех степеней свободы. Один из торцов основания является направляющей базой, лишающей деталь двух степеней свободы, другой – упорной базой, лишающей одной степени свободы. Схема базирования представлена на рисунке 6.

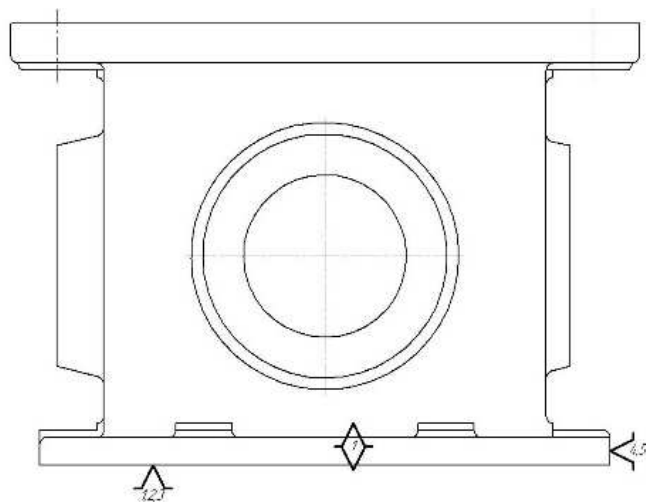


Рисунок 6 – Схема базирования (промежуточные базы)

#### 2.4. Разработка технологического маршрута обработки детали

Маршрут обработки детали «Корпус червячного редуктора» представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Технологический маршрут обработки детали «Корпус червячного редуктора»

Номер	Название операции	Выполняемые переходы
1	2	3
005	Заготовительная	Отливка в песчаные формы
010	Термическая	Низкотемпературный отжиг для снятия внутренних напряжений
015	Вертикально-фрезерная	1. Установить, закрепить и снять заготовку 2. Фрезеровать последовательно начерно и начисто поверхность 2 (225x245) 3. Переустановить, закрепить и снять заготовку 4. Фрезеровать последовательно начерно и начисто поверхность 1 (270x230)
020	Слесарная	Притупить острые кромки и снять заусенцы после фрезерования
025	Вертикально-сверлильная	1. Установить, закрепить и снять заготовку 2. Сверлить последовательно 8 отв. Ø11

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

27

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

Подп. и дата

Инв. № дубл

Взаим. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Продолжение таблицы 7

1	2	3
		3. Переустановить, закрепить и снять заготовку 4. Сверлить последовательно 2 отв. Ø17 5. Последовательно сверлить, зенкеровать, развернуть предварительно и окончательно 2 отв. Ø17H7
030	Комбинированная на обрабатывающих центрах с ЧПУ	1. Установить, закрепить и снять 2 заготовки в специальном приспособлении 2. Фрезеровать торец Ø 105 последовательно начерно и начисто детали 1 3. Расточить отв. Ø70H7 последовательно начерно, получисто, чисто и тонко детали 1 4. Фрезеровать фаску в отв. Ø70H7 детали 1 5. Сверлить последовательно 4 отв. под резьбу М8 в детали 1 6. Нарезать резьбу М8-7g последовательно в 4. отв в детали 1 7. Повернуть стол на 180 <sup>0</sup> 8. Фрезеровать торец Ø 105 последовательно начерно и начисто детали 2 9. Расточить отв. Ø70H7 последовательно начерно, получисто, чисто и тонко детали 2 10. Фрезеровать фаску в отв. Ø70H7 детали 2 11. Сверлить последовательно 4 отв. под резьбу М8 в детали 2 12. Нарезать резьбу М8-7g последовательно в 4. отв в детали 2 13. Повернуть стол на 90 <sup>0</sup> 14. Фрезеровать торец Ø 95 последовательно начерно и начисто деталей 1 и 2 15. Расточить отв. Ø62H7 последовательно начерно, получисто, чисто и тонко деталей 1 и 2 16. Фрезеровать фаску в отв. Ø62H7 деталей 1 и 2 17. Сверлить последовательно 4 отв. под резьбу М8 в детали 1 и 2 18. Нарезать резьбу М8-7g последовательно в 4. отв в детали 1 и 2 19. Повернуть стол на 180 <sup>0</sup> 20. Фрезеровать торец Ø 95 последовательно начерно и начисто деталей 1 и 2 21. Расточить отв. Ø62H7 последовательно начерно, получисто, чисто и тонко деталей 1 и 2

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл
Подп. и дата	Подп. и дата

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

28

Окончание таблицы 7

1	2	3
		22. Фрезеровать фаску в отв. Ø62H7 деталей 1 и 2 23. Сверлить последовательно 4 отв. под резьбу М8 в детали 1 и 2 Нарезать резьбу М8-7g последовательно в 4. отв в детали 1 и 2
035	Слесарная	Притупить острые кромки и снять заусенцы после фрезерования
040	Моечная	Промыть заготовку от стружки и СОЖ
045	Контрольная	Контроль всех показателей согласно чертежу

## 2.5. Расчет припусков и межоперационных размеров

### 2.5.1. Определение припусков и межоперационных размеров расчетно-аналитическим методом

Рассчитаем припуски и межоперационные размеры на отв. Ø70H7 по методике изложенной в [11]. Результаты расчетов представлены в таблице 8.

1) Записываем в таблицу технологические переходы обработки поверхности от заготовки до окончательной обработки. Записываем значения Rz (высота неровностей профиля поверхности), h (глубина дефектного слоя), ρ (пространственное отклонение расположения обрабатываемой поверхности) по [24, с. 182-185] и ε (погрешность базирования по результатам вычисления равна 0).

2) Определяем расчетные минимальные припуски по формуле  $Z_{min n} =$

$$Rz_{n-1} + h_{n-1} + \sqrt{\rho_{n-1}^2 + \varepsilon_{n-1}^2}$$

Для перехода 1:  $Z_{min 1} = Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_0^2} = 600 + \sqrt{2700^2 + 0^2} = 3300$  мкм;

Для перехода 2:  $Z_{min 2} = Rz_1 + h_1 + \sqrt{\rho_1^2 + \varepsilon_1^2} = 320 + 320 + \sqrt{200^2 + 0^2} = 840$  мкм;

Для перехода 3:  $Z_{min 3} = Rz_2 + h_2 + \sqrt{\rho_2^2 + \varepsilon_2^2} = 100 + 100 + \sqrt{50^2 + 0^2} = 250$  мкм;

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Для перехода 4:  $Z_{min4} = Rz_3 + h_3 + \sqrt{\rho_3^2 + \varepsilon_3^2} = 25 + 25 + \sqrt{0^2 + 0^2} = 50$  мкм.

- 3) Записываем для конечного перехода наименьший и наибольший предельный размер детали по чертежу. Затем для перехода, предшествующего последнему, определить расчетный размер вычитанием расчетного припуска из расчетного диаметра:  $D_{pi-1} = D_i - 2Z_{ip}$ .
- 4) В графу «допуск» записать значения допусков на заготовку, на чертежный размер и на промежуточные размеры в соответствии с качествами, получаемыми на технологических переходах.
- 5) Определяем наименьшие и наибольшие предельные размеры.
- 6) Записываем предельные значения припусков:  $Z_{pp_{max}}$  как разность наименьших предельных размеров и  $Z_{pp_{min}}$  как разность наибольших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов.
- 7) Определяем общие припуски, суммирую промежуточные припуски на обработку.
- 8) Проверяем правильность произведенных расчетов:

$$2Z_{maxi}^{pp} - 2Z_{mini}^{pp} = T_{i-1} - T_i$$

Для перехода 1:  $2Z_{max1}^{pp} - 2Z_{min1}^{pp} = T_0 - T_1; 10,7 - 6,6 = 4,4 - 0,3 = 4,1;$

Для перехода 2:  $2Z_{max2}^{pp} - 2Z_{min2}^{pp} = T_1 - T_2; 1,86 - 1,68 = 0,3 - 0,12 = 0,18;$

Для перехода 3:  $2Z_{max3}^{pp} - 2Z_{min3}^{pp} = T_2 - T_3; 0,574 - 0,5 = 0,12 - 0,046 = 0,074$

Для перехода 4:  $2Z_{max4}^{pp} - 2Z_{min4}^{pp} = T_3 - T_4; 0,116 - 0,1 = 0,046 - 0,03 = 0,016$

$2Z_{max0}^{pp} - 2Z_{min0}^{pp} = T_{заг} - T_{дет}; 13,25 - 8,88 = 4,4 - 0,03; 1,17 = 4,37.$

- 9) Рассчитываем общий номинальный припуск по формуле:

$$2Z_{0ном} = 2Z_{0min} + ESD_{заг} - ESD_{дет},$$

$ESD_{заг}, ESD_{дет}$  – нижнее предельное отклонение заготовки и детали

$$2Z_{0ном} = 8,88 + 2,2 - 0,03 \approx 11 \text{ мм}$$

- 10) После определения припусков, допусков и промежуточных размеров изобразить схему расположения припусков, допусков и промежуточных размеров (рис. 7)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взаим. инв. №	Подп. и дата	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
											30

Таблица 8 – расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на отв. Ø70H7

	Элементы припуска				Расчетный припуск $2Z_{min}$ , мкм	Расчетный размер $D_p$ , мм	Допуск $T$ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	$\rho$	$\epsilon$				$D_{min}$	$D_{max}$	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
0 Заготовка	600		2700	-	-	61,15	4,4 (±2,2)	56,7	61,15	-	-
1 Черновое растачивание	320	320	200	0	2* 3300	67,75	0.3 (+0.3)	67,45	67,75	6,6	10,7
2 Чистовое растачивание	100	100	50	0	2* 840	69,43	0,12 (+0.12)	69,31	69,43	1,68	1,86
3 Тонкое предварительное растачивание	25	25	-	0	2*25 0	69,93	0.046 (+0.046)	69,884	69,93	0,5	0.574
4 Тонкое окончательное растачивание	5	5	-	0	2*50	70,03		70	70.03	0,1	0.116
ИТОГО					11					8,88	13,25

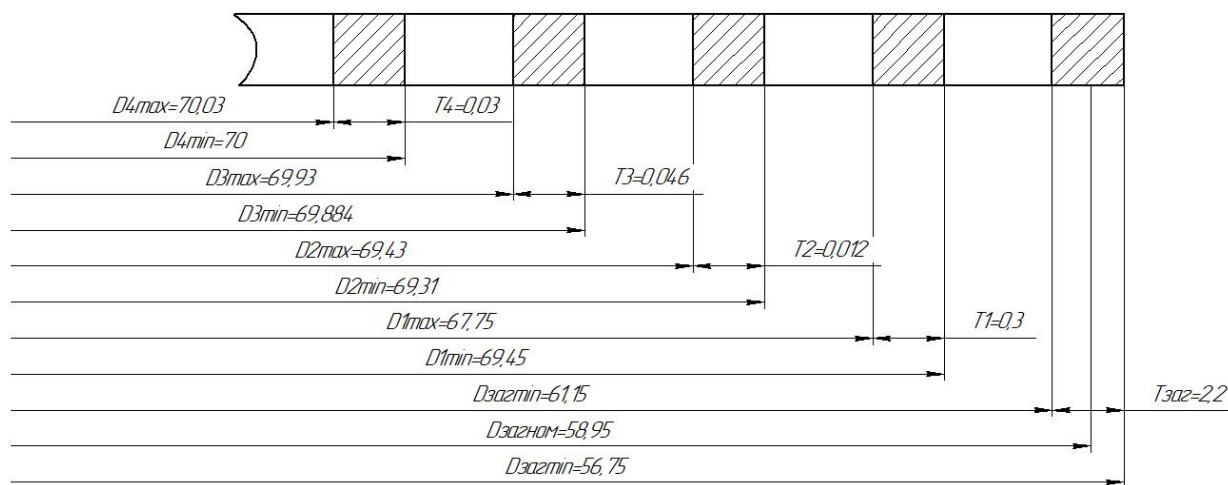


Рисунок 7 – Схема расположения припусков, допусков и межоперационных размеров

2.5.2. Определение припусков и межоперационных размеров опытно-статистическим (табличным) методом

Поверхности 6,7.

Поверхности 6,7 представляют собой отверстия  $\phi 62H7$ . Для получения 7 качества и шероховатости  $Ra 2,5$  необходимо выполнить следующие переходы:

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

31

- Черновое растачивание по 12 качеству с шероховатостью поверхности Ra12.5;
- Чистовое растачивание по 10 качеству с шероховатостью поверхности Ra6.3;
- Тонкое предварительное растачивание по 8 качеству с шероховатостью поверхности Ra3,2;
- Тонкое окончательное растачивание по 7 качеству с шероховатостью поверхности Ra2,5.

Определяем межоперационные размеры [15, стр. 586, табл. 6]:

Черновое растачивание до  $\phi 60H12$ ;

Получистовое растачивание до  $\phi 61,5H10$ ;

Чистовое растачивание до  $\phi 61,92H8$ ;

Тонкое растачивание до  $\phi 62H7$ ;

Определяем припуски на операции:

$$Z_{\text{черн. точ}} = D_{\text{черн. точ}} - D_{\text{заг.}} = 60 - 53 = 7 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{получист. точ}} = D_{\text{получист. точ}} - D_{\text{черн. точ.}} = 61,5 - 60 = 1,5 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{чист. точ}} = D_{\text{чист. точ}} - D_{\text{получист. точ.}} = 61,92 - 61,5 = 0,42 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{тонк. точ}} = D_{\text{тонк. точ (ном)}} - D_{\text{чист. точ.}} = 62 - 61,92 = 0,08 \text{ мм.}$$

### Поверхность 9,10.

Поверхности 9 представляют собой отверстия  $\phi 17H7$  под установочные пальцы приспособления. Для получения 7 качества и шероховатости Ra 1,25 необходимо выполнить следующие переходы:

- Сверление по 12 качеству с шероховатостью поверхности Ra12.5;
- Зенкерование по 10 качеству с шероховатостью поверхности Ra6.3;
- Предварительное развертывание по 8 качеству с шероховатостью поверхности Ra3,2;
- Окончательное развертывание по 7 качеству с шероховатостью поверхности Ra1,25.

Определяем межоперационные размеры [15, стр. 586, табл. 6]:

Инв. № подл.	Подп. и дата								
	Инв. № дубл.								
	Взаим. инв. №								
	Подп. и дата								
	Инв. № подл.								
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ				Лист
									32



Сверление до  $\phi 16H12$ ;

Зенкерование до  $\phi 16,79H10$ ;

Предварительное развертывание до  $\phi 16,95H8$ ;

Окончательное развертывание до  $\phi 17H7$ ;

Определяем припуски на операции:

$$Z_{\text{сверление}} = D_{\text{сверла}} = 16 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{зенкерование}} = D_{\text{зенк}} - D_{\text{сверла}} = 16,79 - 16 = 0,79 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{предв.разв.}} = D_{\text{предв.разв}} - D_{\text{зенк}} = 16,95 - 16,79 = 0,16 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{оконч.разв}} = D_{\text{оконч. разв (ном)}} - D_{\text{предв.разв.}} = 17 - 16,95 = 0,05 \text{ мм}.$$

### Поверхности 1,2.

Поверхность 1,2 представляют собой плоскости прямоугольной формы с шероховатостью  $Ra_{6,3}$ . Для получения заданных параметров требуется произвести черновое и чистовое фрезерование. Припуск на обработку принимаем равным припуску на размер отливки. На черновую обработку отводим 70% общего припуска:

$$Z_{\text{черн1}} = 6,5 * 0,7 = 4,5 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{чист1}} = 6,5 - 4,5 = 2 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{черн2}} = 4 * 0,7 = 3 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{чист2}} = 4 - 3 = 1 \text{ мм}.$$

### Поверхность 3,4,5.

Поверхность 3,4,5 являются плоскостями круглой формы с шероховатостью  $Ra_{3,2}$ . Для получения заданных параметров требуется произвести черновое и чистовое фрезерование. Припуск на обработку принимаем равным припуску на размер отливки. На черновую обработку отводим 70% общего припуска:

$$Z_{\text{черн3,4,5}} = 4,5 * 0,7 = 3 \text{ мм};$$

$$Z_{\text{чист3,4}} = 4,5 - 3 = 1,5 \text{ мм}.$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взаим. инв. №	Подп. и дата	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
											33

Таблица 9 – Сводная таблица припусков и межоперационных размеров

№ пов.	Шерох пов.	Общий припуск	Переходы	Межопер. припуск	Размер с допуском
1	2	3	4	5	6
1	Ra 6.3	4	Черновое фрезерование	3	197,5±0,575
			Чистовое фрезерование	1	196,5±0,575
2	Ra 6.3	6,5	Черновое фрезерование	4,5	192±0,575
			Чистовое фрезерование	2	190±0,575
3	Ra 3,2	3	Черновое фрезерование	3	106,5±0,435
			Чистовое фрезерование	1,5	105 <sup>+0,14</sup>
4	Ra 3,2	3	Черновое фрезерование	3	116,5±0,435
			Чистовое фрезерование	1,5	115 <sup>+0,14</sup>
5	Ra 3,2	3	Черновое фрезерование	3	156,5±0,5
			Чистовое фрезерование	1,5	155 <sup>+0,16</sup>
6,7	Ra 2,5	9	Черновое растачивание	7	Ø60H12 <sup>(+0,3)</sup>
			Чистовое растачивание	1,5	Ø61,5H10 <sup>(+0,12)</sup>
			Предв. тонк. растачивание	0,42	Ø61,92H8 <sup>(+0,046)</sup>
			Оконч. тонк. растачивание	0,08	Ø62H7 <sup>(+0,03)</sup>
8	Ra 2,5	2*3	Черновое растачивание	6,75	Ø67,75H12 <sup>(+0,3)</sup>
			Чистовое растачивание	1,65	Ø69,4H10 <sup>(+0,07)</sup>
			Предв. тонк. растачивание	0,5	Ø69,9H8 <sup>(+0,046)</sup>
			Оконч. тонк. растачивание	0,1	Ø70H7 <sup>(+0,03)</sup>
9,10	Ra 1,25	17	Сверление	16	Ø16H12 <sup>(+0,18)</sup>
			Зенкерование	0,79	Ø16,79H10 <sup>(+0,07)</sup>
			Предв. развертывание	0,16	Ø16,95H8 <sup>(+0,027)</sup>
			Оконч. развертывание	0,05	Ø17H7 <sup>(+0,018)</sup>

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

34

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

## 2.6. Выбор и описание технологического оборудования

Технологическое оборудование, используемое на операциях обработки чистовых баз, остается без изменений. На фрезерных операциях используем станок 6P82, на сверлильных – станок 2Г175.

Для операций обработки основных отверстий используем горизонтальный обрабатывающий центр PAMA SPEEDMAT 2/TR25. Основные технические характеристики представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Основные технические характеристики обрабатывающего центра PAMA SPEEDMAT 2/TR25

Характеристика	Значение
Поперечное перемещение стола (ось X)	2000 мм
Вертикальное перемещение шпиндельного узла (ось Y)	1600 мм
Продольное перемещение колонны (ось Z)	1600 мм
Скорость быстрых перемещений по осям X,Y,Z	25000 мм/мин
Размеры стола	1250x1250 мм
Размеры паллеты	1250x1600 мм
Максимальная грузоподъемность стола	10 т
Максимальная грузоподъемность паллеты	5 т
Диаметр расточного шпинделя	130 мм
Конус шпинделя	ISO 50/HSK-63A
Перемещение расточного шпинделя по оси W	600 мм
Мощность двигателя шпинделя	30 кВт
Пределы подач координатных перемещений	1-5000 мм/мин
Максимальная частота вращения шпинделя	4000 об/мин
Система ЧПУ	Sinumeric 840D

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взаим. инв. №	
Инв. № дубл	
Подп. и дата	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

35

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

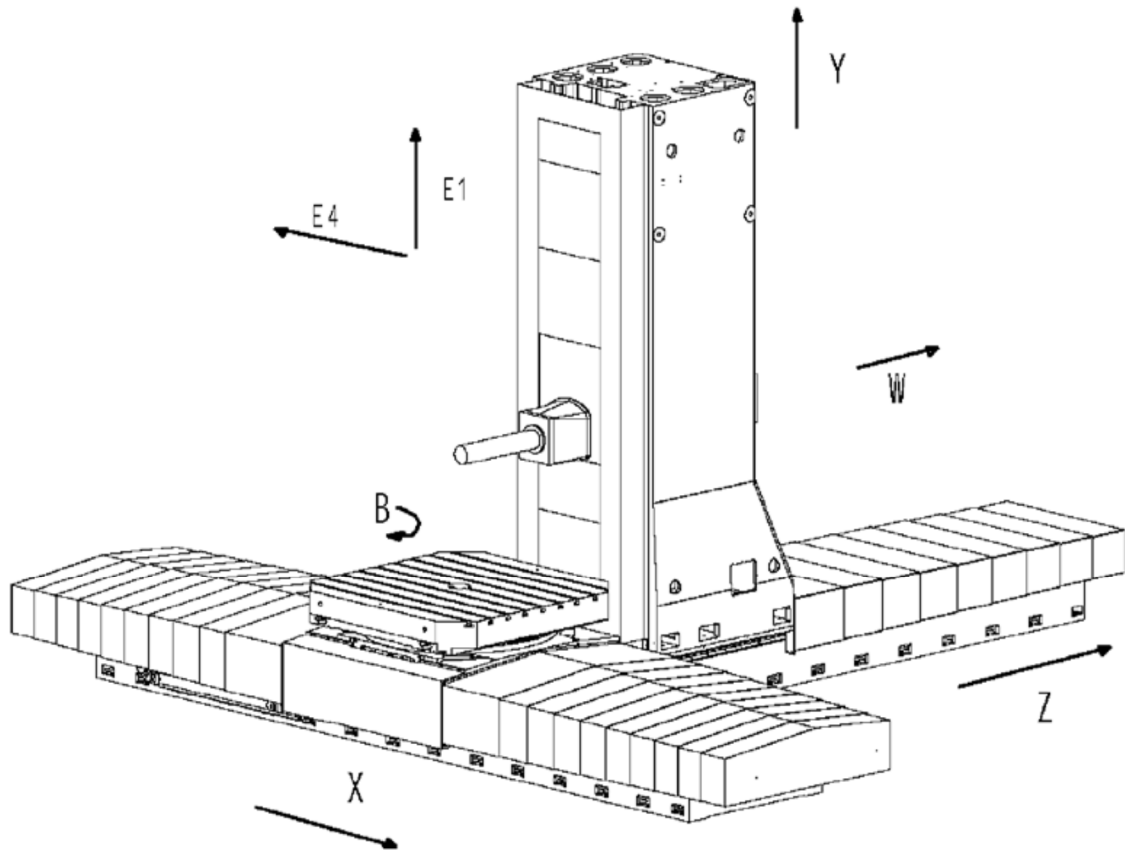


Рисунок 8 – Обрабатывающий центр PAMA SPEEDMAT 2/TR25

## 2.7. Выбор и описание металлорежущего инструмента

Для операции обработки основных отверстий с целью повышения производительности останавливаем выбор на современном высокопроизводительном инструменте.

Учитывая производимые на заводе закупки, выбираем инструмент фирмы Dormer Pramet.

1) Инструмент для фрезерования торцов  $\varnothing 95$ ,  $\varnothing 105$

Фреза 32N4R042B32-SSE09-C [8]

Параметры:

$D=32$  мм

$l=42$  мм

$D_1=42,0$  мм

$\gamma_f = -5^\circ$  (радиальный передний угол)

$L=102$  мм

$\gamma_p = +20^\circ$  (осевой передний угол)

$d=32$  мм

$z=4$  (количество зубьев)

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

36

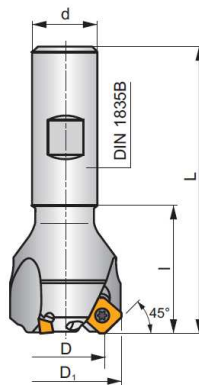


Рисунок 9 – Концевая фреза ф. Pramet

Пластина SETM 09T3AFSN материал 8215 [8]

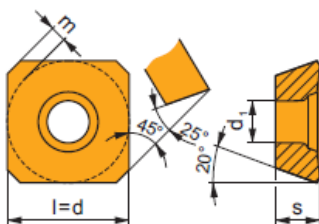


Рисунок 10 – пластина для концевой фрезы ф. Pramet

Параметры:

$d=l=9,525$  мм

$d_1=3,50$  мм

$m=1,21$  мм

$s=3,97$  мм

2) Инструмент для черновой и получистовой обработки основных отверстий

Расточные головки D 04290 402 и D 05490 402 [8]

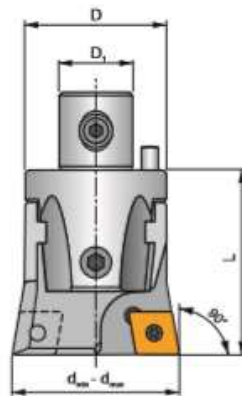


Рисунок 11 – Расточная головка для черновой обработки ф. Pramet

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Параметры:

D 04290 402    D 05490 402

$d_{\min}=49$          $d_{\min}=63$

$d_{\max}=65$          $d_{\max}=82$

D=42                D=54

$D_1=24$              $D_1=28$

L=56                L=66

Пластина CCMW 120408 материал T5315 [8]

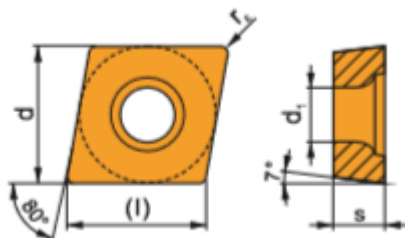


Рисунок 12 – Пластина для черновой расточной головки ф. Pramet

Параметры:

$d=12,7$

$d_1=5,5$

$l=12,9$

$s=4,76$

3) Инструмент для чистовой и тонкой обработки основных отверстий  
Расточные головки A 04290 300 и A05490 300 [8]

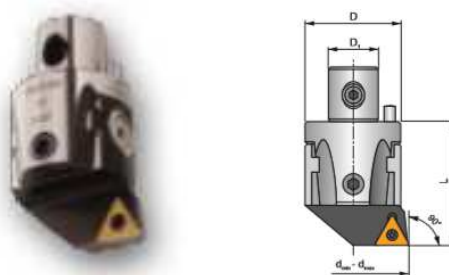


Рисунок 13 – Расточная головка для чистовой обработки ф. Pramet

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл
Подп. и дата	

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

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Параметры:

D 04290 402    D 05490 402

$d_{\min}=49$        $d_{\min}=63$

$d_{\max}=65$        $d_{\max}=82$

D=42              D=54

$D_1=24$            $D_1=28$

L=56              L=66

Пластина TCMW 16T308 материал T6310 [8]

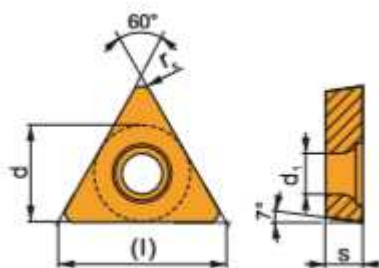


Рисунок 14– Пластина для чистовой расточной головки ф. Прамет

Параметры:

$d=9,525$

$d_1=4,40$

$l=16,5$

$s=3,97$

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

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

ДП 44.03.04.097 ПЗ

4) Инструмент для обработки отверстий М8-7Н

4.1) Обработка отверстий под резьбу

Ступенчатое сверло А400М8 материал HSS TiN [15]



Рисунок 15 – Ступенчатое сверло ф. Dormer

Параметры:

$$d_1=6.7$$

$$d_2=15$$

$$l_1=169$$

$$l_2=114$$

$$l_3=19$$

4.2) Нарезка резьбы

Метчик E002TiNM8 материал HSS TiN [15]

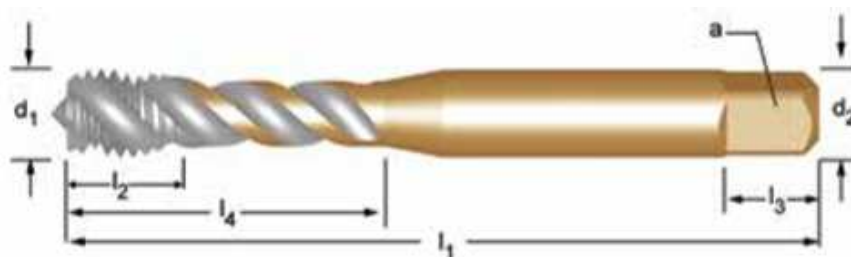


Рисунок 16 – метчик для нарезания метрической резьбы ф. Dormer

Параметры:

$$M=8$$

$$P=1,25 \text{ мм}$$

$$d_2=8$$

$$l_1=72$$

$$l_2=12$$

$$l_3=9$$

$$l_4=31$$

$$z=3$$

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ



## 2.8. Выбор средств технологического оснащения

Для закрепления детали на станке предлагается использовать специальное приспособление, конструкция которого представляет собой установочную плиту с расположенными на ней пальцами. Фиксация заготовки достигается прижимными планками.

В качестве инструментальной оснастки предлагается ряд оправок с конусом HSK-A/E 63.

1) Оправка для крепления инструмента с цилиндрическим хвостовиком с лыской по DIN 1835 форма В (для концевой фрезы 32N4R042B32-SSE09-C) [7]



Рисунок 17 – Оправка для крепление концевой фрезы ф. Pramet

2) Сверлильный патрон [7]



Рисунок 18 – Сверлильный патрон ф. Pramet

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
											41

3) Быстросменный резьбонарезной патрон [7]



Рисунок 19 – Патрон для метчика ф. Pramet

4) Оправка под расточные головки [7]

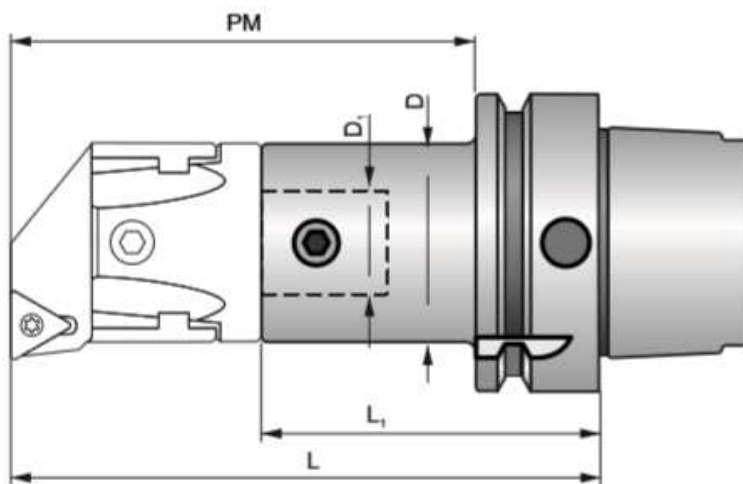


Рисунок 20 – Оправка под расточные головки ф. Pramet

### 2.9. Назначение режимов резания

Для инструмента ф. Pramet (фрезы, расточных головок) назначаем режимы резания по соответствующим каталогам. в целом, методика расчета сводится к выбору диапазона подач и начальной скорости резания в зависимости от типа инструмента и пластины с последующей их корректировкой на основании коэффициентов, учитывающих твердость, состояние обрабатываемой поверхности, способ обработки, степень изношенности станка и требуемую стойкость

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Рассмотрим методику на примере назначения режимов резания для фрезерования концевой фрезой Фреза 32N4R042B32-SSE09-C с пластиной SETM 09T3AFSN.

1) Определение глубины резания: для черновой обработки  $t=3$  мм, для чистовой –  $t=1$  мм

2) Определение начальной скорости резания и диапазона подач в зависимости от обрабатываемого материала и характера обработки (стабильности резания), а также от выбранного типа и материала режущей пластины по таблице, которая располагается сразу после страницы выбора пластины [8]

ISO		$f_{min}$	$f_{max}$	M9325	M9340	M6330	M8340	8215	8230	8240
P	●	0,10	0,30	390	337	304	309	333	304	280
	●	0,10	0,25	352	299	271	271	290	266	238
	✖	0,10	0,15	309	266	238	233	247	228	200
M	●	0,10	0,25	233	200	200	185	200	181	166
	●	0,10	0,20	209	181	176	162	171	162	143
	✖	0,10	0,15	185	157	152	138	147	138	119
K	●	0,10	0,30	-	-	-	290	314	290	266
	●	0,10	0,25	-	-	-	257	276	252	228
	✖	0,10	0,15	-	-	-	223	233	219	190
N	●	0,10	0,30	-	-	-	-	836	765	-
	●	0,10	0,25	-	-	-	-	727	675	-
	✖	0,10	0,15	-	-	-	-	622	580	-
S	●	0,10	0,25	114	100	100	90	100	90	81
	●	0,10	0,20	105	90	86	81	86	81	71
	✖	0,10	0,15	90	76	76	67	71	67	57

Рисунок 21 – Таблица выбора начальной скорости резания и диапазона подач

Для черновой обработки диапазон подач  $f=0,1-0,3$  мм/зуб, принимаем  $f=0,25$  мм/зуб. Для чистовой обработки диапазон подач  $f=0,1-0,25$  мм/зуб, принимаем  $f=0,15$

Для черновой обработки принимаем начальную скорость  $V_0=314$  м/мин, для чистовой обработки –  $V_0=276$  м/мин

3) Окончательную скорость резания рассчитываем по формуле [8]:

$$v_c = v_{30} * k_{vT} * k_{vx} * k_{vNB}$$

где  $K_{vNB}$ ,  $K_{vT}$ ,  $K_{vx}$  – поправочные коэффициенты на условия обработки, определяемые по корректировочным таблицам из технической части каталога

$K_{vNB}=0,85$  – коэффициент, учитывающий твердость материала заготовки

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

$K_{VT}=0,72$  коррекция относительно стойкости инструмента (принимая стоимость  $T=120$  мин)

$K_{VX}$  - коррекция на состояние поверхности и условия обработки

Для черновой обработки  $K_{VX}=0,7$  (литейная корка), для чистовой обработки  $K_{VX}=1$

<b>К</b>				
КОРЕКЦИЯ / КОРЕКЦІЯ / KOREKCE / KORREKTURA $v_c$				
Podskupina / Подгруппа Podgrupa / Podskupina	K1	K2	K3	K4
Korekce na tvrdost obrabku / Коэффициент, учитывающий твердость мат. заготовки Współczynnik twardości materiału / Faktor pre tvrdosť obrábanej súčiastky				
Tvrdost / Твёрдость Twardosť / Tvrdość	$k_{V_{HBP1}}$	$k_{V_{HBP2}}$	$k_{V_{HBP3}}$	$k_{V_{HBP4}}$
120 HB	1,60	1,52	1,44	1,36
140 HB	1,45	1,38	1,31	1,23
160 HB	1,35	1,28	1,22	1,15
180 HB	1,25	1,19	1,13	1,06
200 HB	1,10	1,05	0,99	0,94
220 HB	1,00	0,95	0,90	0,85
240 HB	0,90	0,86	0,81	0,77
260 HB	0,80	0,76	0,72	0,68
280 HB	0,70	0,67	0,63	0,60
300 HB	0,65	0,62	0,59	0,55
320 HB	0,60	0,57	0,54	0,51
340 HB	0,55	0,52	0,50	0,47
360 HB	0,50	0,48	0,45	0,43
375 HB	0,40	0,38	0,36	0,34

Korekce na trvanlivost (všeobecné obrábění) Коррекция относительно периода стойкости (для общей обработки) Korekcia dla twardości (obróbka ogólna) Korekcia pre životnosť (všeobecné obrábanie)	
	$k_{VT}$
15	1,23
20	1,13
30	1,00
45	0,89
60	0,81
90	0,72

Korekce na trvanlivost (ťažké hrubování) Коррекция относительно периода стойкости (для тяжелой обработки) Korekcia dla twardości (obróbka ciężko zgrubna) Korekcia pre životnosť (ťažké hrubovanie)	
30	1,23
60	1,00
90	0,89
120	0,81

Korekční součinitel $k_{sz}$ / Поправочный коэффициент $k_{sz}$ Współczynnik prędkości $k_{sz}$ / Korekčný súčiniteľ $k_{sz}$	
Kůra výkovku a odlitku / Корка после литья иковки Odkuwka i skorupa odlewnicza / Povrchová kůra po kovaní a odlievání	0,70 – 0,90
Dobrý stav stroje / Удовлетворительное состояние станка Dobry stan maszynny / Dobry stan stroja	1,05 – 1,20
Špatný stav stroje / Плохое состояние станка Zly stan maszynny / Zly stan stroja	0,85 – 0,95

Рисунок 22 – таблицы коррекции скорости резания

Тогда скорость резания

для черновой обработки:  $V=314*0,85*0,72*0,7=134,5$  м/мин

для чистовой обработки:  $V=276*0,85*0,72*1=168,9$  м/мин

4) Остальные элементы режимов резания (частоту вращения, мощность резания и др.) определяем при помощи приложения Pramet Calculator. Для этого требуется выбрать вид обработки и ввести известные режимы резания в соответствующие графы.

Таким же образом назначаем режимы резания на другие инструменты.

Подбор инструмента и назначение режимов резания при помощи онлайн программы Dormer Selector. Данная программа рекомендует инструмент для обра-

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

ботки заготовок в различных условиях и помогает выбрать экономически эффективное решение из обширного ассортимента фирмы.

Подбор инструмента и назначение режимов резания происходит следующим образом:

- 1) Запускаем программу Dormer Selector с официального сайта или путем перехода по ссылке <http://selector.dormertools.com/web/rus/ru-ru/mm>

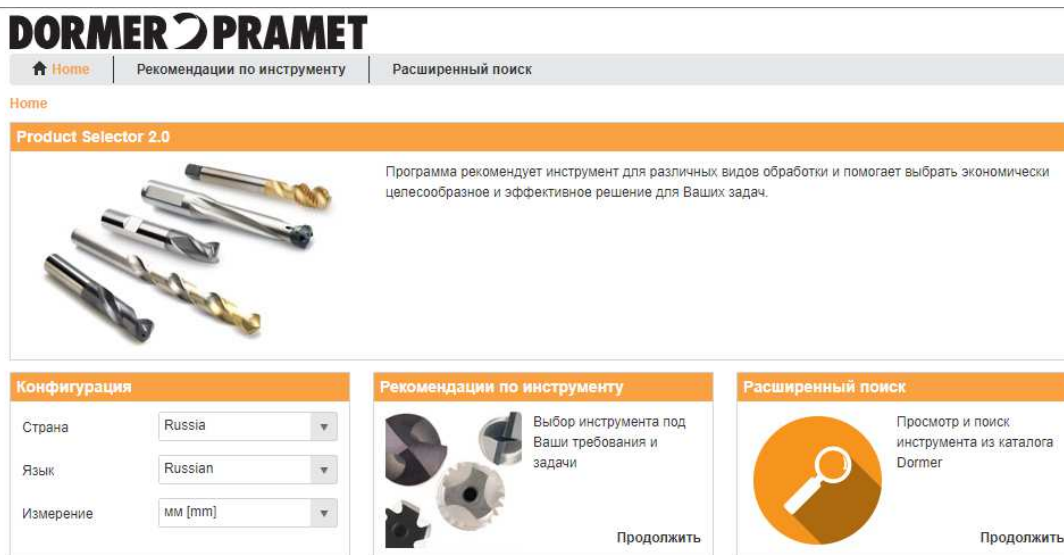


Рисунок 23 – Главная страница программы Dormer Product Selector

- 2) На главной странице программы выбираем вкладку «Рекомендации по инструменту», на ней выбираем требуемый тип инструмента

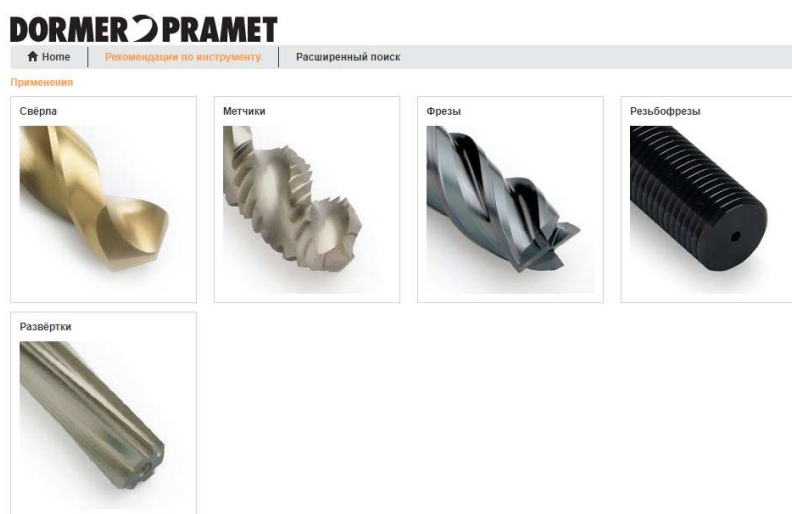


Рисунок 24 – Выбор типа инструмента в программе Dormer Product Selector

Подп. и дата
Инв. № дубл
Взаим. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

3) После выбора типа инструмента открывается вкладка, на которой осуществляется выбор обрабатываемого материала и предварительный выбор установок процесса обработки

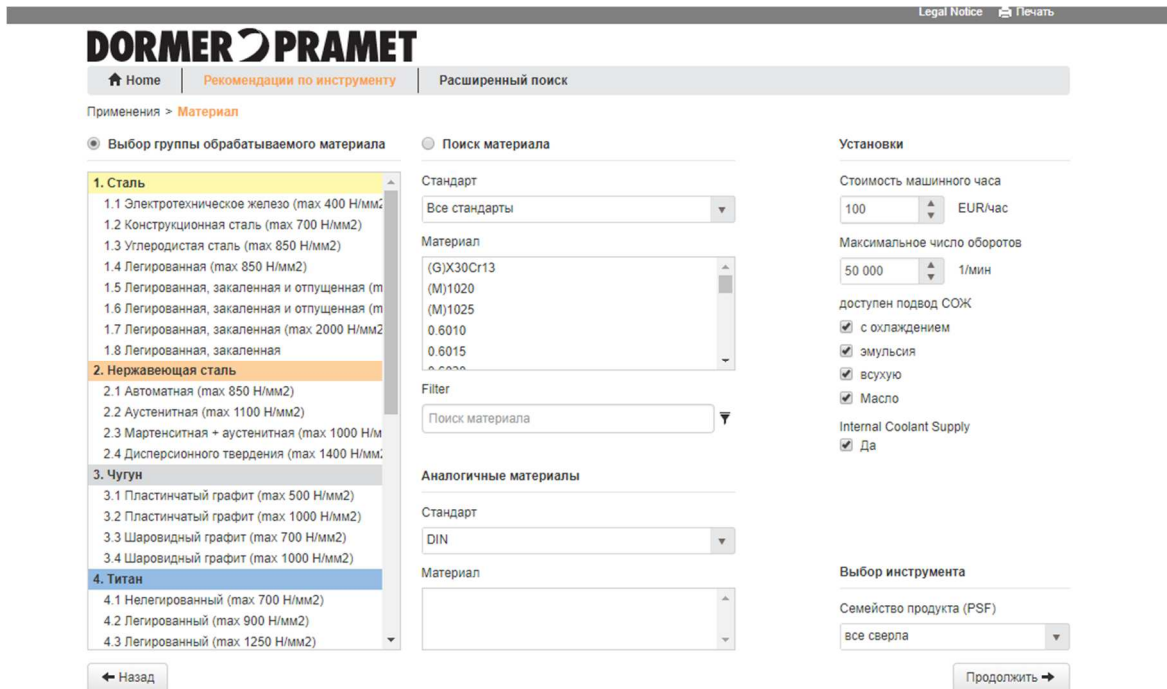


Рисунок 24 – Выбор обрабатываемого материала и начальных условий обработки в программе Dormer Product Selector

4) После назначения материала требуется выбрать операцию, чтобы программа подобрала соответствующие линейки инструмента.

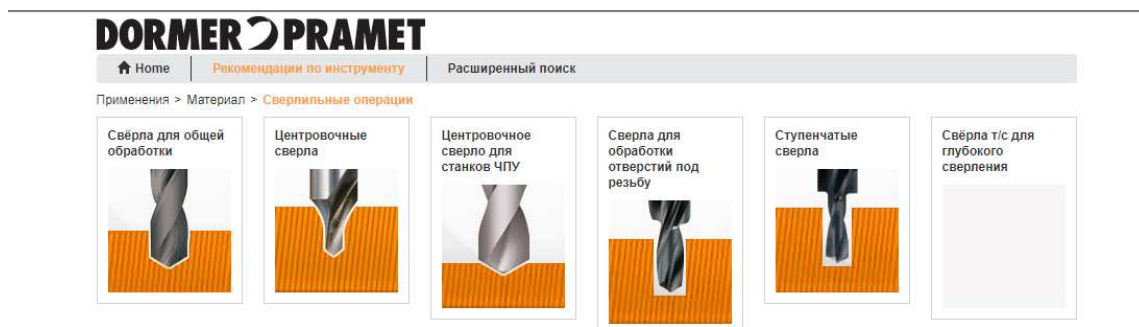


Рисунок 25 – Выбор операции в программе Dormer Product Selector

Подп. и дата
Инв. № дубл
Взаим. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

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

ДП 44.03.04.097 ПЗ

5) Следующим шагом требуется назначить размеры обрабатываемой поверхности и окончательно выбрать установки процесса обработки из тех, которые допускаются выбранным типом инструмента

6) Далее предлагается из предложенных вариантов инструмента выбрать необходимый, основываясь на технологических особенностях оборудования и обрабатываемой поверхности. Требуется отметить выбранный инструмент «галочкой»

7) Режимы резания назначаются автоматически. Результат выбора инструмента и назначения режимов резания предоставляется в виде pdf-файла

**Описание инструмента**

Диаметр сверления d <sub>1</sub> :	8 mm	Дополнительная длина L:	-
Допуск:	H12	Запас на переточку:	0 mm
Глубина сверления T:	20 mm		
Подвод охлаждающей жидкости:	Наружный	Тип отверстия:	Глухое отверстие
Вид обработки:	с охлаждением	Направление резания:	правое

**Заказ**

Код	PSF	Описание инструмента	EUR
A400M8	A400	Ступенчатое сверло для обработки отверстий под резьбу - 90°	130,00

**Рекомендации по инструменту**

Код	d <sub>1</sub>	Режущий материал	Хвостовик	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
A400M8	M8	HSS Оксидированное	цил.хвостовик	169	114	15.0

**Режимы резания**

Код	V <sub>c</sub> м/мин	RPM (об/мин) 1/мин	V <sub>f</sub> мм/мин	M Нм	P КВт	Число отверстий	Время / отверстие с	Стоимость / отверстие EUR
A400M8	30,0	1194	191	3,74	0,537	287	6,28	0,627

Рисунок 26 – Результат выбора инструмента и назначения режимов резания в программе Dormer Product Selector

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Таблица 11 – Режимы резания для операции 030

Переходы	t, мм	Sz, мм/зуб	So, мм/об	Sm, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин	P, Н	M <sub>кр</sub> , Нм	Ne, КВт	T <sub>0</sub> , мин
Фрезеровать начерно торец Ø95	3	0,25	-	1127	1127	135	701	13	1,55	0,21
Фрезеровать начисто торец Ø95	1,5	0,15	-	922	1537	169	228	4	0,63	0,26
Расточить отв. Ø62Н7 начерно	3,5	-	0,4	-	668	126	3672	65	4,56	0,17/ 0,17*
Расточить отв. Ø62Н7 получисто	0,75	-	0,2	-	958	185	271	8,15	0,82	0,18/ 0,23
Расточить отв. Ø62Н7 начисто	0,21	-	0,1	-	1038	202	42	1,31	0,14	0,34/ 0,43
Расточить отв. Ø62Н7 окончательно	0,04	-	0,05	-	1549	300	20	0,14	0,02	0,45/ 0,58
Фрезеровать факсу 2x45 в отв. Ø62Н7	2	0,255	-	1127	1127	135	45	0,83	0,1	0,16
Сверлить отв. под резьбу М8-7Н	3,4	-	0,16	191	1194	30	1224	3,74	0,6	0,1
Нарезать резьбу М8-7Н	1,25	-	1,25	1094	875	22	-	2,97	-	0,05
Фрезеровать начерно торец Ø105	3	0,25	-	1127	1127	135	701	13	1,55	0,25
Фрезеровать начисто торец Ø105	1,5	0,15	-	922	1537	169	228	4	0,63	0,3
Расточить отв. Ø70Н7 начерно	3,45	-	0,4	-	591	126	2181	65	4,49	0,21
Расточить отв. Ø70Н7 получисто	0,75	-	0,2	-	849	185	473	8,15	1,43	0,28
Расточить отв. Ø70Н7 начисто	0,25	-	0,1	-	920	202	91	1,31	0,3	0,54
Расточить отв. Ø70Н7 окончательно	0,05	-	0,05	-	1364	300	10	0,14	0,05	0,74
Фрезеровать факсу 2x45 в отв. Ø70Н7	2	0,255	-	1127	1127	135	45	0,83	0,1	0,21

\* в числителе представлены данные для отверстия длиной 35 мм, в знаменателе – для отверстия длиной 40 мм

Подп. и дата  
 Инв. № дубл.  
 Взаим. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

48

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.



## 2.10. Силовой расчет зажимного приспособления

Рассчитаем силу зажима, требуемую для зажатия обрабатываемой детали на операции 030 Фрезерно-сверлильно-расточная с ЧПУ.

Приспособление представляет собой установочную плиту, в которую смонтированы установочные пальцы. Деталь устанавливается в приспособлении и зажимается двумя рычагами. Зажим осуществляется пневматическим приводом

Расчет произведем для наибольшей силы резания, которая возникает при выполнении черного фрезерования торца ф105.

Исходные данные для расчета силы резания:

- Глубина резания  $t=3$  мм;
- Подача на зуб  $S_z=0.25$  мм/зуб;
- Количество зубьев фрезы  $z=4$ ;
- Скорость резания  $V=125$  м/мин;
- Частота вращения  $n=1127$  об/мин.

Расчет окружной силы  $P_z$  произведем по формуле [25]:

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}$$

Коэффициент и показатели степени [25, с. 274 табл.22]

$$C_p=54,5$$

$$x=0,9$$

$$y=0,74$$

$$u=1$$

$$q=1$$

$$w=0$$

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n = \left(\frac{255}{190}\right)^1 = 1,34$$

$$P_z = \frac{10 * 54,5 * 3^{0,9} * 0,25^{0,74} * 22^1 * 4}{35^1 * 1127^0} * 1,34$$
$$= \frac{10 * 54,5 * 2,69 * 0,36 * 22 * 4 * 1,34}{32 * 1} = 1451,4 \text{ Н}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата			
Взаим. инв. №	Инв. № дубл			
Подп. и дата				
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

Фрезерование торца производится концевой фрезой, которая в процессе обработки движется по круговой траектории. В ходе обработки окружная сила резания  $P_z$  меняет свое направление. При подъеме фрезы по круговой траектории сила резания пытается оторвать деталь от стола станка и сдвинуть ее в горизонтальной плоскости. При спуске фрезы сила резания прижимает деталь к столу и немного пытается ее сдвинуть в горизонтальной плоскости. В пиковых положениях наблюдается наибольшая возможность сдвига детали, что является наиболее опасным с точки зрения закрепления детали.

Таким образом силовой расчет требуется выполнить в момент нахождения фрезы в пиковых точках.

Составим уравнения равновесия для схемы на рисунке:

$$\begin{cases} \Sigma F_{iz} = 0 \\ \Sigma F_{ix} = 0 \end{cases}$$

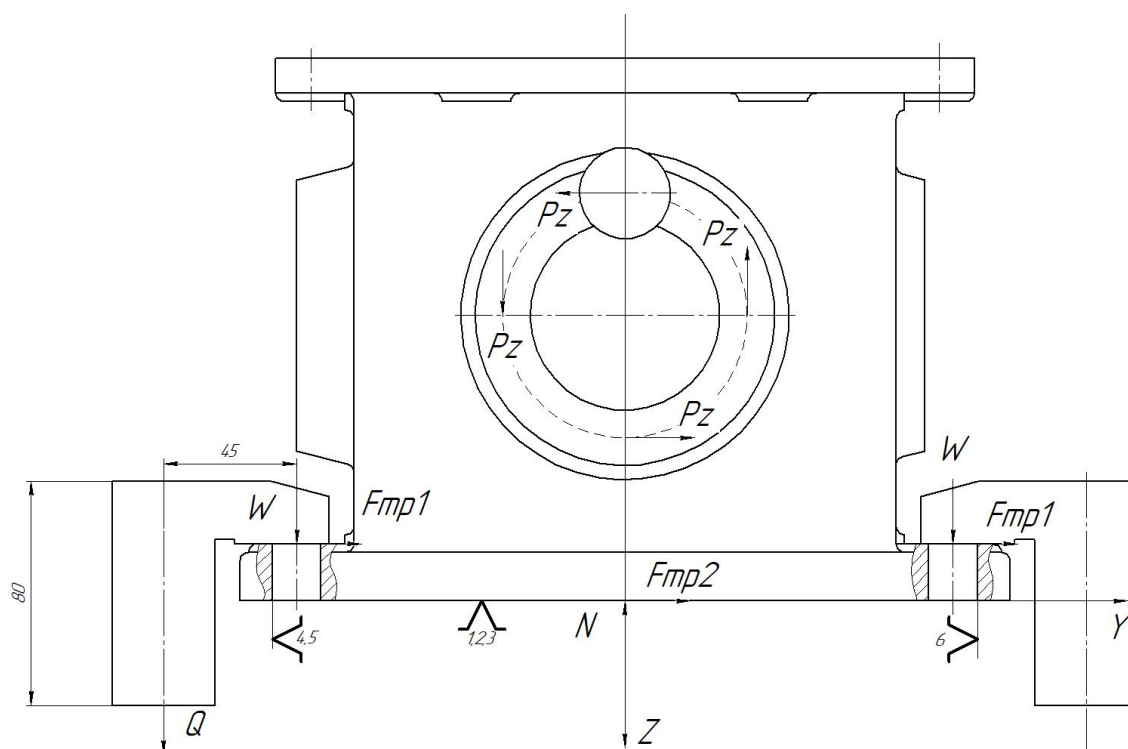


Рисунок 27 – Эскиз зажимного приспособления с расчетной схемой

Сила резания войдет в эти уравнения с коэффициентом запаса  $K$

Спроектируем все силы, действующие на заготовку на ось  $z$ . Составим уравнение  $\Sigma F_{iz} = 0$  и выразим из него неизвестную силу  $N$

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

$$\Sigma F_{ix} = 2W - N = 0; \quad N = 2W$$

Спроектируем все силы, действующие на заготовку на ось x. Составим уравнение  $\Sigma F_{ix} = 0$  и выразим из него неизвестную силу N

$$\Sigma F_{ix} = KPz - 2F_{тр1} - F_{тр2} = 0; \quad N = 2W$$

где  $F_{тр1} = 2W\mu$  – сила трения, возникающая между заготовкой и поверхностью зажимов;

$F_{тр2} = N\mu$  – сила трения, возникающая между заготовкой и опорной поверхностью приспособления;

$\mu = 0,25$  – коэффициент трения.

Тогда  $KPz - 2W\mu - N\mu = 0$ .

Решим это уравнение относительно силы зажима:

$$W = \frac{KPz}{2\mu}$$

Коэффициент определяют по формуле [26]:

$$K = K_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6,$$

где  $K_0 = 1,5$  - коэффициент гарантированного запаса [26]

$K_1 = 1,2$  - коэффициент, повышающий силы резания при черновой обработке [26]

$K_2 = 1,3$  - коэффициент, повышающий силы резания при работе затупленным инструментом [26]

$K_3 = 1,2$  - коэффициент, который учитывает увеличение сил при прерывистом резании [26]

$K_4 = 1$  - характеризует непостоянство силы закрепления в механизмах с ручным приводом [26]

$K_5 = 1$  учитывает непостоянство силы закрепления при неудобном расположении рукоятки [26]

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

$K_6=1$ -коэффициент, который отличен от единицы, если на заготовку действуют неучтенные вращающие моменты [26].

$$K = 1,5 * 1,2 * 1,3 * 1,2 * 1 * 1 * 1 = 2,81$$

$$W = \frac{2,81 * 1451,4}{2 * 0,25} = 8156,87 \text{ Н}$$

Таким образом, чтобы обеспечить неподвижность заготовки на операции, ее нужно зажать одним зажимом с усилием  $W=8156,87 \text{ Н}$ .

Диаметр пневмоцилиндра, необходимого для получения требуемого усилия, определяют из формулы фактического усилия на штоке цилиндра:

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p \eta,$$

где  $D$  - диаметр поршня пневмоцилиндра, мм (выбирается из нормального ряда размеров пневмоэлементов)

$d$  – диаметр штока поршня, мм (выбирается из нормального ряда размеров пневмоэлементов)

$p=0,63 \text{ Мпа}$ – рабочее давление в пневмосистемах

$\eta=0,9$  – КПД пневмосистемы

Принимаем диаметр штока поршня  $d=32 \text{ мм}$ , а усилие  $Q=W$ , тогда диаметр поршня:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi p \eta} + d^2} = \sqrt{\frac{4 * 8156,7}{3,14 * 0,63 * 0,9} + 32^2} = 139 \text{ мм}$$

Принимаем ближайшее значение из нормального ряда чисел  $D=160 \text{ мм}$ .

Тогда фактическое усилие на штоке цилиндра:

$$Q_{\phi} = \frac{3,14}{4} (160^2 - 45^2) 0,63 * 0,9 = 10938,65 \text{ н}$$

$Q_{\phi} < W$  следовательно, условие безопасного закрепления заготовки выполняется.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взаим. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
												52

## 2.11. Разработка управляющей программы

В таблице 12 представлен фрагмент управляющей программы для операции 045 Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ на систему ЧПУ Siemens Sinumeric 840D. В данном фрагменте осуществляется обработка отв.ф70H7, обработка торца ф95 , фаски в отверстиях и резьбовых отверстий на торце

Таблица 12 – Фрагмент управляющей программы

Кадр УП	Расшифровка кадра
1	2
N10 T1D1;FREZ TOREZ	Выбор инструмента №1, назначение корректора
N20 G90 G54 G17	Задание абсолютного отсчёта размеров при программировании координат; задание смещения нулевой точки детали; выбор рабочей плоскости, заданной координатами X и Y
N30 G0 X42,5 Y0 Z4,5	Подход на ускоренном ходу к точке начала обработки
N40 G97 S1127 M3 M8	Назначение постоянной частоты вращения шпинделя 1127 об/мин; включение вращения шпинделя по часовой стрелке; включение подачи СОЖ
N50 G1 G95 Z1.5 F1127	Углубление инструмента на глубину припуска на черновую обработку на рабочей подаче 1127 мм/мин
N60 G3 X0 Y-42.5 Z1,5 CR=42.5	Круговая интерполяция против часовой стрелки по окружности радиусом 42,5 мм до точки с координатами (0;-42,5;1,5)
N70 G3 X42,5 Y0 Z1,5 CR=42.5	Круговая интерполяция против часовой стрелки по окружности радиусом 42,5 мм до точки с координатами (42,5;0;1,5)
N80 G97 S1537	Назначение постоянной частоты вращения шпинделя 1537 об/мин
N90 G1 G95 Z0 F922	Углубление инструмента на глубину припуска на чистовую обработку на рабочей подаче 922 мм/мин
N100 G3 X0 Y-42.5 Z0 CR=42.5	Круговая интерполяция против часовой стрелки по окружности радиусом 42,5 мм до точки с координатами (0;-42,5;0)
N110 G3 X42,5 Y0 Z0 CR=42.5	Круговая интерполяция против часовой стрелки по окружности радиусом 42,5 мм до точки с координатами (42,5;0;0)
N120 M5 M9	Отключение вращения шпинделя; отключение подачи СОЖ

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

53

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

Продолжение таблицы 12

1	2
N130 G0 X500 Y1000 Z600	Отвод инструмента в исходную точку
N140 T2D1;RASTOC CHERN	Выбор инструмента №2, назначение корректора
N150 G90 G54 G17	Задание абсолютного отсчёта размеров при программировании координат; задание смещения нулевой точки детали; выбор рабочей плоскости, заданной координатами X и Y
N160 G0 X0 Y0 Z0	Подвод на ускоренном ходу в точку начала обработки
N170 G97 S591 M4 M8	Назначение постоянной частоты вращения шпинделя 591 об/мин; включение вращения шпинделя против часовой стрелке; включение подачи СОЖ
N180 G1 Z-45 F0.4	Черновое растачивание с подачей 0,4 мм/об
N190 Z3	Вывод инструмента из отверстия на рабочей подаче
N200 M5 M9	Отключение вращения шпинделя; отключение подачи СОЖ
N210 G0 X500 Y1000 Z600	Отвод инструмента в исходную точку
N220 T3D1;RASTCH POLUCHIST	Выбор инструмента №3, назначение корректора
N230 G90 G54 G17	Задание абсолютного отсчёта размеров при программировании координат; задание смещения нулевой точки детали; выбор рабочей плоскости, заданной координатами X и Y
N240 G0 X0 Y0 Z0	Подвод на ускоренном ходу в точку начала обработки
N250 G97 S849 M4 M8	Назначение постоянной частоты вращения шпинделя 849 об/мин; включение вращения шпинделя против часовой стрелке; включение подачи СОЖ
N260 G1 Z-45 F0.2	Получистовое растачивание с подачей 0,2 мм/об
N270 Z3	Вывод инструмента из отверстия на рабочей подаче
N280 M5 M9	Отключение вращения шпинделя; отключение подачи СОЖ
N290 G0 X500 Y1000 Z600	Отвод инструмента в исходную точку
N300 T4D1;RASTOCH CHIST	Выбор инструмента №4, назначение корректора
N310 G90 G54 G17	Задание абсолютного отсчёта размеров при программировании координат; задание смещения нулевой точки детали; выбор рабочей плоскости, заданной координатами X и Y
N320 G0 X0 Y0 Z0	Подвод на ускоренном ходу в точку начала обработки
N330 G97 S920 M4 M8	Назначение постоянной частоты вращения шпинделя 920 об/мин; включение вращения шпинделя против часовой стрелке; включение подачи СОЖ

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взаим. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Продолжение таблицы 12

1	2
N340 G1 Z-45 F0.1	Чистовое растачивание с подачей 0,1 мм/об
N350 Z3	Вывод инструмента из отверстия на рабочей подаче
N360 M5 M9	Отключение вращения шпинделя; отключение подачи СОЖ
N370 G0 X500 Y1000 Z600	Отвод инструмента в исходную точку
N380 T5D1; RASTOCH TONK	Выбор инструмента №5, назначение корректора
N390 G90 G54 G17	Задание абсолютного отсчёта размеров при программировании координат; задание смещения нулевой точки детали; выбор рабочей плоскости, заданной координатами X и Y
N400 G0 X0 Y0 Z0	Подвод на ускоренном ходу в точку начала обработки
N410 G97 S1364 M4 M8	Назначение постоянной частоты вращения шпинделя 1364 об/мин; включение вращения шпинделя против часовой стрелке; включение подачи СОЖ
N420 G1 Z-45 F0.05	Тонкое растачивание с подачей 0,05 мм/об
N430 Z3	Вывод инструмента из отверстия на рабочей подаче
N440 M5 M9	Отключение вращения шпинделя; отключение подачи СОЖ
N450 G0 X500 Y1000 Z600	Отвод инструмента в исходную точку
N460 T1D1; FREZ FASKA	Выбор инструмента №1, назначение корректора
N470 G90 G54 G17	Задание абсолютного отсчёта размеров при программировании координат; задание смещения нулевой точки детали; выбор рабочей плоскости, заданной координатами X и Y
N480 G0 X19 Y0 Z0	Подвод на ускоренном ходу в точку начала обработки
N490 G97 S1127 M3 M8	Назначение постоянной частоты вращения шпинделя 1127 об/мин; включение вращения шпинделя по часовой стрелке; включение подачи СОЖ
N500 G1 G95 Z-2 F1127	Углубление инструмента на глубину припуска на рабочей подаче 1127 мм/мин
N510 G3 X-19 Y0 Z-2 CR=19	Круговая интерполяция против часовой стрелке по окружности радиусом 42,5 мм до точки с координатами (-19;0;-2)
N520 G3 X19 Y0 Z-2 CR=19	Круговая интерполяция против часовой стрелке по окружности радиусом 42,5 мм до точки с координатами (19;0;-2)

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Продолжение таблицы 12

1	2
N530 M5 M9	Отключение вращения шпинделя; отключение подачи СОЖ
N540 G0 X500 Y1000 Z600	Отвод инструмента в исходную точку
N550 T6D1; SVERL M8	Выбор инструмента №6, назначение корректора
N560 G90 G54 G17	Задание абсолютного отсчёта размеров при программировании координат; задание смещение нулевой точки детали; выбор рабочей плоскости, заданной координатами X и Y
N570 G0 X32 Y32 Z0	Подвод на ускоренном ходу в точку начала обработки
N580 G97 S1194 M3 M8	Назначение постоянной частоты вращения шпинделя 1194 об/мин; включение вращения шпинделя по часовой стрелке; включение подачи СОЖ
N590 G1 G95 F0.16	Назначение прямолинейной интерполяции с подачей 0,16 мм/об
N600 MCALL CYCLE82( 5.00000, 0.00000, 3.00000, 20.00000, -20.00000, 0.10000)	Модальный вызов цикла сверления отверстий со следующими параметрами: RTP=3 – плоскость отвода RFP=0 – основная плоскость SDIS=3 – безопасное расстояние DP= 20 – глубина сверления DPR=-20 - глубина сверления относительно основной плоскости DTB=0,1 – время ожидания на конечной глубине сверления
N610 HOLES2( 0.00000, 0.00000, 45.00000, 45.00000, 90.00000, 4)	Вызов цикла ряда отверстий по окружности
N620 MCALL	Отключение модальности цикла сверления
N630 M5 M9	Отключение вращения шпинделя; отключение подачи СОЖ
N640 G0 X500 Y1000 Z600	Отвод инструмента в исходную точку
N650 T7D1; REZBA	Выбор инструмента №7, назначение корректора
N660 G90 G54 G17	Задание абсолютного отсчёта размеров при программировании координат; задание смещения нулевой точки детали; выбор рабочей плоскости, заданной координатами X и Y
N670 G0 X32 Y32 Z0	Подвод на ускоренном ходу в точку начала обработки

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

56



Окончание таблицы 12

1	2
N680 G97 S875 M3 M8	Назначение постоянной частоты вращения шпинделя 875 об/мин; включение вращения шпинделя по часовой стрелке; включение подачи СОЖ
N690 MCALL CYCLE84( 5.00000, 0.00000, 3.00000, 20.00000, 20.00000, 0.10000, 4, 8.00000, 1.25000, 45.00000, 875.00000, 300.00000, 1, 0, 0, 0, 0.00000, 0.00000)	Вызов цикла нарезания резьбы без компенсирующего патрона со следующими параметрами: RTP=5 – плоскость отвода RFP=0 – базовая плоскость SDIS=3 – безопасное расстояние DP=-20 – конечная глубина сверления DPR=20 – конечная глубина сверления относительно базовой плоскости DTB=0,1 время ожидания на глубине резьбы SDAC=4 – направление вращения шпинделя после завершения цикла MPIT=8 – значение резьбы PIT=1,25 – шаг резьбы SST=875 – число оборотов для нарезания резьбы SST1=300 – число оборотов для отвода AXN=1 – ось инструмента
N700 HOLES2( 0.00000, 0.00000, 45.00000, 45.00000, 90.00000, 4)	Вызов цикла ряда отверстий по окружности
N710 MCALL	Отключение модальности цикла нарезания резьбы
N720 M5 M9	Отключение вращения шпинделя; отключение подачи СОЖ
N730 G0 X500 Y1000 Z600	Отвод инструмента в исходную точку

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

ДП 44.03.04.097 ПЗ

## 2.12. Выбор контрольно-измерительных приборов и приспособлений

Приспособление служит для проверки биения торцов  $\varnothing 95$  относительно поверхности отверстия  $\varnothing 62H7$ . Допуск на биение согласно чертежу 0,08

Деталь перед контролем устанавливается нижней плоскостью на плиту и ориентируется двумя пальцами – цилиндрическим и ромбическим – для крепления детали при контроле. В отверстия  $\varnothing 62H7$  вставляется сборная коническая оправка, на цилиндрические концы оправки устанавливаются державки, на которых устанавливаются индикаторы часового типа. Поворачивая державки с индикаторами вручную на  $360^{\circ}$ , снимаем показания индикаторов.

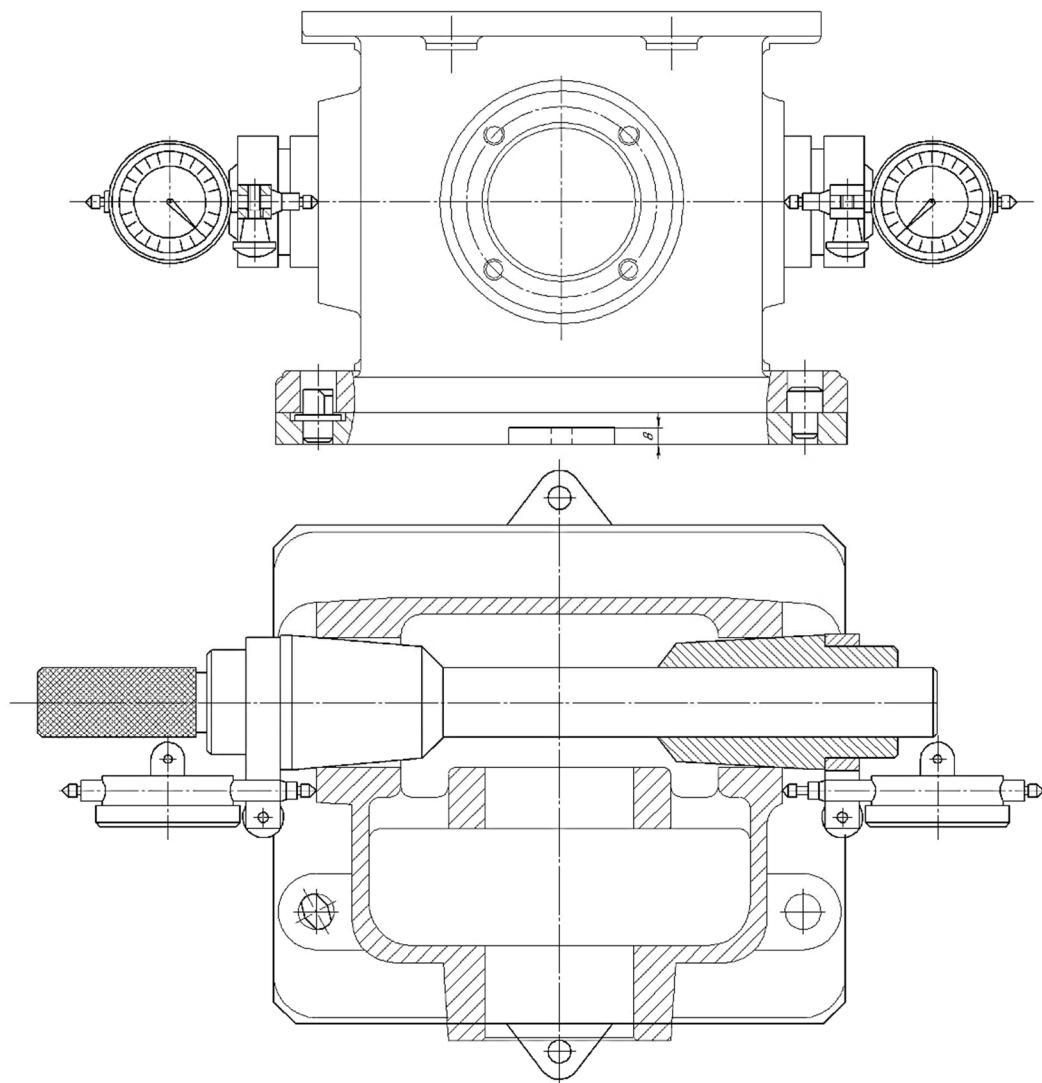


Рисунок 28 – Эскиз контрольного приспособления

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

58

В данном приспособлении предлагаю применять цифровые индикаторы MacCator 1086Ri ф. Mahr. Характеристики индикатора представлены в таблице 13



Рисунок 29 - Индикатор MacCator 1086Ri ф. Mahr

Таблица 13 – Характеристики индикатора MacCator 1086Ri ф. Mahr

Диапазон измерений	0 – 25 мм
Шаг дискретности	0,01
Измерительное усилие	0,65-1,15 н
Вес	140 г.
Опорная гильза	8h6

Данная модель индикатора по сравнению с индикаторами модели ИЧ имеет ряд преимуществ:

- 1) Дисплей вместо стрелки и шкалы облегчает считывание данных контролером, что уменьшит ошибки считывания данных при контроле детали
- 2) Наличие беспроводного передатчика, благодаря которому имеется возможность быстро передавать данные об измерениях на ПК
- 3) Наличие возможности настройки определения вхождения размера в допуск, что облегчает интерпретирование данных измерений

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист 59

### 2.13. Расчет технических норм времени

Время цикла автоматической работы определяем по формуле [16]

$$T_{ца} = \Sigma T_o + \Sigma T_{мв},$$

где  $\Sigma T_o$  – суммарное основное машинное время на операцию;

$\Sigma T_{мв} = T_{мви} + T_{мвх}$  – машинно-вспомогательное время на операцию;

$T_{мви}$  – машинно-вспомогательное время на смену инструмента;

$T_{мвх}$  – машинно-вспомогательное время на холостые ходы.

Расчет времени цикла представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет времени цикла операции 030

№	Действие	Отрезок стр.об.	Lpx (Lxx), мм	S <sub>м</sub> , мм/мин	T <sub>о</sub> =Lpx/SM, мин	T <sub>мв</sub> =Lxx/SMу, мин
1	2	3	4	5	6	7
1	Подвод инструмента	0-1	1750	25000		0,07
2	Углубление в тело детали	2-1	3	1127	0,01	
3	Черн. фрез. торца ф105	2-3-4-5-2	270	1127	0,24	
4	Углубление в тело детали	2-6	1,5	922	0,01	
5	Чист. фрез. торца ф105	6-7-8-9-6	270	922	0,29	
6	Отвод инструмента	6-0	1750	25000		0,07
7	Смена инструмента					0,1
8	Подвод инструмента	0-1	1750	25000		0,07
9	Черн. растач. ф70Н7	1-2	50	236	0,21	
10	Вывод инстр. из отв.	2-1	50	236		0,21
11	Отвод инструмента	1-0	1750	25000		0,07
12	Смена инструмента					0,1
13	Подвод инструмента	0-1	1750	25000		0,07
14	Получист. растач. ф70Н7	1-2	50	179	0,28	
15	Вывод инстр. из отв.	2-1	50	179		0,28
16	Отвод инструмента	1-0	1750	25000		0,07
17	Смена инструмента					0,1
18	Подвод инструмента	0-1	1750	25000		0,07
19	Чист. растач. ф70Н7	1-2	50	92	0,54	
20	Вывод инстр. из отв.	2-1	50	92		0,54
21	Отвод инструмента	1-0	1750	25000		0,07
22	Смена инструмента					0,1
23	Подвод инструмента	0-1	1750	25000		0,07
24	Тонкое растач. ф70Н7	1-2	50	68	0,74	
25	Вывод инстр. из отв.	2-1	50	68		0,74
26	Отвод инструмента	1-0	1750	25000		0,07
27	Смена инструмента					0,1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7
28	Подвод инструмента	0-1	1750	25000		0,07
29	Углубление в тело детали	1-2	2	1127	0,01	
30	Фрез. фаски в отв. ф70H7	2-3-4-5-2	220	1127	0,2	
31	Вывод INSTR. из отв.	2-1	2	1127		0,01
32	Отвод инструмента	1-0	1750	25000		0,07
33	Смена инструмента					0,1
34	Подвод инструмента	0-1	1750	25000		0,07
35	Сверлить отв.	1-2	20	191	0,1	
36	Вывод INSTR. из отв.	2-1	20	191		0,1
37	Перемещение к след.отв.	1-3	55	25000		0,01
38	Сверлить отв.	3-4	20	191	0,1	
39	Вывод INSTR. из отв.	4-3	20	191		0,1
40	Перемещение к след.отв.	3-5	55	25000		0,01
41	Сверлить отв.	5-6	20	191	0,1	
57	Перемещение к след.отв.	5-7	55	25000		0,01
58	Нарезание резьбы	7-8	20	1094	0,05	
59	Вывод INSTR. из отв.	8-7	20	1094		0,05
60	Отвод инструмента	7-0	1750	25000		0,07
61	Поворот детали на 180 град.					0,6
62	Повтор п.1-60				3,13	4,26
63	Поворот детали на 90 град.					0,3
64	Подвод инструмента	0-1	1740	25000		0,07
65	Углубление в тело детали	2-1	3	1127	0,01	
66	Черн. фрез. торца ф105	2-3-4-5-2	270	1127	0,24	
67	Углубление в тело детали	2-6	1,5	922	0,01	
68	Чист. фрез. торца ф105	6-7-8-9-6	270	922	0,29	
69	Перемещение к след.дет.	6-1-7	162	25000		0,01
70	Углубление в тело детали	7-8	3	1127	0,01	
71	Черн. фрез. торца ф105	8-9-10-11-8	270	1127	0,24	
72	Углубление в тело детали	8-12	1,5	922	0,01	
73	Чист. фрез. торца ф105	12-13-14-15-12	270	922	0,29	
74	Отвод инструмента	12-0	1740	25000		0,07
75	Смена инструмента					0,1
76	Подвод инструмента	0-1	1740	25000		0,07
77	Черн. растач. ф62H7x30	1-2	35	267	0,13	
78	Вывод INSTR. из отв.	2-1	35	267		0,13
79	Перемещение к след.дет.	1-3	162	25000		0,01
80	Черн. растач. ф62H7x40	3-4	45	267	0,17	
81	Вывод INSTR. из отв.	4-3	45	267		0,17
82	Отвод инструмента	3-0	1740	25000		0,07
83	Смена инструмента					0,1
84	Подвод инструмента	0-1	1740	25000		0,07
85	Получист. растач. ф62H7x30	1-2	35	192	0,18	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Подп. и дата

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7
86	Вывод INSTR. из отв.	2-1	35	192		0,18
87	Перемещение к след.дет.	1-3	162	25000		0,01
88	Получист. растач. ф62Н7х40	3-4	45	192	0,23	
89	Вывод INSTR. из отв.	4-3	45	192		0,23
90	Отвод инструмента	3-0	1740	25000		0,07
91	Смена инструмента					0,1
92	Подвод инструмента	0-1	1740	25000		0,07
93	Чист. растач. ф62Н7х30	1-2	35	104	0,34	
94	Вывод INSTR. из отв.	2-1	35	104		0,34
95	Перемещение к след.дет.	1-3	162	25000		0,01
96	Чист. растач. ф62Н7х40	3-4	45	104	0,43	
97	Вывод INSTR. из отв.	4-3	45	104		0,43
98	Отвод инструмента	3-0	1740	25000		0,07
99	Смена инструмента					0,1
100	Подвод инструмента	0-1	1740	25000		0,07
101	Тонкое растач. ф62Н7х30	1-2	35	77	0,45	
102	Вывод INSTR. из отв.	2-1	35	77		0,45
103	Перемещение к след.дет.	1-3	162	25000		0,01
104	Тонкое растач. ф62Н7х40	3-4	45	77	0,58	
105	Вывод INSTR. из отв.	4-3	45	77		0,58
106	Отвод инструмента	3-0	1740	25000		0,07
107	Смена инструмента					0,1
108	подвод инструмента		1740	25000		0,07
109	Углубление в тело детали	1-2	2	1127	0,01	
110	Фрез. фаски в отв. ф62Н7	2-3-4-5-2	195	1127	0,15	
111	Вывод INSTR. из отв.	2-1	2	1127		0,01
112	Перемещение к след.дет.	1-6	162	25000		0,01
113	Углубление в тело детали	6-7	2	1127	0,01	
114	Фрез. фаски в отв. ф62Н7	7-8-9-10-7	195	1127	0,15	
115	Вывод INSTR. из отв.	7-1	2	1127		0,01
116	Отвод инструмента	1-0	1740	25000		0,07
117	Смена инструмента					0,1
118	Подвод инструмента	0-1	1750	25000		0,07
119	Сверлить отв.	1-2	20	191	0,1	
120	Вывод INSTR. из отв.	2-1	20	191		0,1
121	Перемещение к след.отв.	1-3	55	25000		0,01
122	Сверлить отв.	3-4	20	191	0,1	
123	Вывод INSTR. из отв.	4-3	20	191		0,1
124	Перемещение к след.отв.	3-5	55	25000		0,01
125	Сверлить отв.	5-6	20	191	0,1	
126	Вывод INSTR. из отв.	6-5	20	191		0,1
127	Перемещение к след.отв.	5-7	55	25000		0,01
128	Сверлить отв.	7-8	20	191	0,1	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл	Взаим. инв. №	Подп. и дата	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Окончание таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7
129	Вывод INSTR. из отв.	8-7	20	191		0,1
130	Перемещение к след.дет.	7-9	138	25000		0,01
131	Сверлить отв.	9-10	20	191	0,1	
132	Вывод INSTR. из отв.	10-9	20	191		0,1
133	Перемещение к след.отв.	9-11	55	25000		0,01
134	Сверлить отв.	11-12	20	191	0,1	
135	Вывод INSTR. из отв.	12-11	20	191		0,1
136	Перемещение к след.отв.	11-13	55	25000		0,01
137	Сверлить отв.	13-14	20	191	0,1	
138	Вывод INSTR. из отв.	14-13	20	191		0,1
139	Перемещение к след.отв.	13-15	55	25000		0,01
140	Сверлить отв.	15-16	20	191	0,1	
141	Вывод INSTR. из отв.	16-15	20	191		0,1
142	Отвод инструмента	15-0	1740	25000		0,07
143	Смена инструмента					0,1
144	Подвод инструмента	0-1	1740	25000		0,07
145	Нарезание резьбы	1-2	20	1094	0,05	
146	Вывод INSTR. из отв.	2-1	20	1094		0,05
147	Перемещение к след.отв.	1-3	55	25000		0,01
148	Нарезание резьбы	3-4	20	1094	0,05	
149	Вывод INSTR. из отв.	4-3	20	1094		0,05
150	Перемещение к след.отв.	3-5	55	25000		0,01
151	Нарезание резьбы	5-6	20	1094	0,05	
152	Вывод INSTR. из отв.	6-5	20	1094		0,05
153	Перемещение к след.отв.	5-7	55	25000		0,01
154	Нарезание резьбы	7-8	20	1094	0,05	
155	Вывод INSTR. из отв.	8-7	20	1094		0,05
156	Перемещение к след.дет.	7-9	138	25000		0,01
157	Нарезание резьбы	9-10	20	1094	0,05	
158	Вывод INSTR. из отв.	10-9	20	1094		0,05
159	Перемещение к след.отв.	9-11	55	25000		0,01
160	Нарезание резьбы	11-12	20	1094	0,05	
161	Вывод INSTR. из отв.	12-11	20	1094		0,05
162	Перемещение к след.отв.	11-13	55	25000		0,01
163	Нарезание резьбы	13-14	20	1094	0,05	
164	Вывод INSTR. из отв.	14-13	20	1094		0,05
165	Перемещение к след.отв.	13-15	55	25000		0,01
166	Нарезание резьбы	15-16	20	1094	0,05	
167	Вывод INSTR. из отв.	16-15	20	1094		0,05
168	Отвод инструмента	15-0				0,1
169	Поворот детали на 180 град.					0,6
170	Повтор п.64-168				5,13	5,78
	Суммарное время цикла				16,52	21,58

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взаим. инв. №	Подп. и дата	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

63

$$T_{ца} = 16,52 + 21,58 = 38,1 \text{ мин}$$

Штучное время рассчитываем по формуле [16]:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_B * K_{тв}) \left( 1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{отд}}{100} \right),$$

где  $T_B = T_{в.у.} + T_{в.оп.} + T_{в.изм.}$  – вспомогательное время на операцию

$T_{в.у.} = 0,6 + 0,5 = 1,1$  мин [16, с.64,78] – вспомогательное время на установку и снятие детали;

$T_{в.оп.} = 2,5$  мин [16, с.79] – вспомогательное время, связанное с операцией;

$T_{в.изм.} = 0,22 * 3 + 0,19 * 3 = 1,23$  мин [16, с. 84,86] – вспомогательное время на измерение;

$$T_B = 1,1 + 2,5 + 1,23 = 4,83;$$

$K_{тв} = 1,15$  [16, с.50] – поправочный коэффициент на время выполнения ручной вспомогательной работы в зависимости от объема партии;

$a_{тех}, a_{орг}, a_{отд} = 14\%$  [16, с. 90] – время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, на отдых и личные надобности при одностаночном обслуживании в % от оперативного времени.

$$T_{шт} = (38,1 + 4,83 * 1,15) \left( 1 + \frac{14}{100} \right) = 49,77 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время рассчитываем по формуле [16]

$$T_{штк} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{N},$$

где  $T_{шт}$  – штучное время;

$T_{п.з.}$  – подготовительно заключительное время;

$N$  – количество деталей в партии.

Расчет  $T_{п.з.}$  представлен в таблице 15

$$T_{штк} = 49,77 + \frac{18,25}{50} = 50,14 \text{ мин}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл
Подп. и дата	



Таблица 15 – Расчет  $T_{п.з}$  на операцию 030

Прием	Время [16, с. 102]
Получить наряд, чертеж, документы, инструмент	10 мин
Установить, снять	2 мин
Установить исходные режимы резания	0,75 мин
Установить, снять инструмент	0,9 мин
Установить программоноситель	1 мин
Установить исходные координаты x и y	2,5 мин
Установить исходную координату z	0,9 мин
Настроить устройство подачи СОЖ	0,2 мин
ИТОГО:	18,25 мин

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл	
Подп. и дата	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

### 3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данном проекте производится совершенствование технологического процесса обработки детали «Корпус червячного редуктора». Задачей выполняемого экономического расчета является экономическое обоснование предлагаемого технического решения.

В базовом технологическом процессе использовалось универсальное оборудование, но в связи с выходом из строя части оборудования (внутришлифовальный станок) и отсутствия замены этого оборудования среди имеющихся универсальных станков, а также отсутствия планов по его закупке требуется изменить технологический процесс. Таким образом, в проектируемом технологическом процессе обработка основных отверстий будет осуществляться на имеющимся на заводе обрабатывающем центре РАМА SPEEDMAT 2/TR25. Такая замена не только позволит нам изготовить деталь в условиях поломки ранее используемого оборудования, но и позволит увеличить производительность труда и снизить затраты на производство за счёт уменьшения количества работников. Основные исходные данные представлены в таблице 16.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.097 ПЗ					Лист
										66
					Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	

Таблица 16– Исходные данные к экономическому расчету

Базовый вариант			Проектируемый вариант		
Операция	Оборудование, количество	Тшт-к	Операция	Оборудование, количество	Тшт-к
015 Вертикально-фрезерная	Вертикально-фрезерный 6P83, 1 шт	12,52	015 Вертикально-фрезерная	Вертикально-фрезерный 6P83, 1 шт	12,52
025 Вертикально-сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Г175, 1 шт	7,72	025 Вертикально-сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Г175, 1 шт	7,72
030 Горизонтально-расточная	Горизонтально-расточной 2А615-1, 1 шт	33,6	030 Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ	Горизонтально-расточной обрабатывающий центр РАМА SPEEDMAT 2/TR25, 1 шт.	25,07
040 Шлифовальная	Координатно-шлифовальный 3283, 1шт	7,64			
045 Горизонтально-расточная	Горизонтально-расточной 2А615-1, 1 шт	12,6			
Годовая программа выпуска – 50 шт.					

### 3.2. Определение капитальных вложений

Размер капитальных вложений определяется по формуле [29]:

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{прг},$$

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

$K_{прс}$  – капитальные вложения в приспособление;

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

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Т.к. заготовка не будет изготавливаться на предприятии, а будет закупаться в сторонней организации, затраты на изготовление заготовки не учитываем.

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [29]:

$$q = \frac{T_{шт-к} * N_{год}}{F_{д} k_{вн} k_{з} * 60}$$

где  $T_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время на операцию;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей;

$F_{д}$  – действительный фонд времени работы оборудования;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм времени (принимаем 1,1);

$k_{з}$  – коэффициент загрузки оборудования.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается по формуле [29]:

$$F_{д} = F_{н} \left( 1 - \frac{k_p}{100} \right),$$

где  $F_{н}=247*8=1976$  ч. – номинальный фонд времени работы единицы оборудования;

$k_p$  – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы.

Для вертикально-фрезерных станков в условиях серийного производства коэффициент  $k_p=2$  [29, прил.2], тогда  $F_{д 6P12} = 1976 \left( 1 - \frac{2}{100} \right) = 1937$  ч.

Тогда количество оборудования для операции 015

$$q_{6P12} = \frac{(6,52 + 6,52) * 50}{1937 * 1,1 * 0,3 * 60} = 0,02 \text{ шт, принимаем 1шт}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.097 ПЗ			Лист
					68
Инв. № инв.	Взаим. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист.
				№ докум.	Подп.
				Дата.	

Для вертикально-сверильный станков в условиях серийного производства коэффициент  $k_p=1,5$  [29,прил.2], тогда  $F_{об\ 2Г175} = 1937 \left(1 - \frac{1,5}{100}\right) = 1908$  ч.

Тогда количество оборудования для операции 025

$$q_{6P12} = \frac{(3,72 + 7,72) * 50}{1908 * 1,1 * 0,3 * 60} = 0,01 \text{ шт, принимаем 1шт}$$

Для горизонтально-расточных станков в условиях серийного производства коэффициент  $k_p=2,5$  [29,прил.2], тогда  $F_{об\ 2a615-1} = 1937 \left(1 - \frac{2,5}{100}\right) = 1889$  ч.

Тогда количество оборудования для операций 030 и 045

$$q_{6P12} = \frac{(33,6 + 12,6) * 50}{1889 * 1,1 * 0,3 * 60} = 0,06 \text{ шт, принимаем 1шт}$$

Для внутришлифовальных станков в условиях серийного производства коэффициент  $k_p=1,8$  [29,прил.2], тогда  $F_{об\ 3283} = 1937 \left(1 - \frac{1,8}{100}\right) = 1902$  ч.

Тогда количество оборудования для операции 040

$$q_{6P12} = \frac{7,64 * 50}{1902 * 1,1 * 0,3 * 60} = 0,01 \text{ шт, принимаем 1шт}$$

Для станков с ЧПУ  $k_p=9$  [29,прил.2], тогда  $F_{об\ 6P12} = 1937 \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 1763$  ч.

Тогда количество оборудования для операций 030 проектируемого варианта

$$q_{6P12} = \frac{25,07 * 50}{1763 * 1,1 * 0,3 * 60} = 0,04 \text{ шт, принимаем 1шт}$$

Данные о количестве оборудования и его стоимости сводим в таблицу 17

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взаим. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	ДП 44.03.04.097 ПЗ				Лист
						Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

Таблица 17 – сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Количество оборудования		Суммарная мощность, кВт	Стоимость одного станка, тыс.р.			Стоимость всего оборудования, тыс. р.	
	Базовый	Проект.		Цена	Затраты на монтаж (15% от цены)	Стоимость	Базовый	Проект.
Вертикально-фрезерный 6P83	1	1	10	930	140	1070	1070	1070
Вертикально-сверлильный 2Г175	1	1	11	500	75	575	575	575
Горизонтально-расточной 2А615-1	1	0	12	1500	225	1725	1725	0
Координатно-шлифовальный 3283	1	0	8	1200	180	1380	1380	0
Обраб. Центр РА-МА SPEEDMAT 2/TR25	0	1	37	4000	600	4600	0	4600
ИТОГО	4	3					4750	6245

В данном проекте капитальных затрат на оснастку и оборудование не требуется т.к. при усовершенствовании технологического процесса используется существующее оборудование и приспособления.

### 3.3. Расчет технологической себестоимости

Технологическая себестоимость рассчитывается по формуле [29]:

$$C = Z_m + Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{и},$$

где  $Z_m$  – затраты на материалы;

$Z_{зп}$  – затраты на заработную плату;

$Z_э$  – затраты на технологическую электроэнергию;

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

70

Инв. № подл.  
Подп. и дата  
Взаим. инв. №  
Инв. № дубл.  
Подп. и дата

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

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

В данном проекте заготовка закупается у сторонней организации, поэтому затраты на изготовление заготовки не учитываем.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных работников, участвующих в технологическом процессе обработки детали [29]:

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

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

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

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

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

Заработная плата производственных рабочих при сдельной оплате труда [29]:

$$Z_{пр} = C_{т} T_{шт-к} k_{мн} k_{доп} k_{есн} k_{р},$$

где  $C_{т}$  – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

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

$k_{мн}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ( $k_{мн} = 1$ ).

$k_{р}$  – районный коэффициент ( $k_{р}=1,15$ )

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату ( $k_{\text{доп}}=1,2$ )

$k_{\text{есн}}$  – коэффициент, учитывающий единый социальный налог ( $k_{\text{есн}}=1,3$ )

Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле [29]:

$$Ч_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{шт-к}} N_{\text{год}} k_{\text{мн}}}{F_{\text{д}} * 60},$$

где  $F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч;

$T_{\text{шт-к}}$  – штучно-калькуляционное время на операцию, ч;

$k_{\text{мн}}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ( $k_{\text{мн}} = 1$ );

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

Для базового варианта:

Для операций 015 Вертикально-фрезерной

$$Ч_{\text{пр}} = \frac{13,04 * 50 * 1}{1937 * 60} = 0,006$$

$$З_{\text{пр}} = 110,8 * \frac{13,04}{60} * 1 * 1,2 * 1,3 * 1,15 = 43,2 \text{ руб}$$

Для операций 025 Вертикально-сверлильной

$$Ч_{\text{пр}} = \frac{11,44 * 50 * 1}{1908 * 60} = 0,005$$

$$З_{\text{пр}} = 110,8 * \frac{11,44}{60} * 1 * 1,2 * 1,3 * 1,15 = 38,9 \text{ руб}$$

Для операции 030 Горизонтально-расточная

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взаим. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
												72



$$Ч_{\text{пр}} = \frac{33,6 * 50 * 1}{1889 * 60} = 0,015$$

$$З_{\text{пр}} = 128,5 * \frac{33,6}{60} * 1 * 1,2 * 1,3 * 1,15 = 129,10 \text{ руб}$$

Для операции 040 Координатно-шлифовальная

$$Ч_{\text{пр}} = \frac{7,64 * 50 * 1}{1902 * 60} = 0,003$$

$$З_{\text{пр}} = 128,5 * \frac{7,64}{60} * 1 * 1,2 * 1,3 * 1,15 = 29,35 \text{ руб}$$

Для операции 045 Горизонтально-расточная

$$Ч_{\text{пр}} = \frac{12,6 * 50 * 1}{1902 * 60} = 0,006$$

$$З_{\text{пр}} = 110,8 * \frac{12,6}{60} * 1 * 1,2 * 1,3 * 1,15 = 41,74 \text{ руб}$$

Проектируемый вариант:

Для операции 030 Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ

$$Ч_{\text{пр}} = \frac{25,07 * 50 * 1}{1763 * 60} = 0,01$$

$$З_{\text{пр}} = 128,5 * \frac{25,07}{60} * 1 * 1,2 * 1,3 * 1,15 = 96,32 \text{ руб}$$

Принимаемую численность рабочих, а также затраты на заработную плату производственных рабочих заносим в таблицу

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.097 ПЗ					Лист
										73
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.						

Таблица 18 – Затраты на заработную плату основных рабочих

Наименование операции и требуемой профессии	Часовая тарифная ставка, р.	Тшт-к, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, чел.
Базовый вариант				
015 Вертикально-фрезерная (фрезеровщик III разряда)	110,8	13,04	43,2	0,006
025 Вертикально-сверлильная (сверловщик III разряда)	110,8	11,44	38,9	0,005
030 Горизонтально-расточная (токарь-расточник IV разряда)	128,5	33,6	129,10	0,015
040 Шлифовальная (шлифовщик IV разряда)	128,5	7,64	29,35	0,003
045 Горизонтально-расточная (токарь-расточник III разряда)	110,8	12,6	41,74	0,006
ИТОГО на 1 шт.:			282,29	0,029
Проектируемый вариант				
015 Вертикально-фрезерная (фрезеровщик III разряда)	110,8	13,04	43,2	0,006
025 Вертикально-сверлильная (сверловщик III разряда)	110,8	11,44	38,9	0,005
030 Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ (оператор станков с ЧПУ IV разряда)	128,5	25,07	96,32	0,01
ИТОГО:			178,42	0,021

Затраты на заработную плату на годовую программу:

На базовый вариант:  $282,29 \cdot 50 = 14114,5$  р.

На проектируемый вариант  $178,42 \cdot 50 = 8921$  р.

Подп. и дата  
 Инв. № дубл  
 Взаим. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Оплата труда вспомогательных рабочих, осуществляется по повременной системе. Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих находится по формуле [29]:

$$Z_{\text{всп}} = \frac{C_{\text{т}}^{\text{всп}} F_{\text{д}} \chi_{\text{всп}} k_{\text{доп}} k_{\text{есн}} k_{\text{р}}}{N_{\text{год}}}$$

где  $C_{\text{т}}^{\text{всп}}$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч;

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

$\chi_{\text{всп}}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.

Численность наладчиков определяется следующим образом [29]:

$$\chi_{\text{нал}} = \frac{q_{\text{р}} * n}{H}$$

где  $q_{\text{р}}$  – расчетное количество оборудования, шт.;

$n$  – число смен работы оборудования;

$H$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком и электронщиком.

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников [29].

Базовый вариант:

$$\chi_{\text{нал}} = \frac{4 * 1}{60} = 0,06$$

$$Z_{\text{всп}} = \frac{79,5 * 1805 * 0,06 * 1,2 * 1,15 * 1,3}{50} = 308,92 \text{ р.}$$

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Численность транспортных рабочих:  $Ч_{тр}=0,05*0,029=0,002$  чел.

Зарботная плата транспортных рабочих  $З_{тр} = \frac{59,7*1976*0,002*1,2*1,15*1,3}{50} = 8,46$  р.

Численность контролеров:  $Ч_{контр.}=0,07*0,029=0,002$  чел.

Зарботная плата контролеров  $З_{конт} = \frac{69,7*1976*0,002*1,2*1,15*1,3}{50} = 9,88$  р.

Проектируемый вариант:

$Ч_{нал} = \frac{3*1}{60} = 0,05$

$З_{нал} = \frac{79,5 * 1805 * 0,05 * 1,2 * 1,15 * 1,3}{50} = 257,43$  р.

$Ч_{тр}=0,05*0,021=0,001$  чел.

$З_{тр} = \frac{59,7 * 1976 * 0,001 * 1,2 * 1,15 * 1,3}{50} = 4,23$  р.

$Ч_{контр.}=0,07*0,021=0,001$  чел.

$З_{конт} = \frac{69,7 * 1976 * 0,001 * 1,2 * 1,15 * 1,3}{50} = 4,94$  р.

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь по каждому из вариантов, сводят в таблицу 19

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

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

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Таблица 19 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Базовый вариант			
Наладчик	79,5	0,27	308,92
Транспортный рабочий	59,7	0,002	8,46
Контролер	69,7	0,002	9,88
ИТОГО:		0,274	327,26
Проектируемый вариант			
Наладчик	79,5	0,2	257,43
Транспортный рабочий	59,7	0,001	4,23
Контролер	69,7	0,001	4,94
ИТОГО:		0,202	266,6

Заработная плата вспомогательных рабочих на годовую программу

Для базового варианта  $327,26 \cdot 50 = 16363$  р.

Для проектируемого варианта  $266,6 \cdot 50 = 13300$  р.

Общая заработная плата на изготовление годовой программы

Для базового варианта  $Z_{зп} = 14114,5 + 16363 = 30477,5$  р.

Для проектируемого варианта  $Z_{зп} = 8921 + 13300 = 22221$  р.

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываются по формуле [29]:

$$Z_{эл} = \frac{N_y k_N k_{вр} k_{од} k_w T_{шт-к}}{\eta k_{вн} * 60} C_{э},$$

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

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

77

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности (принимается  $k_N=0,2$ );

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

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

$k_w$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия (принимается  $k_w=1,04$ );

$\eta$  – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту оборудования);

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм (принимается  $k_{вн}=1,1$ );

$C_э$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, р. (принимается  $C_э=3,5$  р.);

$$Z_{эл\ 6P12} = \frac{10 * 0,2 * 0,4 * 1 * 1,04 * 13,04}{0,85 * 1,1 * 60} * 3,5 = 0,68 \text{ р.}$$

$$Z_{эл\ 2Г175} = \frac{11 * 0,2 * 0,4 * 1 * 1,04 * 11,44}{0,85 * 1,1 * 60} * 3,5 = 0,65 \text{ р.}$$

$$Z_{эл\ 2А615-1} = \frac{12 * 0,2 * 0,4 * 1 * 1,04 * 41,24}{0,9 * 1,1 * 60} * 3,5 = 2,42 \text{ р.}$$

$$Z_{эл\ 3283} = \frac{8 * 0,2 * 0,4 * 1 * 1,04 * 7,64}{0,9 * 1,1 * 60} * 3,5 = 0,3 \text{ р.}$$

$$Z_{эл\ РАМА} = \frac{37 * 0,2 * 0,2 * 1 * 1,04 * 25,07}{0,9 * 1,1 * 60} * 3,5 = 2,27 \text{ р.}$$

Результаты расчетов по вариантам сводятся в таблицу 20

Инв. № подл.	Взаим. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
Инв. № подл.	Взаим. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ДП 44.03.04.097 ПЗ					78
				Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	

Таблица 20 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин.	Затраты на электроэнергию, р.
Базовый вариант			
6P12	10	13.04	0,68
2Г175	11	11.44	0,65
2А615-1	12	41.24	2,42
3283	8	7.64	0,3
ИТОГО:			4,05
Проектируемый вариант			
6P12	10	13.04	0,68
2Г175	11	11.44	0,65
РАМА SPEEDMAT 2/TR25	37	25.07	2,27
ИТОГО:			3,6

Затраты на электроэнергию на годовую программу

Для базового варианта  $Z_{эл} = 4,05 * 50 = 202,5$  р.

Для проектируемого варианта  $Z_{эл} = 3,6 * 50 = 180$  р.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитываются по формуле [29]:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем},$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют следующим образом [29]:

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} N_{ам} T_{шт-к}}{F_d k_3 k_{вн} * 60 * 100},$$

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

$N_{ам}$  – норма амортизационных отчислений;

$F_d$  – годовой действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования ( $k_p=0,75$ );

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм;

$$C_{ам 6P12} = \frac{930000 * 12 * 13,04}{1937 * 0,75 * 1,1 * 60 * 100} = 15,18 \text{ р.}$$

$$C_{ам 2Г175} = \frac{500000 * 12 * 11,44}{1908 * 0,75 * 1,1 * 60 * 100} = 7,27 \text{ р.}$$

$$C_{ам 2А615-1} = \frac{1500000 * 12 * 41,24}{1889 * 0,75 * 1,1 * 60 * 100} = 79,39 \text{ р.}$$

$$C_{ам 3283} = \frac{2000000 * 12 * 13,04}{1902 * 0,75 * 1,1 * 60 * 100} = 33,24 \text{ р.}$$

$$C_{ам РАМА} = \frac{4000000 * 6,7 * 25,07}{1763 * 0,75 * 1,1 * 60 * 100} = 76,99 \text{ р.}$$

Затраты на ремонт технологического оборудования рассчитываются по формуле [29]:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{об} * N_p * q}{N * 100},$$

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

$N_p$  – норма отчислений на ремонт [26,прил.3];

$q$  – количество оборудования;

$N$  – годовая программа.

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	



$$C_{\text{рем 6P12}} = \frac{930000 * 6,08 * 1}{50 * 100} = 1130,88 \text{ р.}$$

$$C_{\text{рем 2Г175}} = \frac{500000 * 6,08 * 1}{50 * 100} = 608 \text{ р.}$$

$$C_{\text{рем 2А615-1}} = \frac{1500000 * 6,08 * 1}{50 * 100} = 1824 \text{ р.}$$

$$C_{\text{рем 3283}} = \frac{2000000 * 6,08 * 1}{50 * 100} = 1459,2 \text{ р.}$$

$$C_{\text{рем РАМА}} = \frac{4000000 * 3,2 * 1}{50 * 100} = 2560 \text{ р.}$$

Результаты расчетов затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносятся в таблицу 21

Таблица 21 – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

Модель станка	Стоимость, р.	Кол-во, шт	Норма амортизационных отчислений, %	Тшт-к, мин	Норма затрат на ремонт, %	Амортизационные отчисления	Затраты на ремонт, р.
Базовый вариант							
6P12	930000	1	12	13,04	6,08	15,18	1130,88
2Г175	500000	1	12	11,44	6,08	7,27	608
2А615-1	1500000	1	12	41,24	6,08	79,39	1824
3283	2000000	1	12	7,64	6,08	33,24	1459,2
ИТОГО:						135,08	5022,08
Проектируемый вариант							
6P12	930000	1	12	13,04	6,08	15,18	1130,88
2Г175	500000	1	12	11,44	6,08	7,27	608
РАМА	4000000	1	6,7	25,07	3,2	76,99	2560
ИТОГО:						99,44	4298,88

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

81

Общие затраты на обслуживание и ремонт оборудования на 1 деталь

Для базового варианта:  $Z_{об}=135,08+5022,08=5157,16$  р.

Для проектируемого варианта:  $Z_{об}=99,44+4298,88=4398,32$  р.

Общие затраты на обслуживание и ремонт оборудования на годовую программу

Для базового варианта  $5157,16*50=257858$  р.

Для проектируемого варианта  $4398,32*50=219916$  р.

Затраты на эксплуатацию инструмента для базового технологического процесса вычисляют по формуле [29]:

$$Z_{и} = \frac{C_{и} + \beta_{п} C_{п}}{T_{ст}(\beta_{п} + 1)} T_0 \eta_{и},$$

где  $C_{и}$  – цена единицы инструмента, р.;

$\beta_{п}$  – число переточек;

$C_{п}$  – стоимость одной переточки, р.;

$T_{ст}$  – период стойкости инструмента, мин;

$T_0$  – машинное время, мин;

$\eta_{и}$  – коэффициент случайной убыли инструмента.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.097 ПЗ					Лист
					Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	82

Таблица 22 - Расчет затрат на эксплуатацию инструмента (базовый вариант)

Наименование инструмента	Стоимость, руб.	Стойкость, мин	Кол-во переточек	Стоимость одной переточки	Маш. время	Коэф. убыли	Затраты
Фреза ф315 BK8	8300	120	5	120	5	1,05	64,9
Фреза ф125 BK8	5000	120	5	120	1,5	1,05	12,25
Сверло ф11	130	15	12	30	0,64	1,05	1,69
Сверло ф16	180	15	12	30	0,2	1,05	0,58
Сверло ф17	180	15	12	30	0,2	1,05	0,58
Зенкер ф16,75	450	20	12	50	0,24	1,05	1,02
Развертка ф17	670	20	12	50	0,6	1,05	3,08
Резец BK8	350	45	10	40	3,6	1,05	5,73
Резец BK4	350	45	10	40	1,4	1,05	2,23
Резец BK3M	450	45	10	40	2,4	1,05	4,33
Сверло ф6,7	130	15	12	30	1,44	1,05	3,8
Метчик M8x1,25	110	30	10	30	1,2	1,05	1,52
ИТОГО:							101,71

Суммарные затраты на эксплуатацию инструмента на годовую программу составят  $101,71 * 50 = 5085,5$  р.

Затраты на пластину определяем по формуле [29]:

$$Z_{пл} = \frac{C_{пл} T_0}{T_{ст.пл}} \eta_{и}$$

Затраты на державку определяем по формуле [29]:

$$Z_{дер} = \frac{C_{дер} T_0}{T_{уст.пл.} T_{ст.пл}} \eta_{и}$$

Подп. и дата  
 Инв. № дубл  
 Взаим. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Затраты на сверло и метчик с указанием стойкости в количестве отверстий [29]:

$$Z_{CB} = \frac{C_{CB} N_{OTB}}{T_{OTB}} \eta_{и}$$

Таблица 23 - Расчет затрат на эксплуатацию инструмента (проектируемый вариант)

Наименование инструмента		Стоимость	Стойкость	Маш. время	Коэф. убыли	Затраты
Фреза	ф315 BK8	8300	120 мин	5	1,05	64,9
Сверло	Ф11	15	30 мин	0,64	1,05	1,69
	ф16	180	15 мин	0,2	1,05	0,58
	ф17	180	15 мин	0,2	1,05	0,58
	A400M8	500	287 отв.	-	1,05	21,95
Метчик	E002TiNM8	920	15750 отв.	-	1,05	0,74
Зенкер	ф16,75	450	20 мин	0,24	1,05	1,02
Развертка	ф17	670	20 мин	0,6	1,05	3,08
Головка расточная	D04290300	3200	1000 уст.	0,71	1.05	0,02
	D05490300	3200	1000 уст.	0,49	1.05	0,01
	A04290300	3200	1000 уст.	1,8	1.05	0,05
	A05490300	3200	1000 уст.	1,28	1.05	0,03
Державка фрезерная	32N4R042B32	3000	750 уст.	1,59	1,05	0,08
Пластины	CCMW T5315	160	120 мин	1,2	1,05	1,68
	TCMW T6310	160	120 мин	3,08	1,05	4,31
	SETM 8215	160	75 мин	1,59	1,05	3,56
ИТОГО:						104,28

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взаим. инв. №	
Инв. № дубл	
Подп. и дата	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

84

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

Затраты на эксплуатацию инструмента на годовую программу по проектируемому варианту равны  $104,28 \cdot 50 = 5214$  р.

Результаты расчетов технологической себестоимости детали на годовую программу по базовому и проектируемому вариантам сводим в таблицу 24

Таблица 24 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	На одну деталь		На годовую программу	
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Общие затраты на заработную плату, р.	609,55	445,02	30477,5	22221
Затраты на электроэнергию, р.	4,05	3,6	202,5	180
Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования, р.	5157,16	4398,32	257858	219916
Затраты на эксплуатацию инструмента, р.	101,71	104,28	5085,5	5214
Итого суммарные затраты, руб.	5872,47	4951,22	293623,5	247531

### 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]:

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

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (5872,47 - 4951,22) \cdot 50 = 46062,5 \text{ р.}$$

Подп. и дата  
 Инв. № дубл  
 Взаим. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

### 3.5. Анализ уровня технологии производства и определение экономических показателей разрабатываемого проекта

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле [29]:

$$Y_{оп} = \frac{T^t}{T} * 100\%,$$

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

$T$  – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Таблица 25 – Анализ структуры технологического оборудования

Операция	Оборудование	Удельный вес по $T_{шт-к}$	Удельный вес по $T_0$
Базовый вариант			
015 Вертикально-фрезерная	6P83	16,64	29,94
025 Вертикально-сверлильная	2Г175	14,61	17,96
030 Горизонтально-расточная	2А615-1	42,9	22,1
040 Шлифовальная	3283	9,75	15
045 Горизонтально-расточная	2А615-1	16,1	15
Проектируемый вариант			
015 Вертикально-фрезерная	6P83	26,3	30,75
025 Вертикально-сверлильная	2Г175	23,1	18,45
030 Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ	РАМА SPEEDMAT 2 /TR25	50,6	50,8

Подп. и дата

Инв. № дубл

Взаим. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Доля прогрессивного оборудования определяем по его количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} * 100\%$$

где  $g_{\text{пр}}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,

$g_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования

Для базового варианта  $g_{\text{пр}}=0$ , следовательно  $Y_{\text{пр}}=0$

Для проектируемого варианта  $g_{\text{пр}}=1$ ,  $Y_{\text{пр}}=1/3*100\%=33\%$

Определим производительность труда по формуле [29]:

$$B = \frac{F_{\text{д}} k_{\text{вн}} * 60}{T_{\text{шт-к}}}$$

где  $F_{\text{д}}$  – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч;

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

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_{\text{б}} = \frac{1976 * 1,1 * 60}{41,24} = 3162,37 \text{ шт/чел. год}$$

Производительность труда в проектируемом техпроцессе:

$$B_{\text{пр}} = \frac{1976 * 1,1 * 60}{25,07} = 5202,07 \text{ шт/чел. год}$$

Рост производительности труда составит:

$$\Delta B = \frac{B_{\text{пр}} - B_{\text{б}}}{B_{\text{б}}} * 100\% = \frac{5202,07 - 3162,37}{3162,37} * 100\% = 64,8\%$$

где  $B_{\text{пр}}$ ,  $B_{\text{б}}$  – производительность труда соответственно проектируемого и базового вариантов.

Подп. и дата
Инв. № дубл
Взаим. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
						87

### 3.6. Заключение к экономической части

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Корпус червячного редуктора», произошло снижения трудоемкости технологического процесса и роста производительности труда, связанных с использованием в технологическом процессе более эффективного металлообрабатывающего оборудования был получен годовой экономический эффект в размере 46062,5 тыс. руб. Техничко-экономические показатели проекта представлена в таблице 25

Таблица 26 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Значение показателей		Изменение показателей
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Количество видов оборудования, шт.	4	3	1
Количество основных рабочих, чел.	4	3	1
Трудоемкость обработки одной детали, н/ч	1.3	0.83	-0.47
Технологическая себестоимость одной детали, руб.	5872.47	4951.22	-921.25
Технологическая себестоимость годового выпуска, руб.	293623.5	247531	-46092.5
Доля прогрессивного оборудования, %	0	33	+33
Производительность труда, шт/чел.год	3162.37	5202.07	+2039.7
Рост производительности труда, %	100	164.5	+64.5
Годовой экономический эффект, руб.		46062.5	46062.5

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

88



## 4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Введение к методической части

В данной работе производится усовершенствование технологического процесса обработки детали «Корпус червячного редуктора». Усовершенствование производится путем замены устаревшего универсального оборудования современным оборудованием с числовым программным управлением.

В результате усовершенствования произошло уменьшение количества операций, выполняемых на универсальном оборудовании, что повлекло за собой высвобождение станочников, в частности токарей-расточников. При этом возникает необходимость в рабочих, осуществляющих работы на станках с ЧПУ – наладчиках и операторах.

Таким образом, в методическом разделе выпускной квалификационной работы рассматривается процесс переподготовки станочников, работающих на универсальном оборудовании на профессию «Оператор-наладчик станков с ЧПУ». Переподготовку предлагается производить на базе частного учреждения дополнительного профессионального образования «Учебный центр Уралмашзавода»

Цель методической части: разработать учебную программу для переподготовки токарей –расточников по профессии «оператор-наладчик станков с ЧПУ» и разработать занятие теоретического обучения

Задачи методической части:

- 1) Описать условия обучения в ЧУДПО «Учебный центр Уралмашзавода»
- 2) Произвести анализ профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением»

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
											89

3) Разработать учебно-тематический план переподготовки токарей-расточников 4 разряда по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

4) Выбрать занятие и разработать план, план-конспект и методическое обеспечение к нему

5) Выбрать тему и разработать по ней перспективно-тематический план

#### 4.2. Описание условий обучения

ЧУДПО «Учебный центр Уралмашзавод» - это корпоративный образовательный центр, созданный на базе Отдела технического обучения и учебно-производственного цеха ОАО «Уралмашзавод». Учебный центр осуществляет профессиональную подготовку и повышение квалификации по профессиям машиностроительного комплекса и профессиональное обучение персонала предприятия в области охраны труда, эксплуатации опасных производственных объектов.

ЧУДПО «Учебный центр Уралмашзавод» осуществляет подготовку по следующим направлениям:

1) Обучение по рабочим профессиям (станочники, операторы станков с ЧПУ, слесаря, газорезчики – всего 30 профессий)

2) Курсы целевого назначения (работа с грузоподъемным оборудованием и др.)

3) Курсы повышения квалификации специалистов (охрана труда и промышленной безопасности, пожарная безопасность, подготовка специалистов занятых на опасных производственных объектах)

Обучение профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» производится

Организация обучения рабочим профессиям в очно-заочной форме с частичным отрывом от производства. Обучение по программе делится на две части:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
											90

- теоретическое обучение – осуществляется на площадях учебного центра в специализированных учебных классах. Занятия ведут опытные преподаватели-практики. Формы занятий – лекции, практические работы, производственные экскурсии и др.

- производственное обучение – осуществляется непосредственно на рабочих местах обучающихся на предприятиях-заказчиках или на учебно-производственном участке учебного центра.

Организация обучения предполагает 2 этапа контроля:

- текущий контроль – осуществляется по основным общепрофессиональным дисциплинам. Контроль осуществляется по окончании обучения по дисциплине в форме зачетного теста;

- итоговый контроль – осуществляется по окончании обучения по программе в форме квалификационного экзамена. Квалификационный экзамен включает в себя 2 этапа: проверка теоретических знаний (экзамен в устной форме по билетам); проверка практических навыков и умений (выполнение квалификационной работы). Обучающиеся, успешно сдавшие квалификационный экзамен получают Свидетельство о присвоении профессии и соответствующего квалификационного разряда

### 4.3. Анализ профессионального стандарта

Произведем анализ профессионального стандарта №131 «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением», утвержденного приказом №530н 4 августа 2014г. Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации.

В таблице 27 приводится описание трудовых функций в соответствии с профессиональным стандартом

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Таблица 27 – функциональная карта вида трудовой деятельности для профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» [20]

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 поверхностях 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
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 поверхностях деталей по 7 - 8 квалитетам	B/01.3	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	B/01.3	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	B/01.3	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам	B/01.3	3

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

92

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

Окончание таблицы 27

1	2	3	4	5	6
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 качеству и выше	С/01.4	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше	С/02.4	4

Проанализируем обобщенную трудовую функцию с кодом 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». Анализ представлен в таблицах 28,29

Таблица 28 – Анализ обобщенной трудовой функции

Характеристика обобщенной трудовой функции	Описание
1	2
Наименование	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности
Код	В
Уровень квалификации	3
Происхождение обобщенной трудовой функции	Оригинал

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Окончание таблицы 28

1	2
Возможные наименования должностей	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд)</li> <li>– Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд)</li> <li>– Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд)</li> <li>– Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации</li> <li>– Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации</li> <li>– Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации</li> </ul>
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке</li> <li>– Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте</li> </ul>

Таблица 29 – дополнительные характеристики обобщенной трудовой функции

Наименование классификатора	Код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности
ОКЗ	7223	Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования
ЕТКС	§45	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 5-й разряд
ОКНПО	010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением

Проанализируем трудовые функции, входящие в состав обобщенной трудовой функции, проанализированной выше. Анализ представлен в таблицах 30-33

Подп. и дата  
 Инв. № дубл.  
 Взаим. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Таблица 30 – Анализ трудовой функции В/01.3

Характеристика трудовой функции	Описание
1	2
Наименование	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 – 8 квалитетам
Код	В/01.3
Уровень (подуровень) квалификации	3
Происхождение трудовой функции	Оригинал
Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Изучение конструкторской документации станка и инструкции по наладке обрабатывающих центров</li> <li>– Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)</li> <li>– Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)</li> <li>– Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов</li> </ul>
Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке и определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации для выполнения данной трудовой функции</li> <li>– Пользоваться встроенной системой измерения инструмента</li> <li>– Пользоваться встроенной системой измерения детали</li> <li>– Отслеживать состояние и износ инструмента</li> <li>– Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок</li> <li>– Рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей</li> <li>– Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты</li> <li>– Выполнять наладку однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ</li> <li>– Использовать контрольно-измерительные инструменты</li> <li>– Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам</li> </ul>
Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Система допусков и посадок, степеней точности; квалитеты и параметры шероховатости</li> <li>– Параметры и установки системы ЧПУ станка</li> <li>– Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов</li> </ul>

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Окончание таблицы 30

1	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одноплатных станков</li> <li>– Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ</li> <li>– Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования</li> </ul>

Таблица 31 – Анализ трудовой функции В/02.3

Характеристика трудовой функции	Описание
Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)
Код	В/02.3
Уровень (подуровень) квалификации	3
Происхождение трудовой функции	Оригинал
Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Корректировка чертежа изготавливаемой детали</li> <li>– Выбор технологических операций и переходов обработки</li> <li>– Выбор инструмента</li> <li>– Расчет режимов резания</li> <li>– Определение координат опорных точек контура детали</li> <li>– Составление управляющей программы</li> </ul>
Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)</li> <li>– Изменять параметры стойки ЧПУ станка</li> <li>– Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей</li> </ul>
Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Органы управления и стойки ЧПУ станка</li> <li>– Режимы работы стойки ЧПУ</li> <li>– Системы графического программирования</li> <li>– Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами</li> </ul>
Другие характеристики	-

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	



Таблица 32 – Анализ трудовой функции В/03.3

Характеристика трудовой функции	Описание
1	2
Наименование	Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях
Код	В/03.3
Уровень (подуровень) квалификации	3
Происхождение трудовой функции	Оригинал
Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Изучение конструкторской документации станка и инструкции по наладке обрабатывающих центров</li> <li>– Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)</li> <li>– Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов</li> <li>– Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания</li> <li>– Подбор режущего и измерительного инструментов и приспособлений по технологической карте</li> <li>– Установка деталей в приспособлениях и на столе станка</li> <li>– Выверка деталей в различных плоскостях</li> </ul>
Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке и определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации для выполнения данной трудовой функции</li> <li>– Пользоваться встроенной системой измерения инструмента</li> <li>– Пользоваться встроенной системой измерения детали</li> <li>– Отслеживать состояние и износ инструмента</li> <li>– Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок</li> <li>– Рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей</li> <li>– Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты</li> <li>– Выполнять наладку однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ</li> <li>– Выполнять установку и выверку деталей в двух плоскостях</li> <li>– Использовать контрольно-измерительные инструменты</li> <li>– Выполнять установку и выверку деталей в нескольких плоскостях</li> </ul>

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Окончание таблицы 32

1	2
Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости</li> <li>– Параметры и установки системы ЧПУ станка</li> <li>– Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов</li> <li>– Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одностипных станков</li> <li>– Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ</li> <li>– Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования</li> <li>– Устройство, правила проверки на точность одностипных обрабатывающих центров с ЧПУ</li> <li>– Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей</li> <li>– Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов</li> <li>– Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента</li> <li>– Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы</li> <li>– Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности</li> <li>– Правила пользования средствами индивидуальной защиты</li> <li>– Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ</li> <li>– Виды брака и способы его предупреждения и устранения</li> <li>– Требования по рациональной организации труда на рабочем месте</li> <li>– Наименование, назначение, конструктивные особенности и условия применения, правила проверки на точность универсальных и специальных приспособлений контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструмента для автоматического измерения деталей</li> <li>– Правила настройки, регулирования универсальных и специальных приспособлений контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей</li> <li>– Порядок и правила установки и выверки деталей в нескольких плоскостях</li> </ul>
Другие характеристики	-

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взаим. инв. №	
Инв. № дубл	
Подп. и дата	

Таблица 33 – Анализ трудовой функции В/04.3

Характеристика трудовой функции	Описание
1	2
Наименование	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам
Код	В/04.3
Уровень (подуровень) квалификации	3
Происхождение трудовой функции	Оригинал
Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Изучение конструкторской документации станка и инструкции по наладке обрабатывающих центров</li> <li>– Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)</li> <li>– Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)</li> <li>– Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов</li> <li>– Обработка отверстий в деталях по 7 - 8 квалитетам</li> <li>– Обработка поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам</li> </ul>
Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке</li> <li>– Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции</li> <li>– Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам</li> </ul>
Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Система допусков и посадок, степеней точности; квалитеты и параметры шероховатости</li> <li>– Параметры и установки системы ЧПУ станка</li> <li>– Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов</li> <li>– Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одностипных станков</li> <li>– Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ</li> <li>– Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования</li> </ul>
Другие характеристики	-

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

По результатам анализа профессионального стандарта разработаем программу переподготовки токарей-расточников по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

#### 4.4. Разработка учебного плана

Программа переподготовки токарей-расточников по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» имеет общий объем 120 ч. и делится на теоретический и практический блок. Учебный план программы представлен в таблице 33.

Таблица 34 – Учебный план переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ»

Раздел, тема	Кол-во учебных часов			Форма контроля
	Общее кол-во	Теор. обуч.	Практ. обуч.	
1. Теоретическое обучение	68	46	22	
1.1. Охрана труда и пожарная безопасность на предприятии	4	4	-	Тест
1.2. Основы электротехники и электроники	8	6	2	Тест
1.3. Устройство станков с ЧПУ	12	8	4	Тест
1.4. Современный металлорежущий инструмент	12	8	4	Тест
1.5. Оснастка для станков с ЧПУ	8	6	2	Тест
1.6. Основы программирования станков с ЧПУ	24	14	10	Тест
2. Практическое обучение (на производстве)	46		46	Контрольные работы (выполнение учебных деталей)
3. Квалификационный экзамен	6	2	4	Экзамен
Итого по курсу	120	48	72	

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Учебный план предполагает 2 формы контроля:

- 1) Текущий контроль, который производится после освоения основных общемашиностроительных дисциплин и осуществляется в форме тестов
- 2) Итоговый контроль, который осуществляется по окончании обучения по программе в форме квалификационного экзамена. Экзамен проводится в 2 этапа: устный экзамен для проверки теоретических знаний по билетам и выполнение квалификационной работы для контроля практических навыков и умений.

#### 4.5. Разработка перспективно-тематического плана

Произведем анализ содержания темы «Основы программирования станков с ЧПУ» (Таблица 35). Согласно учебно-тематическому плану данная тема изучается в течении 24 часов. При этом на теоретическое обучение отводится 14 часов, а на практическое – 10 часов, что составляет 7 уроков теоретического обучения и 5 уроков практического обучения.

Таблица 35 – Анализ содержания темы «Основы программирования станков с ЧПУ»

Дидактические единицы содержания темы	Количество часов	
	Теоретич. обуч.	Практич. обуч.
1	2	3
1. Общие сведения о системах числового программного управления <ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные понятия и сведения</li> <li>• Классификация систем с ЧПУ</li> <li>• Современные системы ЧПУ и их особенности</li> </ul>	2	-
2. Создание управляющих программ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные сведения о коде ISO-7bit</li> <li>• Системы координат</li> <li>• G и M-функции и их использование</li> <li>• Способы создания создания управляющих программ</li> </ul>	2	2

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист  
101

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

Окончание таблицы 35

1	2	3
3. Система ЧПУ Siemens Sinumeric 840D <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерфейс и управление</li> <li>• Режимы работы</li> <li>• Управляющее окно и работа с ним</li> <li>• Особенности циклового программирования</li> </ul>	4	2
4. Программирование токарной обработки в системе Sinumeric 840D <ul style="list-style-type: none"> <li>• Специальные циклы для токарной обработки, их особенности, параметры и применение</li> <li>• Графический редактор системы Sinumeric 840D и его применение в циклах токарной обработки</li> <li>• Создание управляющих программ токарной обработки</li> </ul>	2	2
5. Программирование фрезерной обработки в системе Sinumeric 840D <ul style="list-style-type: none"> <li>• Специальные циклы для фрезерной обработки, их особенности, параметры и применение</li> <li>• Графический редактор системы Sinumeric 840D и его применение в циклах фрезерной обработки</li> </ul>	2	2
ИТОГО	14	10

Перспективно тематический план темы с подобранными методами и средствами обучения представлен в таблице 36

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл
Подп. и дата	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Таблица 36 – Перспективно-тематический план

№	Тема занятия	Цели занятия	Тип занятия	Методы обучения	Средства обучения
1	2	3	4	5	6
1 (2ч.)	Системы ЧПУ. Общие сведения	<p>Дидактические: сформировать знания об основных об системах ЧПУ и их особенностях</p> <p>Развивающие: развивать внимание, память</p> <p>Воспитательные: воспитывать осознанное отношение к труду, бережное отношение к оборудованию</p>	Лекция	Рассказ, демонстрация презентации	Презентация, мультимедийная система
2 (2ч.)	Управляющие программы и их создание	<p>Дидактические: сформировать знания об основных способах создания программ, изучить программный код кода ISO-7bit</p> <p>Развивающие: развивать внимание, память</p> <p>Воспитательные: воспитывать осознанное отношение к труду, бережное отношение к оборудованию</p>	Лекция	Рассказ, демонстрация презентации	Презентация, мультимедийная система
3 (2ч.)	Создание управляющей программы	<p>Дидактические: сформировать умение написания управляющих программ в системе ISO-7bit</p> <p>Развивающие: развивать внимание, память</p> <p>Воспитательные: воспитывать осознанное отношение к труду, бережное отношение к оборудованию, умение доводить работу до конца</p>	Практическое занятие	Выполнение практического занятия по написанию программы обработки при помощи кода ISO-7bit	Чертежи деталей, таблица G и M функций
4 (2ч.)	Общие сведения о системе ЧПУ Siemens Sinumeric 840D: интерфейс и управление	<p>Дидактические: изучить интерфейс и управление системой, а также управляющее окно и работа с ним</p> <p>Развивающие: развивать внимание, память</p> <p>Воспитательные: воспитывать осознанное отношение к труду, бережное отношение к оборудованию</p>	Лекция	Рассказ, демонстрация презентации	Презентация, мультимедийная система

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл
Подп. и дата	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

103

Продолжение таблицы 36

1	2	3	4	5	6
5 (2ч.)	Общие сведения о системе ЧПУ Siemens Sinumeric 840D: режимы работы; цикловое программирование	<p>Дидактические: изучить режимы работы и особенности циклового программирования в системе</p> <p>Развивающие: развивать внимание, память</p> <p>Воспитательные: воспитывать осознанное отношение к труду, бережное отношение к оборудованию</p>			
6 (2ч.)	Работа с интерфейсом системы ЧПУ Siemens Sinumeric 840D	<p>Дидактические: сформировать умения работать с основными окнами и интерфейсом системы ЧПУ Siemens Sinumeric 840D</p> <p>Развивающие: развивать внимание, память</p>	Практическое занятие	Выполнение практического задания по работе с интерфейсом системы Sinumeric	Презентация, мультимедийная система, компьютеры-тренажеры с системой Sinumeric
8 (2ч.)	Программирование токарной обработки в системе ЧПУ Siemens Sinumeric 840D	<p>Дидактическая: сформировать умение написание программ токарной обработки в системе Siemens Sinumeric 840D при помощи циклового программирования</p> <p>Развивающие: развивать внимание, память</p> <p>Воспитательные: воспитывать осознанное отношение к труду, бережное отношение к оборудованию, умение доводить работу до конца</p>	Практическое занятие	Выполнение практического задания по написанию программы токарной обработки в системе Sinumeric 840D	Чертежи деталей, руководства по программированию в системе Sinumeric 840D

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	



Окончание таблицы 36

1	2	3	4	5	6
9 (2ч.)	Фрезерная обработка в системе Siemens Sinumeric 840D	<p>Дидактическая: сформировать знания о способах программирования фрезерной обработки в системе Siemens Sinumeric 840D</p> <p>Развивающие: развивать внимание, память</p> <p>Воспитательные: воспитывать осознанное отношение к труду, бережное отношение к оборудованию</p>	Лекция	Рассказ, демонстрация презентации	Презентация, мультимедийная система
11 (2ч.)	Токарная-фрезерная обработка в системе Siemens Sinumeric 840D	<p>Дидактическая: сформировать знания о особенностях программирования токарно-фрезерной обработки в системе Siemens Sinumeric 840D, изучить специальные циклы преобразования осей и изменения мастер-шпинделей.</p> <p>Развивающие: развивать внимание, память</p> <p>Воспитательные: воспитывать осознанное отношение к труду, бережное отношение к оборудованию</p>	Лекция	Рассказ, демонстрация презентации	Презентация, мультимедийная система
12 (2ч.)	Программирование токарно-фрезерной обработки в системе ЧПУ Siemens Sinumeric 840D	<p>Дидактическая: сформировать умение написание программ токарно-фрезерной обработки в системе Siemens Sinumeric 840D при помощи циклового программирования</p> <p>Развивающие: развивать внимание, память</p> <p>Воспитательные: воспитывать осознанное отношение к труду, бережное отношение к оборудованию, умение доводить работу до конца</p>	Практическое занятие	Выполнение практического задания по написанию программы токарно-фрезерной обработки в системе Sinumeric 840D	Чертежи деталей, руководства по программированию в системе Sinumeric 840D

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

#### 4.6. Разработка плана конспекта урока

Основываясь на разработанном выше перспективно-тематическом плане, разработаем план-конспект занятия по теме 4 «Общие сведения о системе ЧПУ Siemens Sinumeric 840D: интерфейс и управление»

На изучение данной темы отводится 2 часа. В качестве методического обеспечения дисциплины разработана презентация и карточки с заданиями для проверки усвоенных знаний

Тема: «Общие сведения о системе ЧПУ Siemens Sinumeric 840D: интерфейс и управление»

Тип урока: урок усвоения новых знаний

Цели урока:

Дидактические: изучить интерфейс и управление системой, а также управляющее окно и работу с ним в системе ЧПУ Siemens Sinumeric 840D

Развивающие: развивать внимание, память

Воспитательные: воспитывать осознанное отношение к труду, бережное отношение к оборудованию

##### 1. Организационный этап (5 минут) (СЛАЙД 1-2)

Приветствие, проверка присутствия, приготовление учащимися тетрадей и ручек, приготовление педагогом презентации. Обозначение целей занятия.

##### 2. Актуализация опорных понятий (10 мин) (СЛАЙД 2)

Производится путем фронтального опроса группы

Вопрос 1. Что такое системы ЧПУ металлорежущих станков?

Ответ: совокупность специализированных устройств, методов и средств, необходимых для реализации УП станком, предназначенная для выдачи управляющих воздействий исполнительным органам станка в соответствии с УП.

Вопрос 2. Для чего используются системы программного управления?

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взаим. инв. №	Подп. и дата	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
											106

Ответ: Для обеспечения точных перемещений согласно заданным в УП данным

Вопрос 3. Какие виды систем ЧПУ вы можете назвать?

Ответ:

3. Изучение нового материала (55 мин.)

3.1. Общие сведения о системах ЧПУ Sinumeric (СЛАЙД 3)

Компания Siemens занимается производством деталей и программного обеспечения и занимает лидирующую позицию в области создания передовых технологий управления станками. ЧПУ Siemens представляет собой современный комплекс, основанный на запрограммированных функциях.

(СЛАЙД 4)

На сегодняшний день компания предлагает следующие основные системы ЧПУ

- Sinumeric 802D это система ЧПУ в формате панели оператора. Sinumerik 808D Milling и Sinumerik 808D Turning чрезвычайно компактны, прочны и невероятно просты в обслуживании
- Sinumeric 828D предназначена для станков компакт-класса и располагает необходимыми технологическими функциями и универсальными методами программирования
- Sinumeric 840D - полностью цифровая система для практически всех типов применений. Это системная платформа с прогрессивными функциями.

3.2. Особенности программирования в системе (СЛАЙД 5)

Во всем мире SINUMERIK 840D применяется для токарной обработки, сверления, фрезерования, шлифования, лазерной обработки, порезки, перфорации, изготовления оснастки и инструмента, как система управления прессами, для высокоскоростного раскроя материалов, обработки древесины и стекла, транспортировки, складских задач.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
											107

При помощи SINUMERIK 840D можно управлять максимум 31 осями/шпинделями. При максимальном использовании поддерживается до 10 каналов на каждую группу режимов работы и максимум 12 осей/шпинделей на каждый канал. Каждый канал может иметь свою собственную группу режимов работы. УЧПУ SINUMERIK 840D объединяет на одном модуле NCU задачи ЧПУ (геометриическая и технологическая), PLC (управление электроавтоматикой станка, т.е. логическая задача) и коммуникации (диагностика и терминальная задачи).

Программирование обработки на станках с ЧПУ осуществляется на языке, который обычно называют языком ISO 7 бит или языком G и M кодов. Производители систем ЧПУ придерживаются этих стандартов для описания основных функций, но допускают вольности и отступления от правил, когда речь заходит о специальных возможностях своих систем. Системы ЧПУ других известных SINUMERIK (SIEMENS AG) также имеют возможности по работе с G и M кодами, однако некоторые специфические коды могут отличаться. разнице в программировании специфических функций можно узнать из документации к конкретной системе ЧПУ

### 3.3. Интерфейс и управление системой (СЛАЙД 6)

Стандартная панель управления оператора OP032 системой ЧПУ включает в себя следующие части

- Графический монитор
- Буквенная и цифровая клавиатура (ввод также может осуществляться с клавиатуры ПК)
- Кнопки курсора/редактирования с клавиатурой управления и кнопкой ввода (содержит кнопки перемещения курсора, кнопки перемещения по страницам, кнопку выпора/переключатель и пр.)
- Панель управления станка

Рассмотрим подробнее наиболее важные компоненты

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.	ДП 44.03.04.097 ПЗ				Лист
						Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

### 3.3.1. Графический монитор (СЛАЙД 7)

Панель управления могут оснащаться как цветным, так и монохромным дисплеем. Около монитора находится комплекс кнопок, включающих в себя два ряда (горизонтальный и вертикальный) программных кнопок, кнопка зоны станка, кнопка повторного вызова, кнопка расширения меню и переключатель зоны

### 3.3.2. Панель управления станка (СЛАЙД 8)

Включает в себя следующие компоненты:

- Аварийный стоп
- Рабочие режимы с функциями станка
- Дискретные перемещения
- Управление программой
- Кнопки управления быстрым перемещением
- Управление шпинделем
- Управление подачей
- Переключатель с ключом

(СЛАЙД 9)

Кнопка «Аварийный стоп» вызывает остановку приводов станка. Применение этой кнопки оправдано, если в опасности находится жизнь человека или имеется опасность поломки станка или обрабатываемой детали

(СЛАЙД 10)

Комплекс кнопок управления режимами работы станка включает следующие кнопки

- Ручной режим (JOG) – в этом режиме осуществляется движение станка при помощи кнопок направления и инкрементного перемещения
- Преднабор (MDI) – управление станков выполнением блока или части блока

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

- Автоматический режим (Automatic) – управление станков при автоматической работе программы

(СЛАЙД 11)

Комплекс кнопок управления функциями станка включает следующие кнопки

- Обучение - разработка программы в диалоге со станков в режиме Преднабор (MDI)
- Траектория - позиционирование назад, повторный подвод в ручном (JOG) режиме
- Референт - выход в референтную точку в ручном (JOG) режиме

(СЛАЙД 12)

Комплекс кнопок управления программой станка включает в себя следующие кнопки

- Пуск NC. Если нажать на кнопку "NC start", запускается с текущего блокавыбранная программа детали
- Стоп NC. При нажатии кнопки "NC stop" обработка текущей программы детали прервется. После этого Вы можете продолжить обработку при помощи пуска NC.
- Единичный блок. Эта функция дает Вам опцию выполнения программы детали поблочно. Вы можете активизировать функцию единичного блока в "Автомат" и в режиме "Преднабор (MDA)". Когда действует единичный блок светится соответствующий светодиод на панели управления станка. Если действует единичный блок, текущий блок программы детали не выполняется, пока не нажата кнопка "NC start", обработка останавливается после выполнения одного блока.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл
Подп. и дата	

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

ДП 44.03.04.097 ПЗ

- Сброс. При нажатии кнопки "Reset (Сброс) " обработка текущей программы детали прекратится, сообщения из функции мониторинга стирается, если не включено питание или аварийный вызов, канал устанавливается в состоянии "Сброс (Reset)", т.е. управление NC остается синхронным со станком, а все буферы и рабочая память стираются (но содержание памяти программы детали - нет), управление устанавливается в начальном состоянии и готово для работы другой программы.

(СЛАЙД 13)

Маховики управления скорость шпинделя и подачи изменяют скорость и подачу в процентном соотношении. Они используются при уменьшении подачи и вращения при отработке управляющей программы. Для пуска и останова шпинделя и движения подачи предусмотрены кнопки

- Стоп шпинделя. При нажатии на кнопку "Spindle Stop (Стоп шпинделя)" : скорость шпинделя снизится до 0. Применяется для смены инструмента, для ввода S, T, H, M функций во время настройки
- Пуск шпинделя. При нажатии на кнопку "Spindle Start (Пуск шпинделя)" : скорость шпинделя увеличится до определенного в программе значения
- Останов подачи. При нажатии на кнопку "Feed hold (Останов подачи)" останавливается выполнение текущей программы, приводы осей останавливаются под контролем. Применяется во время обнаружения ошибки в режиме преднабор или при осуществлении смены инструмента
- Пуск подачи. При нажатии на кнопку "Feed start (Пуск подачи)" программа детали продолжается в текущем бло-

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Инв. № подл.	ДП 44.03.04.097 ПЗ				Лист	
										111	
						Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	

ке, скорость подачи увеличивается до определенного в программе значения.

4. Заключительный этап (20 мин.)

Обучающие задают уточняющие вопросы, производится краткий разбор интересующих вопросов

(СЛАЙД 14)

Проконтролируем усвоенные вами знания. Обозначим основные составляющие панели управления оператора

(СЛАЙД 15)

Попробуем вспомнить название некоторых кнопок панели управления оператора

(Отметить наиболее успешных обучающихся, отметить ошибки)

**4.7. Заключение к методической части**

В методической части выпускной квалификационной работы произведен анализ профессионального стандарта №530н «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», разработан учебный план переподготовки токарей-расточников в операторы обрабатывающих центров с ЧПУ и разработан урок теоретического обучения на тему «Общие сведения о системе ЧПУ Siemens Sinumeric 840D: интерфейс и управление». В качестве методического обеспечения к уроку разработана презентация. Таким образом все поставленные во введении задачи решены

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взаим. инв. №	Подп. и дата	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
											112



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были решены следующие задачи:

- Произведен анализ базового (заводского) технологического процесса
- Разработан новый технологический маршрут обработки детали
- Подобрано технологическое оснащение
- Разработан фрагмент управляющей программы для системы ЧПУ Siemens Sinumeric 840D
- Выполнено экономическое обоснование технических решений
- Разработан учебный план переподготовки персонала и план-конспект занятия теоретического обучения

В результате спроектирован новый усовершенствованный технологический процесс с использованием современного высокопроизводительного оборудования и инструмента. Цель дипломного проекта достигнута

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.097 ПЗ					Лист
										113
					Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.1 – 8-е изд. перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестаковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.
2. Бородина Н. В. Дипломное проектирование: учебное пособие / Н. В. Бородина, Г. Ф. Бушков. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2011, 90 с.
3. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов: - 5—е издание, стереотипное. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
4. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд 6-е, испр. и доп. М.: Машиностроение, 1971
5. Граблев А.Н. Основы отраслевых технологий и организации производства: Практикум: - М.: МГИУ, 2007. – 56 с.
6. Задания к контрольной работы и методические указания по ее выполнению по дисциплине «Основы технологии машиностроения». Екатеринбург ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2016 – 48 с.
7. Каталог PRAMET Инструментальные системы, 2017
8. Каталог режущего инструмента PRAMET, 2017
9. Ковшов А.Н. Технология машиностроения. Учебник для студентов машиностроительных специальных вузов. – М.: Машиностроение, 1987
10. Козлова Т.А. Задания для практических работ и методические указания по их выполнению по дисциплине «Основы технологии машиностроения». Часть 1. Екатеринбург, ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2016. 37 с
11. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169 с.

Подп. и дата		Инв. № дубл		Взаим. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.		
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ					Лист
										114

12. Козлова Т.А. Нормирование механической обработки: учебное пособие/ Т.А. Козлова, Т.В. Шестакова. Екатеринбург: изд-во Рос.гос.проф.-пед. ун-та, 2013 г. – 137 с.

13. Методика профессионального обучения с практикумом : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г. И. Кругликов. — 2-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 288 с.

14. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учеб. пособие – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990 – 448 с.

15. Обработка металлов резанием: справочник технолога под общ. ред. А. А. Панова. М., Машиностроение, 1985

16. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 1. Нормативы времени. М.: Экономика, 1990

17. Онлайн-программа для подбора инструмента Dormer Selector/ Электронный ресурс (<http://selector.dormertools.com/web/rus/ru-ru/mm>)

18. Проектирование и расчёт станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах : учеб. пособие/ И. Н. Аверьянов, А. Н. Болотеин, М. А. Прокофьев ; – Рыбинск : РГАТА, 2010. – 226 с.

19. Производство отливок из чугуна : Учебн. пособ. / А.Н. Смирнов, И.В. Лейрих ; Донецкий нац. техн. ун-т., 2005

20. Профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением». Регистрационный номер – 131. Код 40.026. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «4» августа 2014 г. №530н.

21. Руководство оператора к расточному координатному центру РКЦ-130 РАМА S. Р. А. SPEEDMAT 2/TR. 2011. – 338 с.

22. Руководство по программированию SIEMENS. Sinumerik 840D/840Di/810D. Основы. Выпуск 08/2005. – 500 с.

Подп. и дата						ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
Инв. № дубл							
Взаим. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.			

23. Справочник металлиста: В 5-и т. Т.2. Под ред. А.Г. Рахштада и В.А. Брострема. М., «Машиностроение», 1976

24. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М., Машиностроение, 1986, 686 с.

25. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М., Машиностроение, 1986, 496 с.

26. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т./Ред. Совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1985 – Т.1/ Под. ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова, 1984

27. Стародубцева В.С. Сборник задач по техническому нормированию в машиностроении (литейные, кузнечно-штамповые, станочные, слесарно-сборочные и электросварочные работы). Учеб.пос. для техникумов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1974

28. Сысоев С.К., Сысоев А.С., Левко В.А. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов. Учеб. для вузов [Гриф УМО]. М.: Лань, 2011. – 352 с. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=711](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=711))

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

30. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.1. Основы технологии машиностроения: Учеб. пос. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – М.: Высш.шк.; 2003. – 278 с.

31. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин: Учеб. пос. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – М.: Высш.шк.; 2003. – 295 с.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

**Приложение А**  
**Перечень листов графической документации**

Таблица 37 – Перечень листов графической документации

№	Название документа	Обозначение	Формат	Количество листов
1	Корпус червячного редуктора (чертеж детали)	ДП 44.03.04.097.01	A1	1
2	Корпус червячного редуктора. Отливка	ДП 44.03.04.097.02	A1	1
3	Операционные эскизы	ДП 44.03.04.097.03	A1	3
4	Фрагмент управляющей программы	ДП 44.03.04.097.04	A1	1
5	Сравнение технико-экономических показателей	ДП 44.03.04.097.05	A1	1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	ДП 44.03.04.097 ПЗ	Лист
											117

# Приложение Б

## Выдержки из каталога режущего инструмента фирмы PRAMET



ISO – SYSTÉM ZNAČENÍ NÁSTRČNÝCH FRÉZ  
 ФРЕЗЫ – СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ  
 ISO – SYSTEM OZNACZENIA FREZÓW  
 ISO – SYSTÉM OZNAČOVANIA NÁSTRČNÝCH FRÉZ

<b>ISO</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	63	A	06	R	-	S	90	A	D	16	E		
<b>ANSI</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	300	F	04	N	-	I	S	90	S	N	12	N	4

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
Řezný průměr Номинальный диаметр Średnica robocza Rezný priemer		Typ frézy, druh a velikost upínání Типоразмер и исполнение посадочного отверстия Typ freza, rodzaj i wielkość mocowania Typ frézy, druh a veľkosť upínania		Pracovní počet ostří Количество зубьев Liczba ostrzy Pracovný počet rezných hrán		Standard Дюйм. исполн. Standard Štandard		Způsob upínání Система крепления пластин Sposób mocowania Sposób upínania		Úhel hřbetu Угол в плане Kąt przystawienia Uhol nastavenia
		A ISO 6462/A DIN 8030/A B ISO 6462/B DIN 8030/B C ISO 6462/C DIN 8030/C		4		I	C		$K_r 90^\circ$	
		F $\phi d = 27\text{ mm}$ G $\phi d = 32\text{ mm}$ H $\phi d = 40\text{ mm}$ J $\phi d = 50\text{ mm}$ K $\phi d = 60\text{ mm}$ M $\phi d = 80\text{ mm}$		4		I	S		$K_r 75^\circ$	
		$\phi d = 1.000$ $\phi d = 1.250$		R		I	W		$K_r 60^\circ$	
				L		I	F		$K_r 45^\circ$	
				N		I			$K_r MO$	

<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
Tvar destičky Форма пластины Kształt płytki Tvar dosičky		Úhel hřbetu Задний угол Kąt przyłożenia Uhol chrčba		Velikost destičky Длина режущей кромки Długość krawędzi skrawającej Dłzka reznej hrany	
H O P R		A B		d = I.C.	H O P S T C D E M V W R K
				(mm) [mm]	
S T C D		C D		3,97	
				5/32"	
E M V W		E F		4,76	
				3/16"	
L A B K		G N		5,56	
				7/32"	
		P O		6,35	
				1/4"	
				7,94	
				5/16"	
				9,525	
				3/8"	
				12,7	
				1/2"	
				15,875	
				5/8"	
				19,05	
				3/4"	
				25,4	
				5/1"	
				31,75	
				11/4"	

<b>11</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
Úhel hřbetu Задний угол зачистной кромки Kąt przyłożenia Uhol chrčba		Délka (šířka) břitu Длина режущей части Długość krawędzi skrawającej (szerokość) Dłzka (šířka) reznej hrany	
		B [mm]/["]	
N $\alpha'_N = 0^\circ$ C $\alpha'_N = 7^\circ$ P $\alpha'_N = 11^\circ$		B 1/16"	
D $\alpha'_N = 15^\circ$ E $\alpha'_N = 20^\circ$ F $\alpha'_N = 25^\circ$		.156 2.5	
		.187 3	
		.250 4	
		.313 5	
		.375 6	

M26

Подп. и дата  
 Инв. № дубл  
 Взаим. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

Лист  
118

ISO – SYSTÉM ZNAČENÍ STOPKOVÝCH FRÉZ  
 ФРЕЗЫ – СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ  
 ISO – SYSTEM OZNACZENIA FREZÓW  
 ISO – SYSTÉM OZNAČOVANIA STOPKOVÝCH FRÉZ

<b>ISO</b>	1	2	3	4	5	6	7	-	8	9	10	11	12	13
	32	A	4	R	042	B	32	-		S	A	D	11	E
<b>ANSI</b>	1	2	3	4	5	6	7	-	8	9	10	11	12	13
	125	A	4	R	150	W	125	-	I	S	A	D	11	E

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>																																										
Řezný průměr Номинальный диаметр Średnica robocza Rezný priemer	Typ frézy a úhel nastavení Тип фрезы и угол в плане Typ freza i kąt przystawienia Typ frézy a uhol nastavenia				Vyložení Вылет Wysięg Dłżka wyłożenia	Typ upínací stopky Тип хвостовика Typ trzpienia Typ upínacej stopky			Veľkosť stopky Типоразмер хвостовика Rozmiar trzpienia Veľkosť stopky																																										
	<table border="1"> <tr> <td>A</td><td>E</td><td>J</td><td>N</td><td>H</td><td>K</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>				A	E	J	N	H	K							[mm]/[mm] ["]	<table border="1"> <tr> <td>A</td><td>C</td><td>DIN 1835A</td> </tr> <tr> <td>B</td><td>W</td><td>ISO 3338-2, DIN 1835B</td> </tr> <tr> <td>E</td><td>-</td><td>ISO 296, DIN 228-1</td> </tr> <tr> <td>G</td><td>-</td><td>ISO 297, DIN 208-1</td> </tr> <tr> <td>H</td><td>-</td><td>ISO/DIS 7388-1, DIN 69871-1</td> </tr> <tr> <td>N</td><td>-</td><td>ISO 12 164-1, DIN 69893</td> </tr> <tr> <td>-</td><td>R8</td><td>R8</td> </tr> <tr> <td>X</td><td>-</td><td>MAS BT</td> </tr> <tr> <td>XC</td><td>-</td><td>CAPTO</td> </tr> <tr> <td>-</td><td>CA</td><td>ANSI B5.50</td> </tr> </table>			A	C	DIN 1835A	B	W	ISO 3338-2, DIN 1835B	E	-	ISO 296, DIN 228-1	G	-	ISO 297, DIN 208-1	H	-	ISO/DIS 7388-1, DIN 69871-1	N	-	ISO 12 164-1, DIN 69893	-	R8	R8	X	-	MAS BT	XC	-	CAPTO	-	CA	ANSI B5.50	6-40 250°-1.250° 6-50 375°-2.000° 1-6 - 40-50 - 30-50 - 25-100 - - 1.250° 30-50 - 3-10 - - 40/50
A	E	J	N	H	K																																														
A	C	DIN 1835A																																																	
B	W	ISO 3338-2, DIN 1835B																																																	
E	-	ISO 296, DIN 228-1																																																	
G	-	ISO 297, DIN 208-1																																																	
H	-	ISO/DIS 7388-1, DIN 69871-1																																																	
N	-	ISO 12 164-1, DIN 69893																																																	
-	R8	R8																																																	
X	-	MAS BT																																																	
XC	-	CAPTO																																																	
-	CA	ANSI B5.50																																																	
Pracovní počet ostří Количество зубьев Liczba ostrzy Pracovný počet rezných hrán	Standard Двойм. исполнение Standard Standard																																																		
	I ["]																																																		

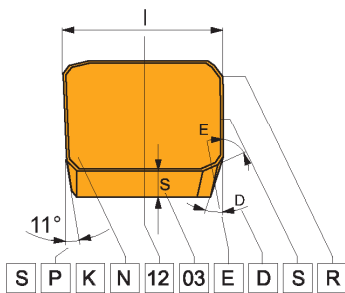
<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>												
Tvar destičky Форма пластины Kształt płytki Tvar dosťičky				Úhel hřbetu Задний угол Kąt przyłożenia Uhol chrбta													
H	O	P	R	A	B												
S	T	C	D	C	D												
E	M	V	W	E	F												
L	A	B	K	G	N												
				P	O												
					Speciální Специальный Specjalny Specjalny												
				Velikost destičky Длина режущей кромки Dłżość krawędzi skrawającej Dłżka reznej hrany													
				d = l.c.	H O P S T C D E M V W R K												
				[mm] [MM]													
				3,97	5/32"			03 06	04					06 02			
				4,76	3/16"			04 08 04	05 04	04 08	L3						
				5,56	7/32"			05 09 05	06 05	05 09	03						
				6,35	1/4"	03 02	04 08 11	06 07	08 08	08 11	04 06						
				7,94	5/16"	04 03	05 07 13 08	09 06	07 13	05 07							
				9,525	3/8"	05 04	07 09 16 09	11 09	09 16	06 09	19						
				12,7	1/2"	07 05	09 12 22 12	15 13	12 22	08 12							
				15,875	5/8"	09 06	11 15 27 16	19 16	15 27	10 15							
				19,05	3/4"	11 07	13 19 33 19	23 19	19 33	13 19							
				25,4	5/1"	14 10	18 25 44 25	31 26	25 44	17 25							
				31,75	1 1/4"	18 13	23 31 54 32	38 32	31 54	21 31							

<b>4</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>13</b>
Směr řezu Исполнение фрезы Kierunek skrawania Smier rezu		Způsob upínání Система крепления пластин Sposób mocowania Sposób upinania		Úhel hřbetu Задний угол зачистной кромки Kąt przyłożenia Uhol chrбta	
R		C			
L		W			
N		S			
				N α <sub>N</sub> = 0°      C α <sub>N</sub> = 7°      P α <sub>N</sub> = 11° D α <sub>N</sub> = 15°      E α <sub>N</sub> = 20°      F α <sub>N</sub> = 25°	

M27

Подп. и дата  
Инв. № дубл  
Взаим. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

1				1				2		2		4		4	
Tvar destičky Форма пластины Kształt płytki Tvar doštičky								Úhel hřbetu Задний угол Kąt przystawienia Uhol chrčba				Provedení Тип пластины Wykonanie Prevedenie			
H	O	P	R					A	B			N			
S	T	C	D					C	D			R			
E	M	V	W					E	F			F			
L	A	B	K					G	N			A			
								P	O			M			
												G			
												W			
												T			
												Q			
												U			
												H			
												C			
												J			
												X		Speciální / Специальный Speciálny / Specjalny	



ISO

ANSI

1	2	3	4
S	P	G	N
S	P	K	N
1	2	3	4
S	P	G	
S	P	K	N

3		3				
Tolerance / Допуск Tolerancia / Tolerancia						
	[mm] / [мм]			["]		
	m (±)	s (±)	d = I.C. (±)	m (±)	s (±)	d = I.C. (±)
A	0,005	0,025	0,025	0,0002"	0,001"	0,0010"
F	0,005	0,025	0,013	0,0002"	0,001"	0,0005"
C	0,013	0,025	0,025	0,0005"	0,001"	0,0010"
H	0,013	0,025	0,013	0,0005"	0,001"	0,0005"
E	0,025	0,025	0,025	0,0010"	0,001"	0,0010"
G	0,025	0,130	0,025	0,0010"	0,005"	0,0010"
J	0,005	0,025	0,05 – 0,13	0,0002"	0,001"	0,002" – 0,005"
K	0,013	0,025	0,05 – 0,13	0,0005"	0,001"	0,002" – 0,005"
L	0,025	0,025	0,05 – 0,13	0,0010"	0,001"	0,002" – 0,005"
M	0,08 – 0,18	0,130	0,05 – 0,13	0,003" – 0,007"	0,005"	0,002" – 0,005"
N	0,08 – 0,18	0,025	0,05 – 0,13	0,003" – 0,007"	0,001"	0,002" – 0,005"
U	0,05 – 0,38	0,130	0,05 – 0,13	0,005" – 0,015"	0,005"	0,003" – 0,010"

M28

Подп. и дата  
Инв. № дубл  
Взаим. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.



ISO – SYSTÉM ZNAČENÍ VYMĚNITELNÝCH BŘITOVÝCH DESTIČEK  
 СМП ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ – СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ  
 ISO – SYSTEM OZNACZENIA PŁYTEK  
 ISO – SYSTÉM OZNAČOVANIA VYMNITELNÝCH REZŇNYCH DOŠTIČIEK

5													6		7											
Velikost destičky Длина режущей кромки Długość krawędzi skrawającej Dłzka reznej hrany													Tloušťka Толщина пластины Grubość Hrúbka		Úhel nastavení Угол зачистной фаски Kąt przystawienia Uhol nastavenia		Úhel hřbetu fazetky Зад. угол зачистной фаски Kąt przyłożenia Uhol chrbta fazetky									
d = I.C.	H	O	P	S	T	C	D	E	M	V	W	R	K	Symbol Типоразмер		Symbol Типоразмер										
[mm]	[°]												s		%		α'ₙ									
[mm]	[°]												[mm]	[°]	A	45°	A	3°								
3,97	5/32"				03	06		04							01	1,59	1/16"									
4,76	3/16"				04	08	04	05	04	04	08	L3			T1	1,98	5/64"									
5,56	7/32"				05	09	05	06	05	05	09	03			02	2,38	3/32"									
6,35	1/4"	03	02	04	08	11	06	07	08	08	11	04	06		03	3,18	1/8"									
7,94	5/16"	04	03	05	07	13	08	09	06	07	13	05	07		04	4,76	3/16"									
9,525	3/8"	05	04	07	09	16	09	11	09	09	16	06	09	19	05	5,56	7/32"									
12,7	1/2"	07	05	09	12	22	12	15	13	12	22	08	12		06	6,35	1/4"									
15,875	5/8"	09	06	11	15	27	16	19	16	15	27	10	15		07	7,94	5/16"									
19,05	3/4"	11	07	13	19	33	19	23	19	19	33	13	19		08	9,52	3/8"									
25,4	5/1"	14	10	18	25	44	25	31	26	25	44	17	25													
31,75	1 1/4"	18	13	23	31	54	32	38	32	31	54	21	31													

5	6	7	8	9	10
12	03	08			
12	03	ED	S	R	-
5a	6a	7a	8	9	10
4	2	2			
4	2	ED	S	R	-

ANSI		
5a	6a	7a
Verspaná kružnice Диам. вписанной окружности Okrąg wpisany Vrpaná kružnica	Tloušťka Толщина пластины Grubość Hrúbka	Rádus špičky Радиус при вершине Promień wierzchołka Rádus špičky
Symbol	Symbol	Symbol
d = I.C.	s	r <sub>s</sub>
[mm] / [mm] [°]	[mm] / [mm] [°]	[mm] / [mm] [°]
1 3,175 1/8"	1 1,588 1/16"	0 0 0"
1.2 3,969 5/32"	1.2 1,984 5/64"	0.2 0,099 1/256"
1.5 4,763 3/16"	1.5 2,381 3/32"	0.5 0,198 1/128"
1.8 5,556 7/32"	1.8 3,175 1/8"	1 0,397 1/64"
2 6,350 1/4"	2 3,969 5/32"	2 0,794 1/32"
2.5 7,938 5/16"	2.5 4,763 3/16"	3 1,191 3/64"
3 9,525 3/8"	3 5,556 7/32"	4 1,588 1/16"
4 12,700 1/2"	4 6,350 1/4"	5 1,984 5/64"
5 15,875 5/8"	5 7,938 5/16"	6 2,381 3/32"
6 19,050 3/4"	6 9,525 3/8"	7 2,778 7/64"
7 22,225 7/8"	7 11,113 7/16"	8 3,175 1/8"
8 25,400 1"	8 12,700 1/2"	10 3,969 5/32"
10 31,750 5/4"	9 14,288 9/16"	12 4,763 3/16"
12 38,100 6/4"	10 15,875 5/8"	16 6,350 1/4"

8		8	
Provedení řezné hrany / Исполнение режущей кромки Wykonanie ostrza / Prevedenie reznej hrany			
	Ostré hrany Острая кромка Krawędzie ostre Ostré hrany		Zaoblené hrany Скругленная кромка Krawędzie zaokrąglone Zaoblené hrany
	Hrany s fazetkou Кромка с фаской Krawędzie ze ścinem Hrany s fazetkou		Zaoblené hrany s fazetkou Скругленная кромка с фаской Krawędzie zaokrąglone ze ścinem Zaoblené hrany s fazetkou
	Hrany s dvojitou fazetkou Кромка с двойной фаской Krawędzie z 2 ścinami Hrany s dvojitou fazetkou		Zaoblené hrany s dvojitou fazetkou Скругленная кромка с двойной фаской Krawędzie zaokrąglone z 2 ścinami Zaoblené hrany s dvojitou fazetkou
9		9	
Směr posuvu / Направление подачи / Kierunek skrawania / Smer posuvu			
10		10	
Utvařec / Обозначение стружколомающей геометрии Oznaczenie lamacza / Označenie utvárača triesky			

Подп. и дата  
Инв. № дубл  
Взаим. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

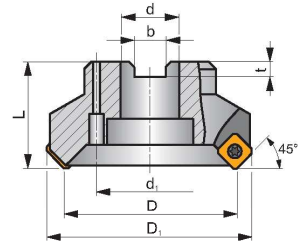
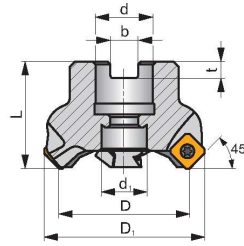
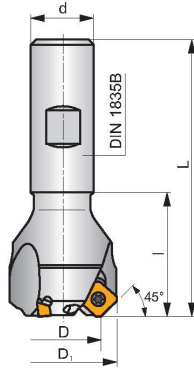
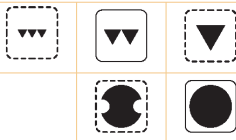
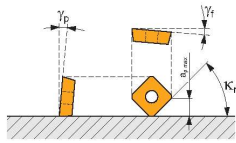
**SSE09**

P M K N S

S



$K_r$	45°
$a_{pmax}$	4,5 mm



$h_m$	0,06 - 0,2		
$h_m$	0,06 - 0,18		




ISO	D	D <sub>1</sub>	L	d	d <sub>1</sub>	l	b	t	$\gamma_r^\circ$	$\gamma_p^\circ$			max.		kg			
20N2R032B20-SSE09-C	20	29,8	82	20	-	32	-	-	-5	+20	2	-	24600	✓	0,26	GI147	FA010	-
25N3R042B25-SSE09-C	25	34,8	98	25	-	42	-	-	-5	+20	3	-	22000	✓	0,44	GI147	FA010	-
32N4R042B32-SSE09-C	32	42,0	102	32	-	42	-	-	-5	+20	4	-	19400	✓	0,68	GI147	FA010	-
32A04R-S45SE09F-C	32	42,0	40	16	14	-	8,4	6,4	-5	+20	4	✓	19400	✓	0,24	GI147	FA012	-
40A04R-S45SE09F-C	40	53,2	40	16	14	-	8,4	6,4	-5	+20	4	✓	17400	✓	0,30	GI147	FA012	-
50A05R-S45SE09F-C	50	59,6	40	22	18	-	10,4	6,4	-5	+20	5	✓	15600	✓	0,56	GI147	FA013	-
63A05R-S45SE09F-C	63	75,8	40	22	18	-	10,4	6,4	-5	+20	5	✓	13900	✓	0,57	GI147	FA013	-
63A06R-S45SE09F-C	63	75,8	40	22	18	-	10,4	6,4	-5	+20	6	✓	13900	✓	0,58	GI147	FA013	-
80A06R-S45SE09F-C	80	89,6	50	27	38	-	12,4	7,0	-5	+20	6	✓	12300	✓	1,14	GI147	FA011	AC001
80A08R-S45SE09F-C	80	89,6	50	27	38	-	12,4	7,0	-5	+20	8	✓	12300	✓	1,13	GI147	FA011	AC001
100A08R-S45SE09F-C	100	110,0	50	32	45	-	14,4	8,0	-5	+20	8	✓	11000	✓	1,83	GI147	FA011	AC002
100A10R-S45SE09F-C	100	110,0	50	32	45	-	14,4	8,0	-5	+20	10	✓	10900	✓	1,82	GI147	FA011	AC002
125A09R-S45SE09F-C	125	134,5	63	40	60	-	16,4	9,0	-5	+20	9	✓	9800	✓	3,87	GI147	FA011	AC003
125A12R-S45SE09F-C	125	134,5	63	40	60	-	16,4	9,0	-5	+20	12	✓	9800	✓	3,87	GI147	FA011	AC003
160C10R-S45SE09F	160	169,6	63	40	66,7	-	16,4	9,0	-5	+20	10	✓	8700	-	6,21	GI147	FA014	-
160C14R-S45SE09F	160	169,6	63	40	66,7	-	16,4	9,0	-5	+20	14	✓	8700	-	6,29	GI147	FA014	-

GI147	SEET 09T3AF.	SEMT 09T3AF.


FA010	US 3007-T09P	2,0	M 3	7	-	-	Flag T09P
FA011	US 3007-T09P	2,0	M 3	7	D-T07P/T09P	FG-15	-
FA012	US 3007-T09P	2,0	M 3	7	D-T07P/T09P	FG-15	HS 0830C
FA013	US 3007-T09P	2,0	M 3	7	D-T07P/T09P	FG-15	HS 1030C
FA014	US 3007-T09P	2,0	M 3	7	D-T07P/T09P	FG-15	HS 1240C

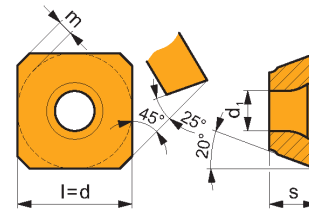
M62











Подп. и дата  
 Инв. № дубл.  
 Взаим. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

		
AC001	KS 1230	K.FMH27
AC002	KS 1635	K.FMH32
AC003	KS 2040	K.FMH40


**SEET 09**

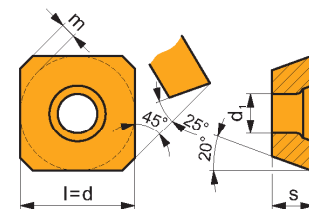
	d	d <sub>1</sub>	l	m	s
09T3	9,525	3,50	9,525	1,21	3,97












		ISO		P	M	K	N	S	H			r <sub>e</sub>	f <sub>min</sub>	f <sub>max</sub>	a <sub>p min</sub>	a <sub>p max</sub>
   		SEET 09T3AFEN	M9325	■	■				■	●	---	-	0,08	0,26	0,3	4,5
		M9340	■	■				■		●	---	-	0,08	0,26	0,3	4,5
		M6330	■	■						●	-	-	0,08	0,30	0,3	4,5
		M8340	■	■						●	+/-	-	0,08	0,30	0,3	4,5
		8215	■	■		■	■			●	-	-	0,08	0,30	0,3	4,5
		8230	■	■		■	■			●	-	-	0,08	0,30	0,3	4,5
		8240	■	■				●	-	-	0,08	0,30	0,3	4,5		

**SEMT 09**

	d	d <sub>1</sub>	l	m	s
09T3	9,525	3,50	9,525	1,21	3,97



		ISO		P	M	K	N	S	H			r <sub>e</sub>	f <sub>min</sub>	f <sub>max</sub>	a <sub>p min</sub>	a <sub>p max</sub>	
  		SEMT 09T3AFSN	M9325	■	■				□	●	---	-	0,12	0,26	0,5	4,5	
		M9340	■	■				□		●	---	-	0,12	0,26	0,5	4,5	
		M8340	■	■				□		●	+/-	-	0,12	0,35	0,5	4,5	
		8215	■	■		■	■		□	□	●	-	-	0,12	0,35	0,5	4,5
		8230	■	■		■	■		□	□	●	-	-	0,12	0,35	0,5	4,5
		8240	■	■		■	■		□	□	●	-	-	0,12	0,35	0,5	4,5

Подп. и дата  
 Инв. № дудл  
 Взаим. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.



ISO		$f_{min}$	$f_{max}$	M9325	M9340	M6330	M8340	8215	8230	8240
P	●	0,10	0,30	390	337	304	309	333	304	280
	●	0,10	0,25	352	299	271	271	290	266	238
	✱	0,10	0,15	309	266	238	233	247	228	200
M	●	0,10	0,25	233	200	200	185	200	181	166
	●	0,10	0,20	209	181	176	162	171	162	143
	✱	0,10	0,15	185	157	152	138	147	138	119
K	●	0,10	0,30	-	-	-	290	314	290	266
	●	0,10	0,25	-	-	-	257	276	252	228
	✱	0,10	0,15	-	-	-	223	233	219	190
N	●	0,10	0,30	-	-	-	-	836	765	-
	●	0,10	0,25	-	-	-	-	727	675	-
	✱	0,10	0,15	-	-	-	-	622	580	-
S	●	0,10	0,25	114	100	100	90	100	90	81
	●	0,10	0,20	105	90	86	81	86	81	71
	✱	0,10	0,15	90	76	76	67	71	67	57

M64

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дудл	Подп. и дата

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

124

Tabulka 1  
Таблица 1  
Tabela 1  
Tabulka 1

TABULKY KOREKCI PRO ŘEZNOU RYCHLOST  
СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ КОРРЕКТИРОВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ  
TABELA KOREKCI DLA PRĘDKOŚCI SKRAWANIA  
TABULKY KOREKCIÍ PRE REZNU RÝCHLOSŤ

K				
KOREKSE / КОРРЕКЦИЯ / KOREKSIJA / KOREKSIJA $v_c$				
Podskupina / Подгруппа Podgrupa / Podskupina	K1	K2	K3	K4
Korekce na tvrdost obrobku / Коэффициент, учитывающий твердость мат. заготовки Współczynnik twardości materiału / Faktor pre tvrdost obrábanej súčiastky				
Tvrdost / Твердость Twardość / Tvrdość	$k_{v_{HB1}}$	$k_{v_{HB2}}$	$k_{v_{HB3}}$	$k_{v_{HB4}}$
120 HB	1,60	1,52	1,44	1,36
140 HB	1,45	1,38	1,31	1,23
160 HB	1,35	1,28	1,22	1,15
180 HB	1,25	1,19	1,13	1,06
200 HB	1,10	1,05	0,99	0,94
220 HB	1,00	0,95	0,90	0,85
240 HB	0,90	0,86	0,81	0,77
260 HB	0,80	0,76	0,72	0,68
280 HB	0,70	0,67	0,63	0,60
300 HB	0,65	0,62	0,59	0,55
320 HB	0,60	0,57	0,54	0,51
340 HB	0,55	0,52	0,50	0,47
360 HB	0,50	0,48	0,45	0,43
375 HB	0,40	0,38	0,36	0,34

N		
KOREKSE / КОРРЕКЦИЯ / KOREKSIJA / KOREKSIJA $v_c$		
Skupina / Група / Grupa / Skupina	N	
Korekce na tvrdost obrobku / Коэффициент, учитывающий твердость мат. заготовки Współczynnik twardości materiału / Faktor pre tvrdost obrábanej súčiastky		
Typ slitiny / Тип сплава Rodzaje stopów / Typ zliatiny	$k_{v_x}$	Podskupina Подгруппа Podgrupa Podskupina
Elektrotechnický hliník Электротехнический алюминий Aluminium elektrotechniczne Elektrotechnický hliník	2,00	N1
Slitiny Al tvážené nevytvrzené HB 60 Деформируемые сплавы Al, неупрочненные HB 60 Stopy Al formowane, nieutwardzone HB 60 Hliníkové (Al) zliatiny mäkké, tvárnené do tvrdosti 60 HB	1,50	
Slitiny Al tvážené vytvrzené HB 100 Деформируемые сплавы Al, упрочненные HB 100 Stopy Al formowane, utwardzone HB 100 Hliníkové (Al) zliatiny tvárnené, tvrdnené na 100 HB	1,00	
Slitiny Al lité nevytvrzené HB 75 Литейные сплавы Al, неупрочненные HB 75 Stopy Al odlewnicze, nieutwardzone HB 75 Hliníkové (Al) zliatiny odlitky, netvrdené do 75 HB	0,90	
Slitiny Al lité vytvrzené HB 90 Литейные сплавы Al, упрочненные HB 90 Stopy Al odlewnicze, utwardzone HB 90 Hliníkové (Al) zliatiny odlitky, tvrdnené 90 HB	0,65	N2
Slitiny Al lité nevytvrzené HB 130 >12 % Si Лит. сплавы Al, неупрочненные HB 130, содер. кремния >12 % Si Stopy Al odlewnicze, nieutwardzone HB 130 >12 % Si Hliníkové (Al) zliatiny odlitky, netvrdené do 130 HB >12 % Si	1,0 PCD/0,20	
Velmi dobře obrábiteľné slitiny (> 1 % Pb) Хорошо обрабатываемые сплавы (> 1 % Pb) Stopy dobre obrábialne (>1 % Pb) Velmi dobre obrábiteľné zliatiny (> 1 % Pb)	0,90	N3
Mosazi a olověné bronzы (< 1 % Pb) Латунь и бронза (< 1 % Pb) Mosiądz i brąz z ołowiem (<1%Pb) Mosadze a bronz (> 1 % Pb)	0,75	
Ostatní mosazi HB <90 Прочая латунь HB <90 Inne mosiądze HB <90 Ostatné mosadze <90 HB	0,60	
Ostatní mosazi HB >90 Прочая латунь HB >90 Inne mosiądze HB >90 Ostatné mosadze >90 HB	0,54	N4
Bronz elektrolitická Cu Электролитическая медь Brąz elektrolityczny Cu Bronz Cu	0,40	
Tvrde a velmi tvrdé bronzы Твердые и очень твердые бронзы Brązy twarde i bardzo twarde Tvrde a veľmi tvrdé bronz	0,6 PCD/0,20	

Korekce na trvanlivost (všeobecné obrábění) Коррекция относительно периода стойкости (для общей обработки) Korekcia dla twardości (obróbka ogólna) Korekcia pre životnosť (všeobecné obrábanie)	
	$k_{vt}$
15	1,23
20	1,13
30	1,00
45	0,89
60	0,81
90	0,72
Korekce na trvanlivost (těžké hrubování) Коррекция относительно периода стойкости (для тяжелой обработки) Korekcia dla twardości (obróbka ciężka zgrubna) Korekcia pre životnosť (ťažké hrubovanie)	
30	1,23
60	1,00
90	0,89
120	0,81
Korekční součinitel $k_{vz}$ / Поправочный коэффициент $k_{vz}$ Współczynnik prędkości $k_{vz}$ / Korekčný súčiniteľ $k_{vz}$	
Kůra výkovku a odlitku / Корка после литья иковки Odkuwka i skorupa odlewnicza / Powrchová kóra po kovaní a odlievani	0,70 – 0,90
Dobrý stav stroje / Удовлетворительное состояние станка Dobry stan maszyny / Dobry stav stroja	1,05 – 1,20
Špatný stav stroje / Плохое состояние станка Zły stan maszyny / Zły stav stroja	0,85 – 0,95

M351

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата

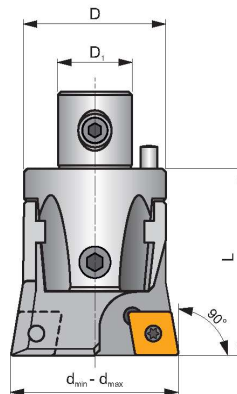
ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

125

**D90**

P M K N S H



ISO	Size	d <sub>min</sub>	d <sub>max</sub>	D	D <sub>1</sub>	L							kg
D 02290 400	22	24	30	22	12	34	CC.. 0602..	US 0206-T08P	SDT T08P	HXK 2	HXK 3		0,10
D 02790 401	27	29	40	27	15	42	CC.. 0803..	US 0307-T10P	SDR T10P	HXK 2	HXK 4		0,17
D 02790 409	27	29	40	27	15	42	CC.. 09T3..	US 0408-T15P	SDR T15P	HXK 2	HXK 4		0,17
D 03290 401	32	39	50	32	20	45	CC.. 0803..	US 0307-T10P	SDR T10P	HXK 2.5	HXK 4		0,03
D 03290 409	32	39	50	32	20	45	CC.. 09T3..	US 0408-T15P	SDR T15P	HXK 2.5	HXK 4		0,27
D 04290 300	42	49	65	42	24	56	TC.. 16T3..	US 0415-T15P	SDR T15P	HXK 3	HXK 5		0,54
D 04290 402	42	49	65	42	24	56	CC.. 1204..	US 0513-T20P	SDR T20P	HXK 3	HXK 5		0,54
D 04290 402N	42	53	65	42	24	56	CN.. 1204..	US 0613-H25	HXK 2.5	HXK 3	HXK 5		0,53
D 05490 300	54	63	82	54	28	66	TC.. 16T3..	US 0415-T15P	SDR T15P	HXK 3	HXK 6		1,06
D 05490 402	54	63	82	54	28	66	CC.. 1204..	US 0513-T20P	SDR T20P	HXK 3	HXK 6		1,06
D 05490 402N	54	63	82	54	28	66	CN.. 1204..	US 0613-H25	HXK 2.5	HXK 3	HXK 6		1,10

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

H61

ДП 44.03.04.097 ПЗ

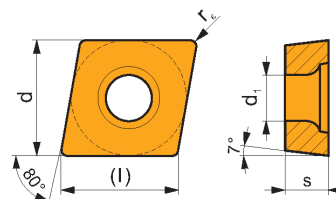
Лист  
126

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

i		ISO		P	M	K	N	S	H	?		r <sub>e</sub>	f <sub>min</sub>	f <sub>max</sub>	a <sub>p min</sub>	a <sub>p max</sub>	
		CCMT 060202E-RF	T7335	█	█	█					●	++	0,2	0,10	0,15	1,0	3,0
		CCMT 060204E-RF	T5315	█	█	█					●	+	0,4	0,10	0,30	1,0	3,0
		T7335		█	█	█					●	++	0,4	0,15	0,30	1,0	3,0
		CCMT 09T304E-RF	T7335	█	█	█					●	++	0,4	0,15	0,30	0,8	4,0
		CCMT 09T308E-RF	T5315	█	█	█					●	+	0,8	0,10	0,40	0,8	4,0
		T7335		█	█	█					●	++	0,8	0,15	0,40	0,8	4,0
		CCMT 120408E-RF	T5315	█	█	█					●	++	0,8	0,20	0,60	1,0	8,0
		T7335		█	█	█					●	++	0,8	0,20	0,60	1,0	8,0
		CCMT 09T304E-RM	T9325	█	█	█			□		●	+	0,4	0,15	0,30	1,0	4,0
		T8330		█	█	█		█	□		●	+	0,4	0,15	0,30	1,0	4,0
		CCMT 09T308E-RM	T9325	█	█	█			□		●	+	0,8	0,20	0,40	1,5	4,0
		T8330		█	█	█		█	□		●	+	0,8	0,20	0,40	1,5	4,0
		CCMT 120408E-RM	T9325	█	█	█			□		●	+	0,8	0,20	0,40	1,5	4,5
		T8330		█	█	█		█	□		●	+	0,8	0,20	0,40	1,5	4,5
		CCMT 120404E-RM3	T9325	█	█	█					●	+	0,4	0,25	0,30	0,4	3,6
		CCMT 120408E-RM3	T9325	█	█	█					●	++	0,8	0,25	0,40	0,8	4,0
		T6310		█	█	█					●	+	0,8	0,25	0,40	0,8	4,0
		CCMT 060202E-UR	T8330	█	█	█	□				●	+	0,2	0,08	0,15	0,2	2,0
		TT310		█	█	█	□				●	+/-	0,2	0,08	0,15	0,2	2,0
		CCMT 060204E-UR	T8330	█	█	█	□				●	+	0,4	0,08	0,30	0,4	2,0
		TT310		█	█	█	□				●	+/-	0,4	0,08	0,30	0,4	2,0
		CCMT 060208E-UR	T8330	█	█	█	□				●	+	0,8	0,08	0,50	0,8	2,0
		CCMT 09T302E-UR	TT310	█	█	█	□				●	+/-	0,2	0,08	0,15	0,2	3,0
		CCMT 09T304E-UR	T8330	█	█	█	□				●	+	0,4	0,08	0,30	0,4	2,0
		TT310		█	█	█	□				●	+/-	0,4	0,08	0,30	0,4	3,0
		CCMT 09T308E-UR	T8330	█	█	█	□				●	+	0,8	0,08	0,50	0,8	3,0
		TT310		█	█	█	□				●	+/-	0,8	0,08	0,50	0,8	3,0
		CCMT 120404E-UR	T8330	█	█	█	□				●	+	0,4	0,08	0,30	0,4	3,0
		CCMT 120408E-UR	T8330	█	█	█	□				●	+	0,8	0,08	0,50	0,8	4,0

### CCMW

	d	d <sub>1</sub>	l	s
0602	6,350	2,80	6,4	2,38
09T3	9,525	4,40	9,7	3,97
1204	12,700	5,50	12,9	4,76



i		ISO		P	M	K	N	S	H	?		r <sub>e</sub>	f <sub>min</sub>	f <sub>max</sub>	a <sub>p min</sub>	a <sub>p max</sub>	
		CCMW 060202	T5315	█	█	█			□		●	+	0,2	0,10	0,15	0,2	4,2
		CCMW 060204	T5315	█	█	█			□		●	+	0,4	0,10	0,30	0,4	4,2
		CCMW 09T304	T5315	█	█	█			□		●	+	0,4	0,10	0,30	0,4	6,3
		CCMW 09T308	T5315	█	█	█			□		●	+	0,8	0,10	0,35	0,8	6,3
		CCMW 120404	T5315	█	█	█			□		●	+	0,4	0,10	0,30	0,4	8,4
		CCMW 120408	T5315	█	█	█			□		●	+	0,8	0,10	0,40	0,8	8,4

H81

Подп. и дата  
Инв. № дубл  
Взаим. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

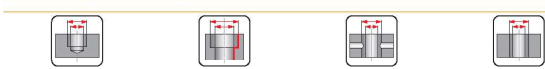
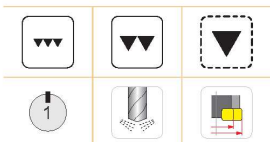
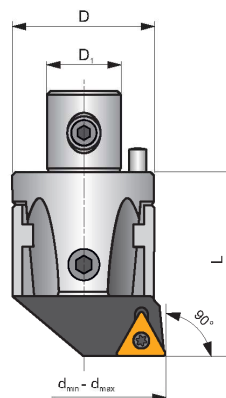
Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист  
127

F90

P M K N S H



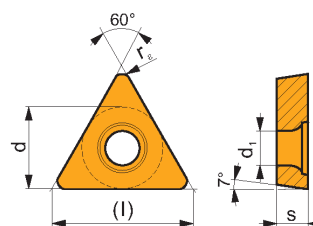
ISO	Size	d <sub>min</sub>	d <sub>max</sub>	D	D <sub>1</sub>	L						
A 02290 400	22	24	30	22	12	34	CC.. 0602..	US 0206-T08P	SDR T08P	HXX 2	HXX 3	0,98
A 02790 401	27	29	40	27	15	42	CC.. 0803..	US 0307-T10P	SDR T10P	HXX 2	HXX 4	0,17
A 02790 409	27	29	40	27	15	42	CC.. 09T3..	US 0408-T15P	SDR T15P	HXX 2	HXX 4	0,16
A 03290 300	32	39	50	32	20	45	TC.. 16T3..	US 0408-T15P	SDR T15P	HXX 2.5	HXX 4	0,26
A 03290 401	32	39	50	32	20	45	CC.. 0803..	US 0206-T08P	SDR T08P	HXX 2.5	HXX 4	0,26
A 03290 409	32	39	50	32	20	45	CC.. 09T3..	US 0408-T15P	SDR T15P	HXX 2.5	HXX 4	0,26
A 04290 300	42	49	65	42	24	56	TC.. 16T3..	US 0415-T15P	SDR T15P	HXX 3	HXX 5	0,51
A 04290 402	42	49	65	42	24	56	CC.. 1204..	US 0513-T20P	SDR T20P	HXX 3	HXX 5	0,51
A 04290 402 N	42	49	65	42	24	56	CN.. 1204..	US 0613-H25	HXX 2.5	HXX 3	HXX 5	0,50
A 05490 300	54	63	82	54	28	66	TC.. 16T3..	US 0415-T15P	SDR T15P	HXX 3	HXX 6	1,01
A 05490 402	54	63	82	54	28	66	CC.. 1204..	US 0513-T20P	SDR T20P	HXX 3	HXX 6	1,03
A 05490 402 N	54	63	82	54	28	66	CN.. 1204..	US 0613-H25	HXX 2.5	HXX 3	HXX 6	1,01

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дудл
Подп. и дата	
Инв. № подл.	



### TCMW

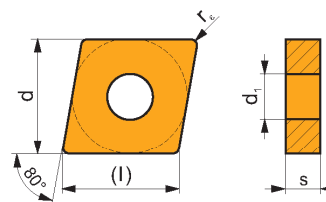
	d	d <sub>1</sub>	l	s
16T3	9,525	4,40	16,5	3,97



		ISO		P	M	K	N	S	H			r <sub>c</sub>	f <sub>min</sub>	f <sub>max</sub>	a <sub>p min</sub>	a <sub>p max</sub>	
		TCMW 16T304	T5305	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	0,4	0,10	0,24	0,4	4,8	
			T5315	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	0,4	0,10	0,24	0,4	4,8
			T6310	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	0,4	0,05	0,24	0,4	4,8
		TCMW 16T308	T5305	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	0,8	0,10	0,35	0,8	4,8
			T5315	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	0,8	0,10	0,35	0,8	4,8
			T6310	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	0,8	0,05	0,35	0,8	4,8

### CNGA CER

	d	d <sub>1</sub>	l	s
1204	12,700	5,16	12,9	4,76



		ISO		P	M	K	N	S	H			r <sub>c</sub>	f <sub>min</sub>	f <sub>max</sub>	a <sub>p min</sub>	a <sub>p max</sub>
		CNGA 120404 T02020	TC100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	0,40	0,05	0,17	0,4	6,0
		CNGA 120408 T01020	TC100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	0,80	0,05	0,33	0,8	6,0
		CNGA 120408 T02020	SN100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	0,80	0,05	0,33	0,8	6,0

Изм. № подл. Подп. и дата. Взаим. инв. №. Инв. № дубл. Подп. и дата.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

Tabuľka 8b  
Таблица 8b  
Tabela 8b  
Tabuľka 8b

VOĽBA ŠTARTOVNÝCH REŽIMŮV REZANIA  
ВЫБОР НАЧАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ  
DOBÓR POZĄTKOWYCH PARAMETRÓW SKRAWANIA  
VOĽBA ŠTARTOVACÍCH REZNYCH PODMIENOK

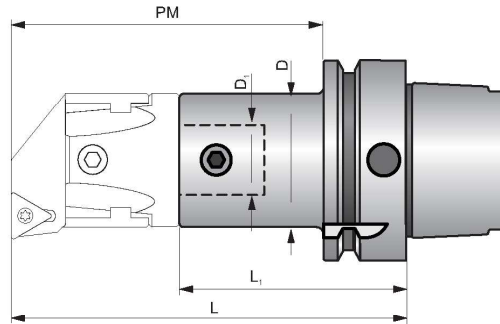
		КОРЕКЦИЯ / ПОПРАВЧЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ / КОРЕКSE / KOREKCIA V <sub>c</sub>												
		K1			K2			K3			K4			
Подделка / Подгрупа / Podgrupa / Podkupina		k <sub>НВ</sub> -K1			k <sub>НВ</sub> -K2			k <sub>НВ</sub> -K3			k <sub>НВ</sub> -K4			
Твердость / Твердость / Tvrdosť / Tvrdosť		120	140	160	180	220	240	260	280	300	320	340	360	375
K <sub>НВ</sub>	Т <sub>1</sub>	1,60	1,45	1,35	1,25	1,00	0,90	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,48
	Т <sub>2</sub>	1,52	1,38	1,28	1,19	0,95	0,86	0,76	0,67	0,62	0,57	0,52	0,48	0,45
	Т <sub>3</sub>	1,44	1,31	1,22	1,13	0,90	0,81	0,72	0,63	0,59	0,54	0,50	0,45	0,43
	Т <sub>4</sub>	1,36	1,23	1,15	1,06	0,85	0,77	0,68	0,60	0,55	0,51	0,47	0,43	0,34
	Т <sub>5</sub>													
	Т <sub>6</sub>													
	Т <sub>7</sub>													
	Т <sub>8</sub>													
	Т <sub>9</sub>													
	Т <sub>10</sub>													
	Т <sub>11</sub>													
	Т <sub>12</sub>													
K <sub>VT(GM)</sub>	Т <sub>1</sub>	1,10	1,00	0,93	0,85	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Т <sub>2</sub>	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
	Т <sub>3</sub>	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
	Т <sub>4</sub>	0,80	0,70	0,60	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
	Т <sub>5</sub>													
	Т <sub>6</sub>													
	Т <sub>7</sub>													
	Т <sub>8</sub>													
	Т <sub>9</sub>													
	Т <sub>10</sub>													
	Т <sub>11</sub>													
	Т <sub>12</sub>													
K <sub>VT(HM)</sub>	Т <sub>1</sub>	1,10	1,00	0,93	0,85	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Т <sub>2</sub>	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
	Т <sub>3</sub>	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
	Т <sub>4</sub>	0,80	0,70	0,60	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
	Т <sub>5</sub>													
	Т <sub>6</sub>													
	Т <sub>7</sub>													
	Т <sub>8</sub>													
	Т <sub>9</sub>													
	Т <sub>10</sub>													
	Т <sub>11</sub>													
	Т <sub>12</sub>													
K <sub>KT</sub>	Т <sub>1</sub>	1,10	1,00	0,93	0,85	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Т <sub>2</sub>	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
	Т <sub>3</sub>	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
	Т <sub>4</sub>	0,80	0,70	0,60	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
	Т <sub>5</sub>													
	Т <sub>6</sub>													
	Т <sub>7</sub>													
	Т <sub>8</sub>													
	Т <sub>9</sub>													
	Т <sub>10</sub>													
	Т <sub>11</sub>													
	Т <sub>12</sub>													

Инд. № подл.	Подл. и дата	Взаим. инд. №	Инд. № дубл	Подл. и дата

Môže uvedené hodnoty platiť pre obrábání s teplotou karajinou / Значения, выделенные голубым цветом, действительны при работе с СОЖ  
Wartości na niebiesko mają się dla obróbki z chłodziwem / Wartości podane niebieskim kolorem dotyczą obrabiania z cieplami

T401

## HSK-BS



ISO		Size	D	D <sub>1</sub>	L	L <sub>1</sub>	PM			
HSK 050A 022 055	50	22	22	12	81	47	55	-	US 0608	0,49
HSK 050A 027 065	50	27	27	15	91	49	65	-	US 0609	0,57
HSK 050A 032 075	50	32	32	20	101	56	75	-	US 0810	0,66
HSK 050A 042 090	50	42	42	24	116	60	90	-	US 1014	0,73
HSK 063A 022 055	63	22	22	12	81	47	55	-	US 0608	0,75
HSK 063A 027 065	63	27	27	15	91	49	65	-	US 0609	0,78
HSK 063A 032 075	63	32	32	20	101	56	75	-	US 0810	0,82
HSK 063A 042 090	63	42	42	24	116	60	90	-	US 1014	0,96
HSK 063A 054 110	63	54	54	28	136	70	110	-	US 1219	1,30
HSK 063A 068 145	63	68	68	36	171	85	145	-	US 1625	1,85
HSK 100A 022 055	100	22	22	12	89	55	55	-	US 0608	2,28
HSK 100A 027 065	100	27	27	15	99	57	65	-	US 0609	2,35
HSK 100A 032 075	100	32	32	20	104	59	75	-	US 0810	2,33
HSK 100A 042 090	100	42	42	24	119	63	90	-	US 1014	2,47
HSK 100A 054 110	100	54	54	28	139	73	110	-	US 1219	2,80
HSK 100A 068 145	100	68	68	36	174	88	145	-	US 1625	3,51
HSK 100A 085 165	100	85	85	50	194	94	165	-	US 1630	0,01
HSK 100A 100 185	100	100, 200	100	60	214	114	185	-	US 2032	5,67
HSK 550 160	100	300, 400, 500	100	60	170	80	140	-	US 1240	5,24

H96

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инд. №	Инд. № дудл
Подп. и дата	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

131

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

## Приложение В

### Результаты выбора инструмента из программы Dormer Selector

#### DORMER Product Selector



Рекомендации по инструменту и режимам резания

#### Основные

Применение	<b>Метчики</b>	Группа обрабатываемых материалов	<b>3.1</b>
Операция	<b>Нарезание резьбы</b>	Материал	<b>GG-20</b>
Заказчик	<b>Standard</b>	Семейство продукта (PSF)	<b>все метчики</b>
Прайс-лист	<b>RU_EURnext</b>		

#### Описание инструмента

Тип резьбы:	<b>M</b>	Допуск:	<b>6H</b>
Резьба:	<b>M8</b>	Глубина резьбы:	<b>20 mm</b>
Шаг:	<b>1,25</b>	Способ получения резьбы:	<b>Нарезание резьбы метчиком</b>
Подвод охлаждающей жидкости:	<b>Наружный</b>	Тип отверстия:	<b>Глухое отверстие</b>
Ручной/машинный:	<b>Станок</b>	Направление резания:	<b>правое</b>
Вид обработки:	<b>с охлаждением</b>		

#### Заказ

Код	PSF	Описание инструмента	EUR
E002TINM8	E002TIN	M Машинные метчики Спиральная стружечная канавка 45°	37,30

#### Рекомендации по инструменту

Код	Резьба	Режущий материал	Станд арт	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
E002TINM8	M8	HSS-E-PM TiN	ISO	72	12	8.00

#### Режимы резания

Код	V <sub>c</sub> м/мин	RPM (об/мин) 1/мин	V <sub>f</sub> мм/мин	M Нм	MD Нм	Отверстие под резьбу Ø мм	XDX Ø мм	Число резьб	Время / резьба с	Стоимость / резьба EUR
E002TINM8	22,0	875	1094	2,97	7,72	6,80	6,90	15750	2,19	0,063

Dormer Pramet  
ул. Бакунинская, 92 стр. 5, Москва, 105082г,  
Russia

Copyright © 2001-2014 Dormer Tools  
Разработано NOVA Software GmbH

03.01.2019 12:49  
Страница 1/1

Подп. и дата
Инв. № дубл
Взаим. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

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

ДП 44.03.04.097 ПЗ

# DORMER Product Selector



## Рекомендации по инструменту и режимам резания

### Основные

Применение	Свёрла Сверла для обработки отверстий под резьбу	Группа обрабатываемых	3.1
Операция		материалов	
Заказчик	Standard	Материал	GG20
Прайс-лист		RU_EURnext	Семейство продукта (PSF)

### Описание инструмента

Диаметр сверления d1:	8 mm	Дополнительная длина L:	-
Допуск:	H12	Запас на переточку:	0 mm
Глубина сверления T:	20 mm		
Подвод охлаждающей жидкости:	Наружный	Тип отверстия:	Глухое отверстие
Вид обработки:	с охлаждением	Направление резания:	правое

### Заказ

Код	PSF	Описание инструмента	EUR
A400M8	A400	Ступенчатое сверло для обработки отверстий под резьбу - 90°	130,00

### Рекомендации по инструменту

Код	d1	Режущий материал	Хвостовик	l1	l2	d2
A400M8	M8	HSS Оксидированное	цил.хвостовик	169	114	15.0

### Режимы резания

Код	Vc м/мин	RPM (об/ мин) 1/мин	Vf мм/мин	M Нм	P кВт	Число отверстий	Время / отверстие с	Стоимость / отверстие EUR
A400M8	30,0	1194	191	3,74	0,537	287	6,28	0,627

Подп. и дата
Инв. № дубл
Взаим. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Dormer Pramet  
ул. Бакуинская, 92 стр. 5, Москва, 105082г,  
Russia

Copyright © 2001-2014 Dormer Tools  
Разработано NOVA Software GmbH

04.01.2019 9:15  
Страница 1/1

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

Лист

133

# Приложение Г

## Выдержки из каталога инструментальных систем фирмы PRAMET

69871-DC

DRILL CHUCK HOLDERS  
VRTACÍ HLAVIČKY  
СВЕРЛИЛЬНЫЕ ПАТРОНЫ  
钻夹头刀柄

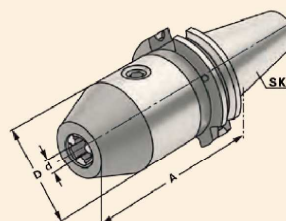


**Application:**  
For mounting drills with straight shanks.

**Použití:**  
Pro upnutí nástrojů s válcovou stopkou.

**Применение:**  
Для установки инструмента с цилиндрическим хвостовиком.

**应用:**  
用于安装直柄刀具。



DIN 69871 Form AD  $\nabla \leq 0,030$  G6,3 15.000 min<sup>-1</sup>

Order no. Objednací č. Артикул 订单号	Taper Kužel Конус 锥柄类型	Range Rozsah Диапазон 范围	A	D
69871.30AD-DC.08.070	SK 30	0,5 – 8	70	36
69871.30AD-DC.13.111	SK 30	1 – 13	111	50
69871.30AD-DC.16.116	SK 30	2,5 – 16	116	50
69871.40AD-DC.08.070	SK 40	0,5 – 8	70	36
69871.40AD-DC.13.090	SK 40	1 – 13	90	50
69871.40AD-DC.16.095	SK 40	2,5 – 16	95	50
69871.50AD-DC.13.090	SK 50	1 – 13	90	50
69871.50AD-DC.16.095	SK 50	2,5 – 16	95	50

**Note:** High precision and accurate concentricity of  $\leq 0,03$  mm. Secure gripping of the tool through mechanical amplification of the clamping force. No automatic slackening of the clamping force while machining with either clockwise or counter clockwise rotation or on spindle stop. Clamping and releasing effected by means of an Allen wrench.

**Poznámka:** Vysoká přesnost a nízká házivosť  $\leq 0,03$  mm. Bezpečné upnutí nástroje díky mechanickému zvýšení upínací síly. Možnosť použitia s rotáciou v smere alebo proti smere hodinových ručičiek alebo pri zastavení vretena. Upnutie a povelenie pomocou imbusového kľúča.

**Примечание:** Высокоточная соосность с отклонением  $\leq 0,03$  мм. Надежное закрепление инструмента благодаря механическому увеличению усилия зажима. Отсутствие ослабления усилия зажима при обработке с вращением шпинделя по или против часовой стрелке или при его останове. Зажим/разжим осуществляется посредством торцевого ключа.

**注:** 高精度的同心度  $\leq 0.03$  毫米。通过机械放大夹持力可靠夹持刀具。加工中主轴正反转动或停止时，夹持力不会自行松动。用内六角扳手夹紧和松开。

**Delivery:** With wrench

**Dodávka:** S kľúčom

**Поставляется:** С ключом

**交付:** 带扳手



24

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

134

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.

# HSK-A-W

WELDON END MILL HOLDERS  
 UPÍNAČE WELDON  
 ОПРАВКИ С КРЕПЛЕНИЕМ WELDON  
 側固刀柄

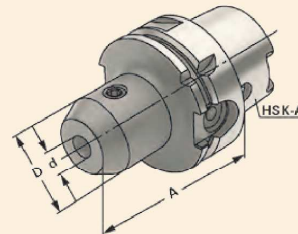


**Application:**  
 For mounting straight-shank tools with flat according to DIN 1835 form B (Weldon).

**Použití:**  
 Pro upnutí nástrojů s válcovou stopkou s ploškou podle DIN 1835 tvar B (Weldon).

**Применение:**  
 Для установки инструмента с цилиндрическим хвостовиком с лыской по DIN 1835, форма B (Weldon).

**应用:**  
 用于安装带扁平面直柄刀具，符合DIN 1835标准B形式(侧固)。



DIN 69871

ISO 60

MAS 403 BT

DIN 2080

HSK-A

VDI

MORSE

ISO 12164-1    DIN 69893-1    HSK-A     $\lambda \leq 0,003$     G6,3 15.000 min<sup>-1</sup>

Order no. Objednací č. Артикул 订单号	Taper Kužel Конус 锥柄类型	dH4	A	D
HSK.63A-W.06.065	HSK-A 63	6	65	25
HSK.63A-W.08.065	HSK-A 63	8	65	28
HSK.63A-W.10.065	HSK-A 63	10	65	35
HSK.63A-W.12.080	HSK-A 63	12	80	42
HSK.63A-W.14.080	HSK-A 63	14	80	44
HSK.63A-W.16.080	HSK-A 63	16	80	48
HSK.63A-W.18.080	HSK-A 63	18	80	50
HSK.63A-W.20.080	HSK-A 63	20	80	52
HSK.63A-W.25.110	HSK-A 63	25	110	65
HSK.63A-W.32.110	HSK-A 63	32	110	72
HSK.63A-W.40.125	HSK-A 63	40	125	80
HSK.63A-W.06.100	HSK-A 63	6	100	25
HSK.63A-W.08.100	HSK-A 63	8	100	28
HSK.63A-W.10.100	HSK-A 63	10	100	35
HSK.63A-W.12.100	HSK-A 63	12	100	35
HSK.63A-W.14.100	HSK-A 63	14	100	44
HSK.63A-W.16.100	HSK-A 63	16	100	48
HSK.63A-W.18.100	HSK-A 63	18	100	50
HSK.63A-W.20.100	HSK-A 63	20	100	52
HSK.63A-W.06.160	HSK-A 63	6	160	25
HSK.63A-W.08.160	HSK-A 63	8	160	28
HSK.63A-W.10.160	HSK-A 63	10	160	35
HSK.63A-W.12.160	HSK-A 63	12	160	35
HSK.63A-W.14.160	HSK-A 63	14	160	44
HSK.63A-W.16.160	HSK-A 63	16	160	48
HSK.63A-W.18.160	HSK-A 63	18	160	50
HSK.63A-W.20.160	HSK-A 63	20	160	52

Note: From d = 25 with two clamping screws  
 Poznámka: Od d = 25 s dvěma upínacími šrouby

Примечание: От d = 25 с двумя крепежными винтами  
 注: 从d = 25起使用两个夹紧螺钉



Delivery: With clamping screw  
 Dodávka: S upínacím šroubem  
 Поставляется: С крепежным винтом  
 交付: 带夹紧螺钉

Инв. № подл.    Подп. и дата    Взаим. инв. №    Инв. № дубл.    Подп. и дата

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

ДП 44.03.04.097 ПЗ

## HSK-A-QTCW

QUICK-CHANGE TAPPING CHUCKS WITHOUT COMPENSATION  
 RYCHLOVÝMĚNNÁ UPÍNACÍ POUZDRA PRO ZÁVITOVÁNÍ BEZ KOMPENZACÍ  
 БЫСТРОСМЕННЫЕ РЕЗЬБОНАРЕЗНЫЕ ПАТРОНЫ БЕЗ КОМПЕНСАЦИИ  
 快换式无轴向补偿攻丝刀柄

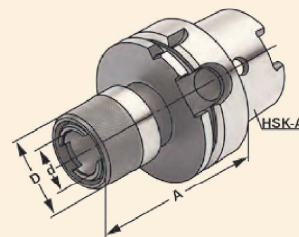


**Application:**  
 For the chucking of quick change adaptors for taps.

**Použití:**  
 Pro upnutí rychlovýměnných adaptérů pro závitníky.

**Применение:**  
 Для зажима быстросменных адаптеров для метчиков.

**应用:**  
 用于卡装快换式攻丝卡头。



DIN 69871

ISO 60

MAS 403 BT

DIN 2080

HSK-A

ISO 12164-1

DIN 69893-1

HSK-A

Order no. Objednací č. Артикул 订单号	Taper Kůžel Конус 锥柄类型	Range Rozsah Диапазон 范围	Size Velikost Размер 规格	A	D	d
HSK.63A-QTCW.M3.M14	HSK-A 63	M3 – M14	1	65	38	19
HSK.63A-QTCW.M5.M22	HSK-A 63	M5 – M22	2	100	54	31
HSK.100A-QTCW.M3.M14	HSK-A 100	M3 – M14	1	80	38	19
HSK.100A-QTCW.M5.M22	HSK-A 100	M5 – M22	2	90	54	31
HSK.100A-QTCW.M14.M36	HSK-A 100	M14 – M36	3	132,5	86	48

**Note:** For machining centres with synchronised spindle.  
**Poznámka:** Pro obráběcí centra se synchronním vřetenem.  
**Примечание:** Для обрабатывающих центров с синхронизацией вращения шпинделя.  
**注:** 适用于带同步主轴的加工中心。

VDI

MORSE



222 - 224

225 - 227

228

248

248

112

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист  
136

Изм. Лист. № докум. Подп. Дата.



## Приложение Д

### Презентация для проведения урока производственного обучения

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ ЧПУ SIEMENS SINUMERIC 840D: ИНТЕРФЕЙС И УПРАВЛЕНИЕ



## ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ:

### Дидактические

- Изучить интерфейс и управление системой, а также управляющее окно и работу с ним в системе ЧПУ Siemens Sinumeric 840D

### Развивающие

- Развивать внимание и память

### Воспитательные

- Воспитывать осознанное отношение к труду, бережное отношение к оборудованию



Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

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

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист  
137

Что такое системы ЧПУ металлорежущих станков?

Совокупность специализированных устройств, методов и средств, необходимых для реализации УП станком, предназначенная для выдачи управляющих воздействий исполнительным органам станка в соответствии с УП

Для чего используются системы программного управления?

Для обеспечения точных перемещений согласно заданным в УП данным

Какие виды систем ЧПУ вы можете назвать?

NC, SNC, CNC, DNC, HNC

## СИСТЕМЫ ЧПУ SIEMENS SINUMERIC



- 808D
- 810D
- 828D
- 840D

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	
Изм.	Лист.
№ докум.	Подп.
Дата.	

ДП 44.03.04.097 ПЗ

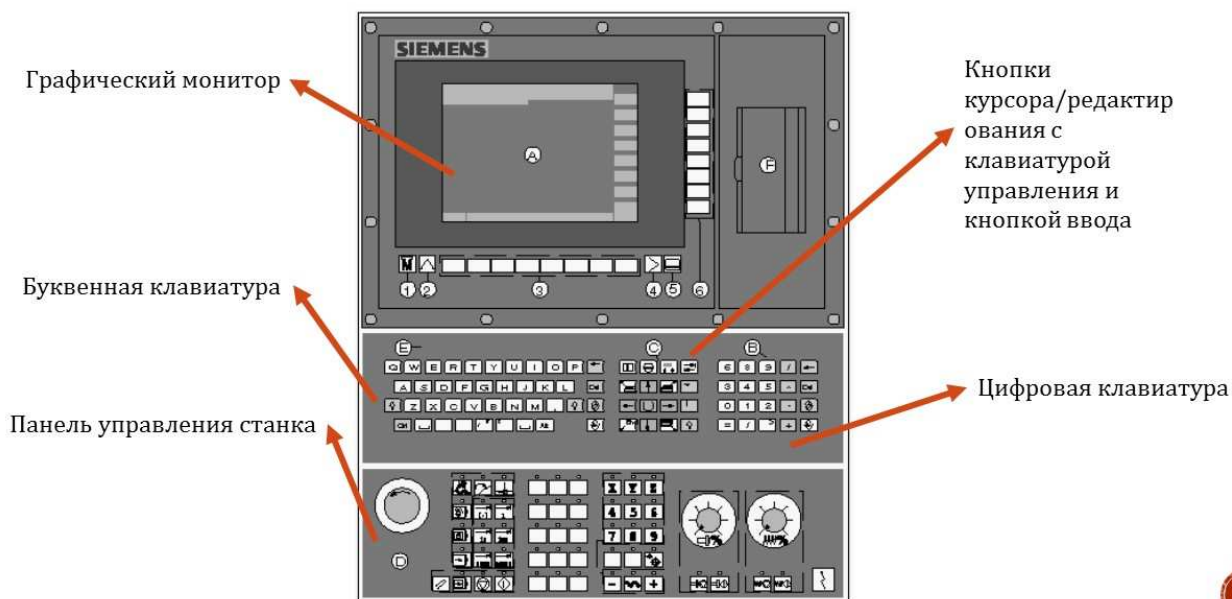
Лист

138

# ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ SINUMERIK 840D

- Широкая сфера применения (обработка металлов, древесины и стекла; токарная обработка, сверление, фрезерование шлифование и др.)
- Максимум 10 каналов на каждую группу режимов работы и максимум 12 осей/шпинделей на каждый канал
- Поддержка программирования при помощи G и M функций
- Наличие специальных функций и циклов

## УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ SINUMERIK 840D

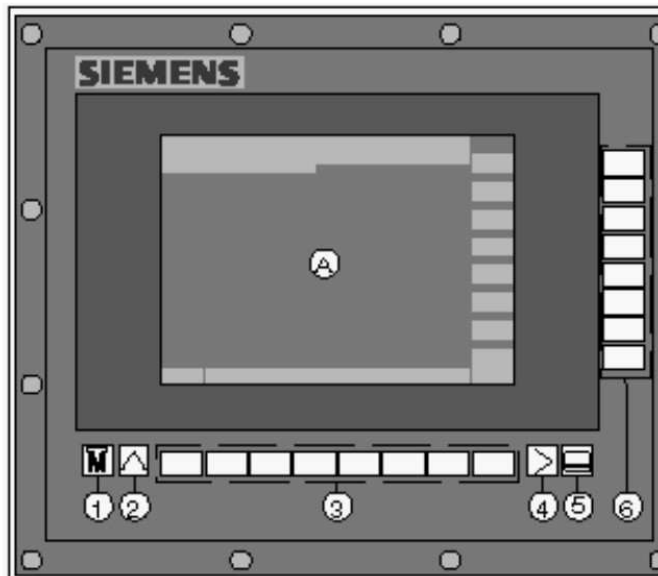






Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Инв. № подл.	Подп. и дата

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

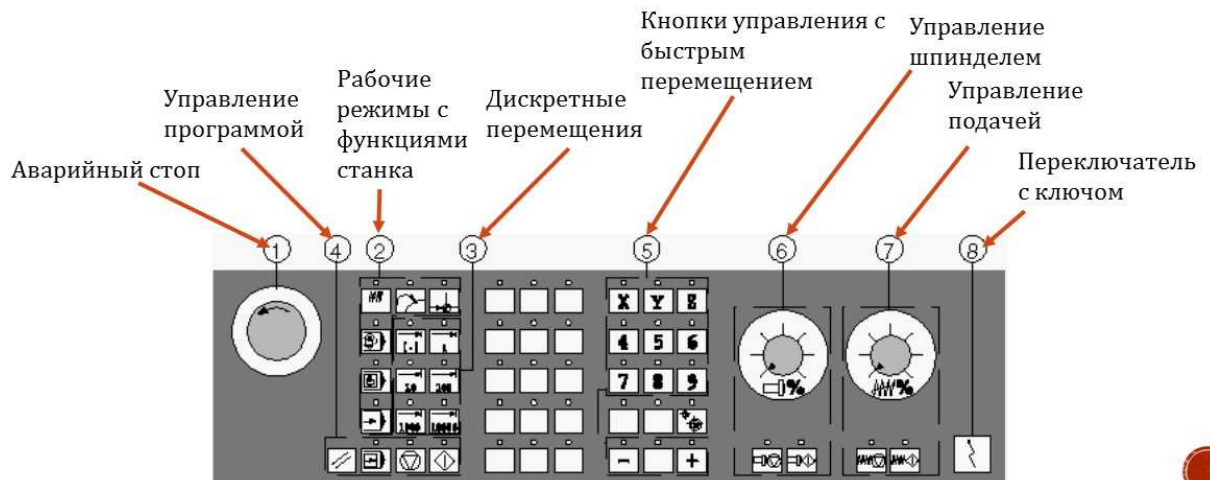
ДП 44.03.04.097 ПЗ

# ГРАФИЧЕСКИЙ МОНИТОР



- 1 – Кнопка зоны станка 
- 2 – Повторный вызов 
- 3 – Горизонтально-расположенные программные кнопки
- 4 – Кнопка ЕТС расширения меню 
- 5 – Переключатель зоны 
- 6 – Вертикально-расположенные программные кнопки

# ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКА



Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	
Изм.	Лист.

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

ДП 44.03.04.097 ПЗ

# АВАРИЙНЫЙ СТОП



Используется, если:

- Жизнь человека в опасности
- Опасность поломки станка
- Опасность поломки детали

# РАБОЧИЕ РЕЖИМЫ



Ручной режим (JOG)

Управление вручную посредством кнопок направления или инкрементного перемещения



Преднабор (MDI)

Выполнение блока или части блоков



Автоматический режим (Automatic)

Автоматическая работа по программе

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл
Подп. и дата	

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

ДП 44.03.04.097 ПЗ

# ФУНКЦИИ СТАНКА



## Обучение (Teach In)

Разработка программы в диалоге со станком в режиме Преднабор (MDI)



## Траектория (Repose)

Позиционирование назад, повторный подвод в ручном (JOG) режиме



## Референт (Ref)

Выход в референтную точку в ручном (JOG) режиме

# УПРАВЛЕНИЕ ПРОГРАММОЙ



## Пуск NC

Запуск выбранной программы с текущего блока



## Стоп NC

Прерывается выполнение программы



## Единичный блок

Выполнение программы поблочно



## Сброс (Reset)

Прекращает обработку по текущей программе, стирает сообщения об ошибках, стирается буферы и рабочая память, управление устанавливается в начальном состоянии

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дудл
Подп. и дата	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

142

# УПРАВЛЕНИЕ ШПИНДЕЛЕМ И ПОДАЧЕЙ



Пуск вращения шпинделя



Останов вращения шпинделя



Пуск подачи



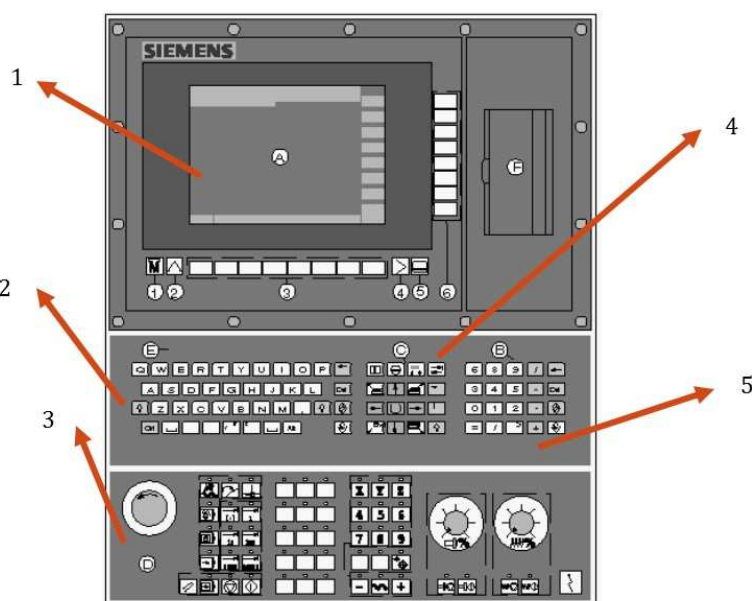
Останов подачи

## КОНТРОЛЬ УСВОЕННЫХ ЗНАНИЙ

Обозначить составляющие панели управления оператора

**ОТВЕТ:**

- 1 Графический монитор
- 2 Буквенная клавиатура
- 3 Панель управления станком
- 4 Кнопки курсора
- 5 Цифровая клавиатура



Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

# КОНТРОЛЬ УСВОЕННЫХ ЗНАНИЙ



Пуск NC



Референт



Останов подачи



Стоп NC



Едиичный блок



Ручной режим (JOG)



Пуск вращения шпинделя



Кнопка зоны станка



Автоматический режим (Automatic)



Аварийный стоп



Инв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инв. № дубл
Подп. и дата	

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

ДП 44.03.04.097 ПЗ

Лист

144