

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС КОМПРЕССОРА»

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: 214

Екатеринбург 2019

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

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС КОМПРЕССОРА»

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 214

Исполнитель:
студент группы ТО-401п

Е.И. Быков

Руководитель:
доцент, к.п.н.

Т.А. Унсович

Екатеринбург 2019

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 100 листов печатного текста, 18 иллюстраций, 43 таблицы, 30 использованных источников, 6 приложений на 43 листах, графическую часть на 6 листах и 1 компакт-диск.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, СТАНОК С ЧПУ, ИНСТРУМЕНТ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЯ.

В работе был усовершенствован базовый технологический процесс обработки детали «Корпус компрессора».

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

В экономической части выполнен расчет затрат и определена экономическая эффективность предлагаемого технологического процесса.

Разработан учебный план и методика проведения занятия для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор – наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» 4-го разряда с учетом требований профессионального стандарта.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус компрессора » Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Быков Е.И.					2	100
Пров.		Унсович Т.А.				ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО, КАФ. ИММ, ГРУППА ТО-401п		
Н. контр		Суриков В.П.						
Зав. каф.		Гузанов Б.Н.						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1.1. Анализ исходных данных.....	7
1.2. Анализ рабочего чертежа детали «Корпус компрессора»	9
1.3. Анализ технологичности конструкции детали	15
1.3.1. Качественный анализ технологичности	16
1.3.2. Количественный анализ технологичности	17
1.4. Анализ базового технологического процесса обработки детали «Корпус компрессора»	18
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	20
2.1. Определение типа производства.....	20
2.2. Выбор заготовки.....	23
2.3. Выбор технологических баз.....	28
2.4. Разработка технологических операций механической обработки детали «Корпус компрессора».....	31
2.5. Выбор технологического оснащения	34
2.6. Выбор режущего и мерительного инструмента.....	38
2.7. Расчет припусков на механическую обработку	45
2.8. Выбор режимов резания	50
2.9. Расчет технических норм времени	53
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	57
3.1. Система управления SIEMENS SINUMERIK 840D sl.....	57
3.2. Основные и дополнительные функции системы ЧПУ	57
3.3. Разработка управляющей программы.....	59

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	61
4.1. Определение количества технологического оборудования.....	61
4.2. Определение капитальных вложений в оборудование	64
4.3. Расчет технологической себестоимости детали	65
4.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса	80
4.5. Анализ уровня технологии производства.....	81
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	84
5.1. Вводная часть	84
5.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».....	85
5.3. Анализ учебного плана переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»	89
5.4. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Устройство обрабатывающих центров и станков с ЧПУ»	92
5.5. Разработка плана проведения занятия по теме «Устройство станка DMG C» TX beta 800 TC	94
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	97
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	98
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Управляющая программа.....	117
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Комплект технологической документации.....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ Е – Расшифровка маркировки режущих пластин, державок, осевых инструментов фирм: «KORLOY», «GARANT»	122

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение в современном мире является важнейшей отраслью хозяйственной деятельности, определяющей степень и прогресс развития различных отраслей промышленности: металлургии, энергетики, сельского хозяйства, оборонной промышленности и многих других. Современное машиностроение характеризуется большой технологичностью и наукоёмкостью, таким образом, развитие данной отрасли связано с необходимостью укрепления науки и образования.

Целью выпускной квалификационной работы является совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус компрессора». В разработанном технологическом процессе будут применяться станки с ЧПУ и высокопроизводительный инструмент.

Достижение цели определило ряд задач:

- 1) Анализ исходных данных: служебного назначения, технических характеристик, технологичности конструкции детали «Корпус компрессора»;
- 2) Сравнение вариантов метода получения заготовки;
- 3) Решение вопросов базирования;
- 4) Выбор оборудования и режущего инструмента;
- 5) Разработка технологического маршрута обработки детали;
- 6) Расчет экономических показателей базового и проектируемого технологического процесса, их сравнение;
- 7) Разработка методической части по повышению квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ

1.1. Анализ исходных данных

Деталь «Корпус компрессора» представляет собою часть механизма. Она является частью турбокомпрессора, который устанавливается на дизельный двигатель 6ДМ-185Т. Данная деталь собирает высокоскоростной поток и замедляет его, что приводит к росту температуры и давления. К детали предъявлены требования по прочности и износостойчивости.

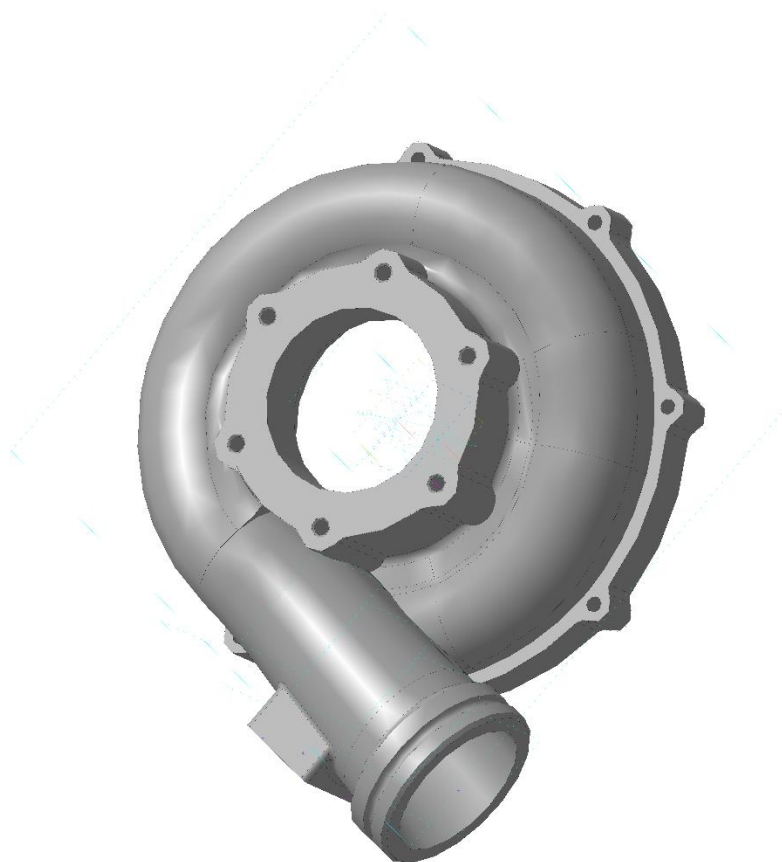


Рисунок 1 – Деталь «Корпус компрессора»

Масса детали – 6,1 кг.

Годовая программа выпуска – N=1500 шт.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.214.ПЗ

Лист

7

Деталь изготовлена из материала АЛ9 ГОСТ 1583-93. Это алюминиево-кремниевый сплав, востребованный в строительстве, авиастроении, машинном, автотракторном и тракторном производстве. Его ценят за превосходные литейные свойства, хорошую свариваемость, обрабатываемость и сопротивление коррозии.

В таблице 1 приведён химический состав сплава АЛ9, а в таблице 2 приведены механические свойства сплава АЛ9 [1].

Из сплава АЛ9 изготавливают отливки сложных форм, имеющие повышенную плотность, небольшую усадочную пористость и способность к горячему трещинообразованию. Такие литые детали легко выдерживают средние нагрузки в ответственном узле, и увеличивают срок его службы. Заменители данного сплава АЛ2 и АЛ7.

Таблица 1 – Химический состав сплава АЛ9 (ГОСТ 1583-93)

Al	Si	Fe	Mn	Mg	Zn	Cu	Be	Pb	Sn
89,6-93,8%	6-8%	до 1,5%	до 0,5%	0,2-0,4%	до 0,3%	до 0,2%	до 0,1%	до 0,05%	до 0,01%

Таблица 2 – Механические свойства сплава АЛ9 (ГОСТ 1583-93)

Получение	Размер	σ_n (МПа)	σ_T (МПа)	δ_5 (%)
Литьё в песчаную форму	286x102	170	120	2
Литьё в кокиль	286x102	230	140	4



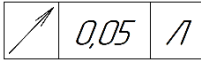

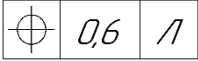

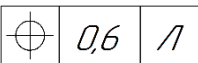

1.2. Анализ рабочего чертежа детали «Корпус компрессора»

Технические требования, предъявляемые к детали, соответствуют требованиям, предъявляемые к детали типа корпус. На основе анализа технических требований сформулированы технологические задачи:

1. Обеспечить точность размеров:

- основных диаметральных: $\varnothing 252H9^{(+0,130)}$; $\varnothing 250H7^{(+0,046)}$; $\varnothing 120H9^{(+0,087)}$; $\varnothing 92H7^{(+0,035)}$; $\varnothing 95 \pm \frac{t_2}{2}$ относительно базы Л;
- остальных: 8 отв. М8-2Н5Д; 6 отв. М8-2Н5Д; $\varnothing 242H14$; $\varnothing 110H14$ относительно базы Л;
- линейных: 8Н14; 20d9; 24,5d9; 15Н14; 102Н14; 86,5Н14; 30Н14; $25 \pm \frac{t_2}{2}$; отверстий 18min, 23max;
- угловых: $1 \pm 45^\circ$, $2 \pm 45^\circ$.

2. Обеспечить точность расположения поверхностей:

- торцевое биение:  $\varnothing 252H9^{(+0,130)}$ относительно базы ;
- радиальное биение:  $\varnothing 92H7^{(+0,035)}$ относительно базы ;
- позиционирование:  8 отв. М8-2Н5Д относительно базы ;  6 отв. М8-2Н5Д относительно базы .

3. Обеспечить качество поверхностей:

- шероховатость основных поверхностей:

$\sqrt{Ra} 2,5 - \varnothing 250H7^{(+0,046)}$; $\varnothing 120H9^{(+0,087)}$; $\varnothing 92H7^{(+0,035)}$; $1 \times 45^\circ$; 8Н14;

20d9 $\begin{matrix} -0,065 \\ -0,117 \end{matrix}$; 24,5d9 $\begin{matrix} -0,065 \\ -0,117 \end{matrix}$;

$\sqrt{Ra} 5 - \varnothing 252H9^{(+0,130)}$; 6 отв. М8-2Н5Д; 8 отв. М8-2Н5Д;

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.214.ПЗ				

$\sqrt{Ra} 10 - 1 \times 45^\circ; 25 \pm \frac{t_2}{2}; 12,5 \pm \frac{t_2}{2}; 2 \times 45^\circ; 30H14;$

$\sqrt{Ra} 20 - 18min; 23max; \varnothing 95 \pm \frac{t_2}{2}; R3; 2 \pm 0,2; 86,5H14; 102H14; 15H14;$

не обработанных поверхностей $\sqrt{Ra} 20$.

4. Обеспечить другие технические требования, указанные на чертеже:

- Покрытие наружных необрабатываемых поверхностей эмаль КО-813 ГОСТ 11065-74, V⁸, 500°C-T₂. Площадь покрытия 0,2м².

- Испытать гидравлическим давлением (0,35... 0,4) Мпа ((3,5...4) кгс/см²) в течении 3-х минут при температуре воды 75°-80°. Запотевание не допускается.

- Допускается испытать на герметичность сжатым воздухом в ванне с водой. Появление пузырьков воздуха в воде не допускается.

- Маркировать марку материала литьём шрифтом 5-Пр3 ГОСТ 26.008-85

- Отверстия Φ допускается выполнять при установке таблички в процессе сборки турбокомпрессора.

- Неуказанные литейные радиусы 5 мм.

- Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, остальных $\pm \frac{t^2}{2}$

Анализ чертежа детали «Корпус компрессора» приведён в таблице 3.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Таблица 3 – Анализ чертежа детали «Корпус компрессора»

Наименование детали № чертежа	Тип детали	Материал детали ГОСТ	Масса детали, кг.	Шероховатость Ra, мкм.	Технические требования				
					Термообработка, твердость HB, HRC ₃	№ поверхности Рис. – 2, 3, 4	Точность		Другие технические требования
							Размеров, квалитет	Отклонений и формы расположения поверхностей	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
«Корпус компрессора»	Корпус	АЛ9 ГОСТ 1583-93	6,1	5	Отсутствует	1	Ø252H ^(+0,130)		Технические требования согласно чертежу
				2,5		2	Ø250H ^(+0,046)		
				2,5		3	Ø120H9 ^(+0,087)		
				2,5		4	Ø92H7 ^(+0,035)		
				20		5	1x45°		
				20		6	1x45°		
				20		7	1x45°		
				5		8	6 отв. М8-2Н5Д		
				10		9	1x45°		
				20		10	18min		
				20		11	23max		
				5		12	8 отв. М8-2Н5Д		
				10		13	1x45°		
				20		14	Ø95 ± $\frac{t_2}{2}$		

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

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				10		15	$25 \pm \frac{t_2}{2}$		
				10		16	$12.5 \pm \frac{t_2}{2}$		
				10		17	2x45°		
				20		18	R3		
				20		19	2±0,2		
				20		20	18min		
				20		21	$86,5 \pm \frac{t_2}{2}$		
				20		22	$102 \pm \frac{t_2}{2}$		
				2,5		23	8H14		
				2,5		24	20d9 ^(-0,065) _(-0,117)		
				2,5		25	24,5d9 ^(-0,065) _(-0,117)		
				20		26	15H14		
				10		27	30H14		

Технические требования, предъявляемые к детали, соответствуют требованиям, предъявляемые к детали типа «Корпус».

Нумерация поверхностей детали представлена на рисунка 2, 3, 4.

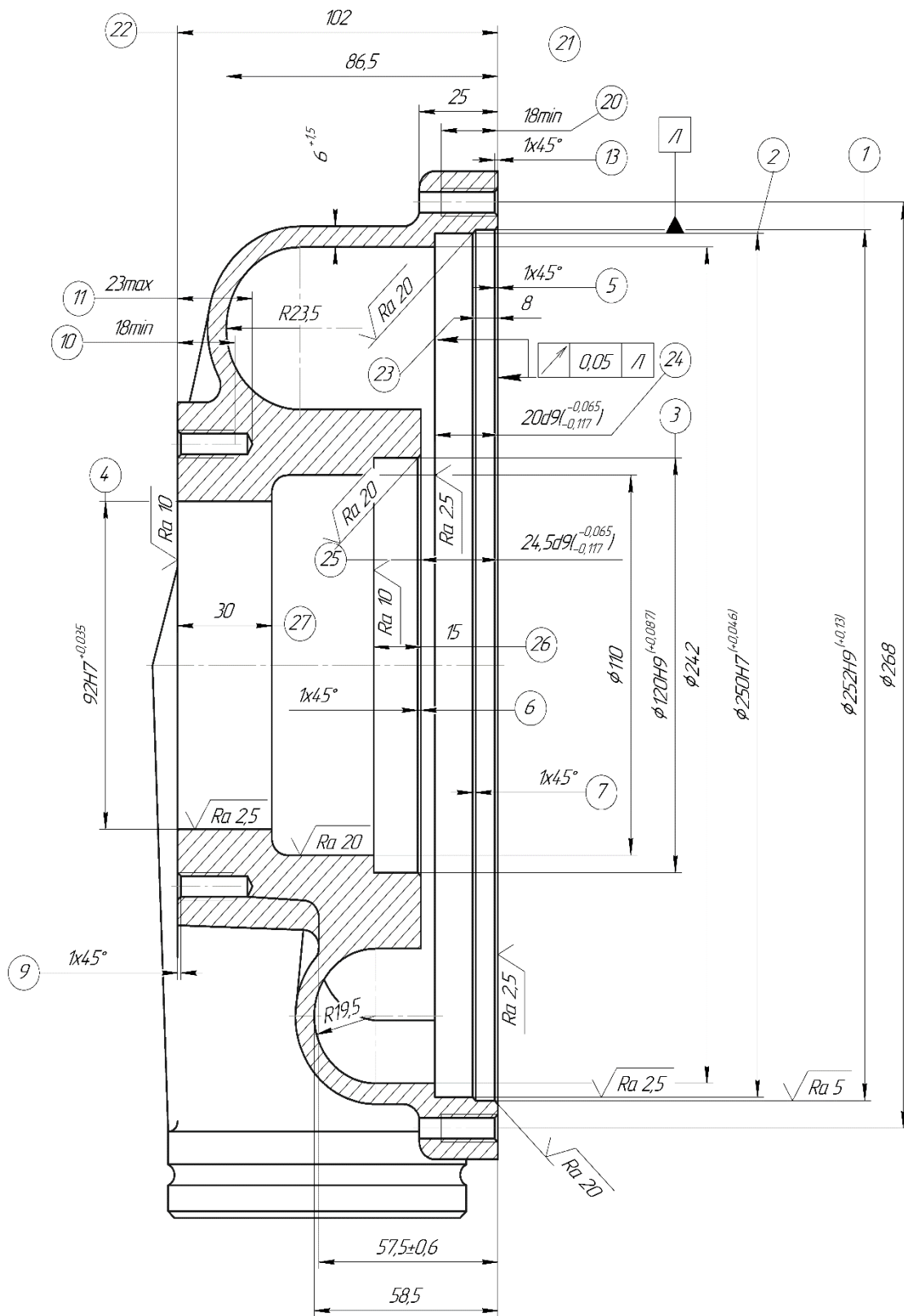


Рисунок 2 – Нумерация поверхностей детали «Корпус компрессора»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.214.ПЗ

Лист

13

всех стадиях проектирования как предварительная. Количественная оценка технологичности конструкции детали выражается числовыми показателями и рациональна в том случае, если эти показатели существенно влияют на технологичность рассматриваемой конструкции.

Произведем оценку технологичности детали на основе её чертежа.

Оценка технологичности проводится качественно и количественно по ГОСТ 14.201-83. Конструкция детали должна не только обеспечивать её эксплуатационные требования, но и требования к высокой экономичности изготовления.

Основные требования технологичности:

- обоснованный выбор материала детали и соответствие требований качества поверхностного слоя марке материала детали;
- возможная простота конструкции - наличие поверхностей, удобных для базирования и закрепления при установке на станках, на всех операциях и возможность сокращения числа перестановок при обработке;
- отсутствие сложных контурных обрабатываемых поверхностей;
- возможность использования стандартизованных и нормализованных режущих инструментов и измерительных;
- конструкция детали должна обеспечивать нормальный вход и выход режущего инструмента;
- унификация размеров с целью сокращения номенклатуры инструмента и использование типовых подпрограмм на станках с ЧПУ и т.д.

1.3.1. Качественный анализ технологичности

1. Конфигурация детали и материал позволяют применять наиболее прогрессивные методы обработки, современный режущий и контрольный инструмент.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

2. При создании изделия используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки.

3. Конструкция детали достаточно жесткая.

4. Деталь имеет надёжные установочные базы, соблюдается принцип постоянства и совмещения баз.

5. Поверхности, указанные в качестве технологических баз, хорошо обеспечивают жесткость и устойчивость при установке.

6. Удобный подвод режущего инструмента к зоне резания.

7. Обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки.

1.3.2. Количественный анализ технологичности

Количественную оценку технологичности конструкции детали производят по следующим коэффициентам [9, стр. 29]:

1. Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{M_D}{M_3}, \quad (1)$$

где M_D – масса детали по чертежу, кг;

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

$$K_{им} = \frac{6,1}{7,6} = 0,8.$$

2. Коэффициент точности обработки детали:

$$K = \frac{T_H}{T_D}, \quad (2)$$

где T_H – число размеров не обоснованной степени точности обработки;

T_D – общее число размеров, подлежащих обработке.

$$K = \frac{34}{40} = 0,85.$$

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

3. Коэффициент шероховатости поверхностей детали:

$$K_{Ш} = \frac{Ш_K}{Ш_O}, \quad (3)$$

где $Ш_K$ – число поверхностей детали, не обоснованной шероховатости, шт.;

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

$$K_{Ш} = \frac{30}{42} = 0,71.$$

По качественным и количественным показателям деталь является достаточно технологичной.

1.4. Анализ базового технологического процесса обработки детали «Корпус компрессора»

Фактические припуски на обработку детали соответствуют чертежу заготовки;

Принципы базирования для данного технологического процесса соблюдается. Это объясняется, прежде всего тем, что выбранные черновые и чистовые базы соответствуют принципам базирования, а именно - постоянство баз, совмещение баз.

Принцип постоянства баз – на основных операциях используются одни и те же базы.

Принцип совмещения баз – в качестве технологических баз принимаются конструкционные, используемые для определения положения детали в пространстве.

Технология получения точных и ответственных поверхностей подразделяется на этапы черновой, получистовой, чистовой обработки.

Маршрут изготовления детали и нормы времени на каждую операцию механической обработки представлены в таблице 4.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Таблица 4 – Операции базового технологического процесса механической обработки детали

Номера операций	Операция	Оборудование	$T_{ит-к}$, мин
005	Токарно-винторезная	1М63	4,67
010	Токарно-винторезная	1М63	2,84
015	Слесарная	Верстак слесарный	
020	Агрегатно-сверлильная	Агрегатный сверлильный станок	8,17
025	Токарно-винторезная	1М63	7,61
030	Слесарная	Верстак слесарный	
035	Промывка	Машина моечная	
040	Испытания на герметичность	Стенд 4Б-14606	
045	Контроль	Стол контрольный	
			$T_{ит-к} = \sum 23,29 \text{ мин}$

В базовом технологическом процессе механической обработки детали используются универсальный режущий инструмент и универсальное оборудование.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Определение типа производства

В соответствии с заданием, годовая программа выпуска равна 1500 шт. С учетом годовой программы и массы детали раной 6,1 кг определяется тип производства в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Ориентировочные данные для определения типа производства

Масса детали, кг	Объем годового выпуска деталей N, шт. в зависимости от типа производства			
	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1	< 2000	2000 – 75000	75000 – 200000	> 200000
1 - 2,5	<1000	1000 – 50000	50000 – 100000	> 100000
2,5 - 5	< 500	500 – 35000	35000 – 75000	> 75000
5 - 10	< 300	300 – 25000	25000 – 50000	> 50000
> 10	< 200	200 – 10000	10000 – 25000	> 25000

Для рассматриваемого варианта тип производства является среднесерийным [3, стр.33].

Определим тип производства, характеризующийся коэффициентом закрепления операций $K_{з.о.}$, который определяется по формуле [9,стр.33]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (4)$$

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

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

Годовая программа выпуска из задания равна $N=1500$ шт. в год.

Установим соотношение между трудоемкостью выполнения операций и производительностью рабочих мест (оборудования) в соответствии с нормативными коэффициентами загрузки оборудования.

Обладая данными о штучно-калькуляционном времени, затраченном на каждую операцию, можно определить количество станков для каждой операции механической обработки детали по формуле [9,стр.34]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_D \cdot \eta_{зн}}, \quad (5)$$

где N - годовая программа выпуска деталей, шт.;

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

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

$\eta_{зн.}$ - нормативный коэффициент загрузки оборудования, для среднесерийного производства – $0,75 \div 0,85$.

Для первой операции рассчитаем по формуле (5) количество станков, для остальных полученные значения сведём в таблицу 6:

$$m_{p005} = \frac{1500 \cdot 4,67}{60 \cdot 3946 \cdot 0,75} = 0,06.$$

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

Для каждой операции вычислим значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле [4, стр.35]:

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{P}, \quad (6)$$

где m_p – расчетное количество станков;

P – принятое количество станков.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для первой операции рассчитаем по формуле (6) значение фактического коэффициента загрузки рабочего места, для остальных полученные значения сведём в таблицу 6:

$$\eta_{з.ф005} = \frac{0,06}{1} = 0,06.$$

Количество операций, выполняемых на одном рабочем месте (O), определяется по формуле [4, стр.35]:

$$O = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{з.ф}}, \quad (7)$$

где $\eta_{з.н}$ – коэффициент загрузки оборудования;

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

Для первой операции рассчитаем по формуле (7) количество операций, для остальных полученные значения сведём в таблицу 6:

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,06} = 12,5.$$

Таблица 6 – Данные базового технологического процесса для расчета $K_{з.о.}$

Номера операций	$T_{шт-к}$, мин	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
005	4,67	0,06	1	0,06	12,5
010	2,84	0,02	1	0,02	37,5
020	8,17	0,07	1	0,07	10,7
025	7,61	0,06	1	0,06	12,5
	$T_{шт-к} = \Sigma 23,29$		$\Sigma P = 4$		$\Sigma O = 73,2$

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями.

Коэффициент закрепления операций рассчитаем по формуле (4)

$$K_{з.о.} = \frac{73,2}{4} = 18,3.$$

$10 \leq K_{3.0} \leq 20$ – характеристика среднесерийного производства по таблице 5.

$$10 \leq 18,3 \leq 20.$$

Определение организационно-технологической характеристики типа производства.

Форма организации производственного процесса – групповая.

Определим количество деталей в партии по формуле (8) [9, стр.36]:

$$n = \frac{N \cdot a}{247}, \quad (8)$$

где a – периодичность запуска в днях;

247 – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{1500 \cdot 6}{247} = 36,44 \text{ шт.}$$

Примем $n = 36$ шт. – размер партии деталей.

2.2. Выбор заготовки

Выбор заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из важнейших этапов проектирования технологического процесса изготовления детали [1]. На выбор заготовки влияют следующие факторы:

- Материал - алюминиевый литейный сплав АЛ9 ГОСТ 1583-93 [15].
- Объем и тип производства - годовая программа выпуска-1500 штук; производство - среднесерийное.
- Тип детали – «Корпус».
- Размеры детали и оборудование, на котором она изготавливается.
- Экономичность изготовления заготовки.

В базовом технологическом процессе вид заготовки –отливка. Способ получения заготовки – отливка в песчаные формы. При анализе заводского технологического процесса было решено изменить способ получения детали, так как литье в песчаные формы требует больших затрат времени, поэтому в

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

качестве ориентировочного способа выбираем литье в кокиль. Данный вид и способ получения заготовки оптимально подходит для данной детали, т.к. материал заготовки АЛ9. Масса отливки 7,6 кг., $K_{(исп.м)} = 0,8$. Если рассматривать данный вид получения заготовки для партии 1500 шт., то он будет целесообразен и его нужно сохранить.

Литье в кокиль экономически целесообразно при величине партии не менее 300-500 шт. для мелких отливок и 30-50 шт. для крупных отливок. Этим способом можно получать отливки массой 0,25-7 т.

Литьё металлов в кокиль — более качественный способ. Литьё в кокиль — это технологический процесс изготовления отливок путём заливания металлического расплава во многооборотные формы, выполненные из металла. Такую форму называют кокиль. Он состоит из 2-х полуформ, плиты и вставки. Полуформы скрепляют с помощью замков. Для выравнивания и центрирования используют штыри. После застывания и охлаждения, кокиль раскрывается и из него извлекается изделие. Затем кокиль можно повторно использовать для отливки такой же детали.

В отличие от других способов литья в металлические формы (литьё под давлением, центробежное литьё и др.), при литье в кокиль заполнение формы жидким сплавом и его затвердевание происходят без какого-либо внешнего воздействия на жидкий металл, а лишь под действием силы тяжести.

Технология изготовления отливок при литье в кокиль включает в себя несколько этапов: очистка поверхностей от грязи, нагрев кокильной формы перед заливкой в неё раскаленного металла, нанесение термоизолирующего покрытия, установка стержней и втулок, закрытие кокиля, заливка металла через литник, охлаждение формы до заданной температуры, открытие кокиля, извлечение отливки из формы, удаление литников. При многократном использовании кокиль коробится и размеры отливок в направлениях, перпендикулярных плоскости разъёма, увеличиваются.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Таблица 7 – Класс размерной точности отливки (ГОСТ Р 53464-2009)

Способ литья	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Тип сплава		Ряд припусков
		Цветные легкие не термообработываемые сплавы		
		Классы точности		
В кокиль	101-250	5-9		4-7

Таблица 8 – Класс точности массы отливки (ГОСТ Р 53464-2009)

Способ литья	Номинальная масса отливки, кг	Тип сплава	
		Термообработываемые стальные сплавы	
В кокиль	1,0-10	5т-12	

В технологических требованиях заготовки базового технологического процесса указана точность отливки 7–0–0–9т. Данное требование в соответствии с таблицами 7 и 8 так же соблюдается для кокильного литья.

По ГОСТ Р 53464-2009 точность отливки 7–0–0–9т расшифровывается следующим образом: 7 – класс размерной точности; 0 – степень коробления; 0 – степень точности поверхностей; 9т– класс точности массы отливки [9].

Так же по ГОСТ Р 53464-2009 выбраны припуски на механическую обработку. Заливка кокильной формы производится снизу, это поможет уменьшить общий вес заготовки, следовательно, припуски на все размеры заготовки будут равны 4 мм. Вид заготовки со всеми размерами представлен на чертеже ДП 44.03.04.214.01.

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

Сравнение проведем в два этапа:

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

Литье в песчаные формы $K_{им}=0,57$;

Литье в кокиль – $K_{им}=0,8$.

2-ой этап: Сравнение методов получения заготовки на основании расчета стоимости заготовки с учетом ее черновой обработки по формуле [9, стр.62]:

$$C_3 = M \cdot C_M - M_0 \cdot C_C + C_{з.ч} \cdot T_{шт} \left(1 + \frac{C_{ц}}{100} \right), \quad (9)$$

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

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

M_0 – масса отходов материала, кг;

C_0 – цена 1 кг отходов, руб.;

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

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

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

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

$$\mathcal{E}_3 = (C_{31} - C_{32}) \cdot N, \quad (10)$$

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

N – годовая программа, шт.;

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

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$$C_{з.ч.1} = 158,4 \text{ руб./чел.ч.}$$

$$C_{з.ч.2} = 158,4 \text{ руб./чел.ч.}$$

Стоимость заготовки по формуле (9):

$$C_{з1} = 8,5 \cdot 265 - 2,4 \cdot 146 + 158,4 \cdot 5 \cdot \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 3406,9 \text{ руб.}$$

$$C_{з2} = 7,6 \cdot 265 - 1,5 \cdot 146 + 158,4 \cdot 2,84 \cdot \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 2649,7 \text{ руб.}$$

Расчитав нужные значения по формулам, заносим полученные данные в таблицу 9.

Таблица 9 – Данные для расчета стоимости заготовки по вариантам

Общие исходные данные	Наименования показателей	1-ый вариант	2-й вариант
Материал детали – сталь 35Л	Вид заготовки	Литье в песчаные формы	Литье в кокиль
Масса детали – 6,1 кг	Класс точности	11т	9т
	Масса заготовки, кг	8,5	7,6
Годовая программа – 1500	Стоимость 1кг заготовок (руб.)	265	265
Тип производства – среднесерийное	Стоимость 1кг стружки (руб.)	146	146
	Коэффициент использования металла	0,6	0,8

Расчитаю экономический эффект по формуле (10):

$$Э_3 = (3406,9 - 2649,7) \cdot 1500 = 1135800 \text{ руб.}$$

В результате сравнения двух вариантов изготовления заготовки, можно сделать вывод, что экономически выгодно изготавливать заготовку литьём в кокиль, т.к. годовая экономия в этом случае составит 1135800 рублей.

2.3. Выбор технологических баз

При обработке на станках, заготовки должны быть правильно ориентированы относительно механизмов и узлов станка, который определяет траекторию движения инструментов.

Выбор баз является одним из важнейших вопросов при разработке технологического процесса механической обработки деталей, так как правильным выбором баз в значительной мере обеспечивается заданная точность обработки.

Основные принципы и требования к выбору технологических баз [12]:

- принцип совмещения баз: когда в качестве технологических баз принимаются основные базы, т.е. конструкторские базы, используемые для определения положения детали в изделии при назначении технологических баз для точной обработки следует принимать поверхности, которые одновременно являются конструкторскими и измерительными;
- принцип постоянства баз заключается в том, что при разработке технологического процесса необходимо стремиться к использованию одной и той же технологической базы, не допускается смены технологической базы (не считается черновой);
- требование хорошей устойчивости и надежности установки заготовки.

Оценку точности базирования при выполнении каждой операции рекомендуется производить в следующем порядке:

1. Установить, соблюдается ли принцип совмещения баз при выдерживании заданных размеров. При этом следует рассмотреть основные размеры или группы идентичных размеров детали по различным координатным направлениям. При совмещении технологической и измерительной базы погрешность базирования равна нулю.

2. Если принцип совмещения баз не соблюдается, установить, оказывает ли это влияние на точность обработки по данным параметрам.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Следует иметь в виду то, что в ряде случаев точность размеров обеспечивается за счет наладки инструментов относительно друг друга и от базирования не зависит.

Операция 005 «Токарно-фрезерная с ЧПУ» Установ А.

Станок токарно-фрезерный DMG MORI CTX beta 800 TC.

Заготовка зажимается в самоцентрирующемся трёхкулачковом патроне. Такое базирование детали позволяет обработать чистовую базу относительно оси, т.е относительно конструкторской базы Л.

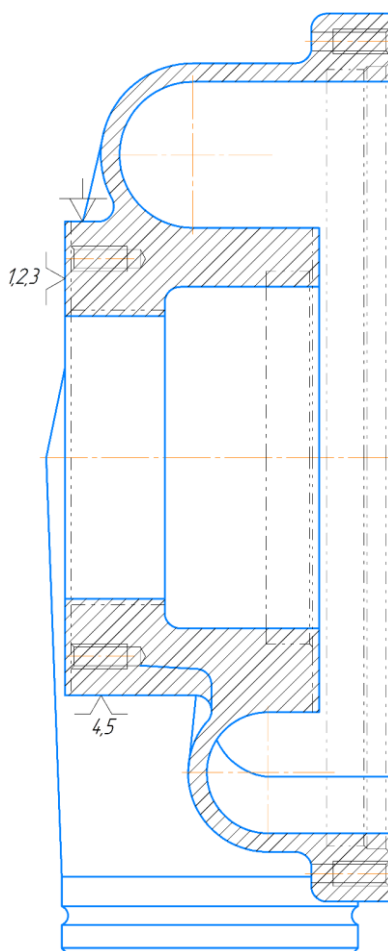


Рисунок 5 – Схема базирования на операции 005 (Установ А)

Операция 005 «Токарно-фрезерная с ЧПУ» Установ Б.

Станок токарно-фрезерный DMG MORI CTX beta 800 TC.

После обработки детали при первом установе, были обработаны базовая поверхность, а именно база Л и все остальные поверхности которые позволял обработать данный станок. При установе Б, базирование идет на внутреннюю поверхность – $\varnothing 250^{+0,046}$, так как она была обработана в одном установе с базой Л, это нужно для того что бы при дальнейшей обработке выдержать заданные требования на чертеже по точности.

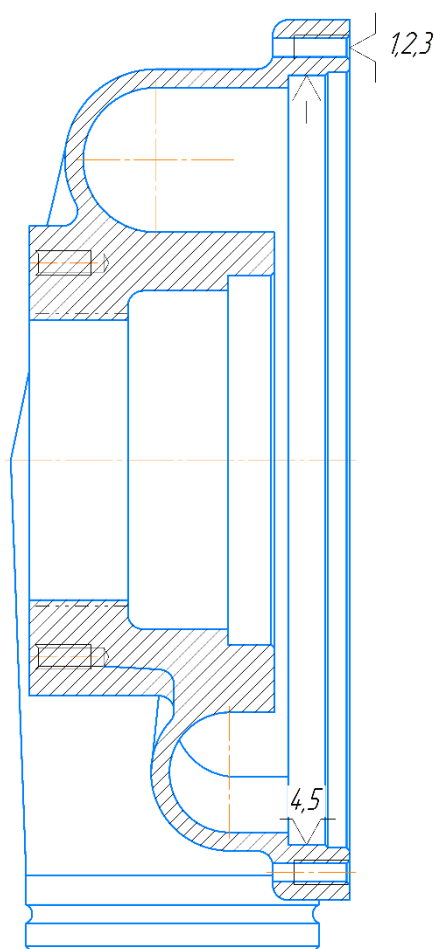


Рисунок 6 – Схема базирования на операции 005 (Установ Б)

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Операция 010 «Токарная».

Станок токарно-винторезный 1М63.

На данной операции точится ножка корпуса. Деталь крепится с помощью специального приспособления и планшайбы.

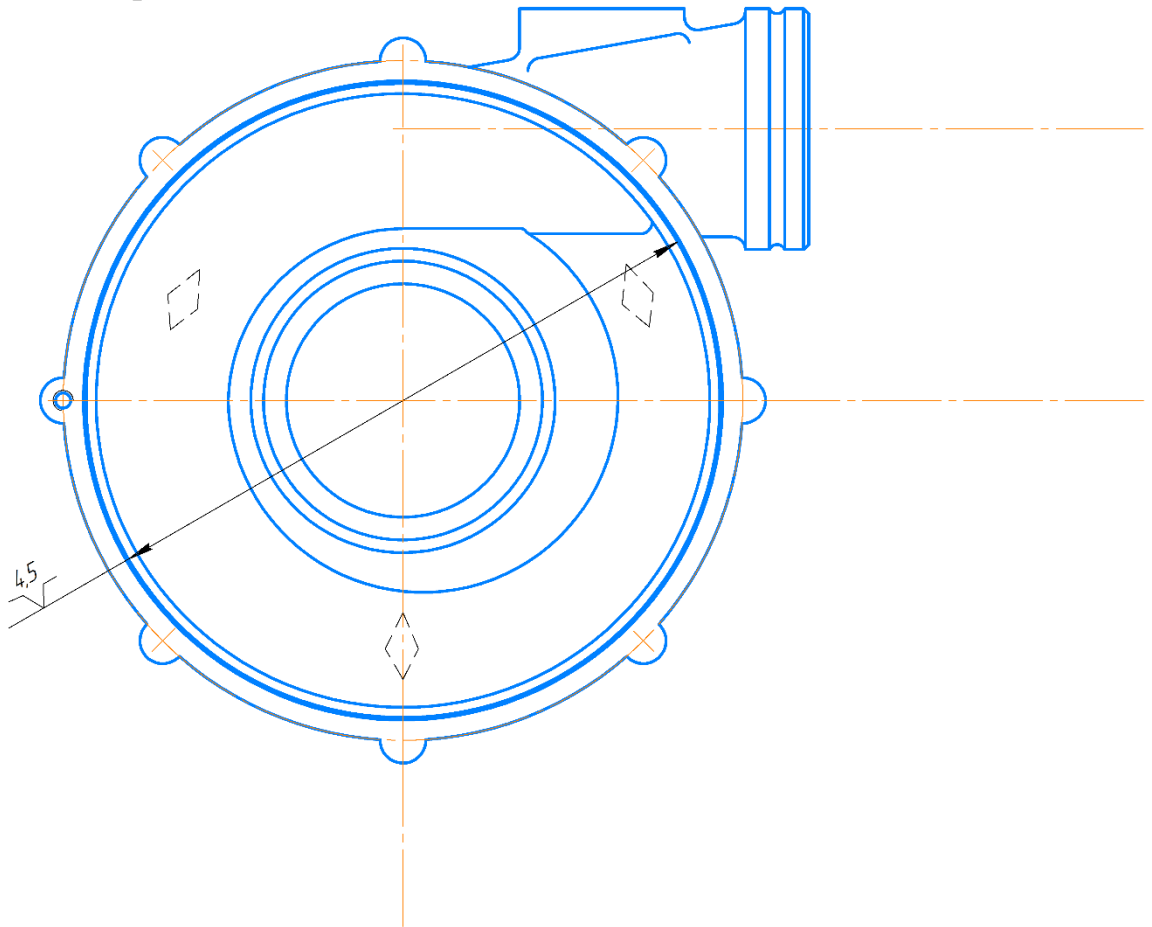


Рисунок 7 – Схема базирования на операции 010

2.4. Разработка технологических операций механической обработки детали «Корпус компрессора»

В проектируемом технологическом процессе предлагается заменить универсальное оборудование на токарно-фрезерный станок с ЧПУ марки DMG MORI CTX beta 800 TC и оставить один универсальный станок 1М63. В связи с тем, что изготовление детали переводят на станок с ЧПУ, предлагается усовершенствованный технологический процесс изготовления детали «Корпус компрессора». Маршрут технологического процесса представлен в таблице 10.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Содержание технологического процесса с МК, КЭ, ОК, КК приведены в приложении Д [10].

Таблица 10 – Технологический маршрут механической обработки детали «Корпус компрессора»

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Инструмент	Оборудование
1	2	3	4
005 Установ А	<p>1.Подрезать торцы 1, 2 предварительно.</p> <p>2.Подрезать торцы 1, 2 окончательно.</p> <p>3.Расточить пов. 3, 4, 5, предварительно.</p> <p>4.Расточить пов. 3, 4, 5, окончательно.</p> <p>5.Сверлить под резьбу М8-2Н5Д 8 отв. пов. 12 на глубину L=25.</p> <p>6.Зенковать фаски 1x45° в 8 отв.</p> <p>7.Нарезать резьбу в 8 отв. пов. 12 на глубину 18 min.</p>	<p><i>Резец расточной черновой:</i> Пластина CNMG120408 «KORLOY» Державка H63T-A25K-DCLNL-12 «KORLOY»</p> <p><i>Резец расточной чистой:</i> Пластина CNMG120408-NA «KORLOY» Державка H63T-A25K-DCLNL-12 «KORLOY»</p> <p><i>Сверло:</i> Ø6,7 SSD 067 «KORLOY»</p> <p><i>Зенковка:</i> Ø8,7 150371 «GARANT»</p> <p><i>Метчик:</i> H8 HSSE Bucovise Tools 194080</p>	DMG MORI CTX beta 800 TC

Окончание таблицы 10

1	2	3	4
005 Установ Б	<p>1.Подрезать торец 13 предварительно. 2.Подрезать торец 13 окончательно. 3.Расточить пов. 14 на L=30 предварительно. 4.Расточить пов. 14 на L=30 окончательно. 5.Сверлить под резьбу М8-2Н5Д 6 отв. пов. 16 на глубину L=23 max. 6.Зенковать фаски 1x45° в 8 отв. 7.Нарезать резьбу в 6 отв. пов. 16 на глубину 18 min.</p>	<p><i>Резец черновой:</i> Пластина WNMG080408-НА «KORLOY» Державка DWLNI2525-M08 «KORLOY» <i>Резец чистовой:</i> Пластина WNMG080408-НА «KORLOY» Державка DWLNI2525-M08 «KORLOY» <i>Резец расточной черновой:</i> Пластина CNMG120408 «KORLOY» Державка H63T-A25K-DCLNL-12 «KORLOY» <i>Резец расточной чистовой:</i> Пластина CNMG120408-НА «KORLOY» Державка H63T-A25K-DCLNL-12 «KORLOY» Сверло: Ø6,7 SSD 067 «KORLOY» Зенковка: Ø8,7 150371 «GARANT» Метчик: H8 HSSE Bucovise Tools 194080</p>	
010	<p>1.Подрезать торец 4, выставив резец по установу приспособления. 3.Точить поверхности, выдерживая размеры 1, 6. Точить фаску, выдерживая размер 3. 4.Точить канавку, выдерживая размеры 2, 5, 7.</p>	<p><i>Резец проходной отогнутый:</i> 2102-0009 ГОСТ 18877-73 <i>Резец канавочный:</i> 9316-985 R3</p>	1М63

2.5. Выбор технологического оснащения

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

К средствам технологического оснащения относят: технологическое оборудование (в том числе контрольное и испытательное); технологическая оснастка (в том числе инструменты и средства контроля); средства механизации и автоматизации технологических процессов.

В производственных условиях достигается высокое качество продукции, уменьшается себестоимость изготовления деталей, облегчаются условия труда.

Выбор технологического оборудования – станков зависит от:

- метода обработки;
- возможности обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхностей изготавливаемой детали;
- габаритных размеров заготовок и размеров обработки;
- мощности, необходимой для резания;
- производительности и себестоимости в соответствии с типом производства;
- возможности приобретения и цены станка;
- степени удобства и безопасности работы станка.

Для данной технологии выберем два станка: токарно-фрезерный станок с ЧПУ марки DMG MORI CTX beta 800 TC с новым ультракомпактным токарно-фрезерным шпинделем и универсальный токарно-винторезный станок 1M63.

Описание оборудования:

- Токарно-фрезерный станок DMG MORI CTX beta 800 TC – это станок для комплексной токарно-фрезерной обработки посредством нового сверхкомпактного и запатентованного токарно-фрезерного шпинделя

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

compactMASTER. Обрабатывает заготовки диаметром до 500 мм и длиной обработки до 850 мм. У станка новый дизайн и стойкость к повреждениям. [24].

Технические характеристики потрясают: ход по оси Y 200 мм; ключевой элемент станка – ось В с линейным приводом и диапазоном поворота 110°; станок укомплектован новым компактным токарно-фрезерным шпинделем. Компактный дизайн шпинделя со встроенным гидравлическим цилиндром для зажима инструмента имеет длину всего 350 мм и обеспечивает крутящий момент в 120 Нм. Помимо увеличенной маневренности и производительности, CTX beta 800 TC доступен по завлекательной цене и предоставляет возможности эффективной токарно-фрезерной обработки небольших деталей.

На данном станке используется стойка версии Operate 4.5 SIEMENS 840D solutionline в базовой комплектации. Станок оборудован панелью управления ERGOline с 19-дюймовым экраном. Дополнением к разнообразным возможностям станка служат 12 уникальных технологических циклов. Как результат - время программирования может быть уменьшено на 60 % [18].

Технические характеристики станка приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики станка DMG MORI CTX beta 800 TC

Параметр	Значение
1	2
Рабочая зона	
Макс. диаметр точения	500 мм
Макс. длина точения	800 мм
Макс. расстояние от главного шпинделя до задней бабки (без патрона)	1020 мм
Главный шпиндель	
Встроенный мотор-шпиндель с осью С (0,0001°)	5 000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	33 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	580 Нм
Макс. внутренний диаметр зажимной втулки	102 мм
Противошпиндель (опция)	
Встроенный мотор-шпиндель с осью С (0,0001°)	6000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	12 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	170 Нм

Окончание таблицы 11

1	2
Токарно-фрезерный шпиндель	
Макс. частота вращения	20000 об/мин
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	87 Нм
Ось В	
Диапазон перемещения оси В	220.0 °
Инструментальный магазин	
Макс. количество позиций инструмента	80 позиций
Макс. диаметр инструмента	120 мм
Верхний суппорт для токарно-фрезерного шпинделя	
Ход по осям X/Y/ Z	480 [+470, -10] / ±100 / 845 мм
Ускоренный ход по осям X/Y/ Z	36 / 40 / 40 м/мин
Размеры станка	
Занимаемая площадь в базовой комплектации с транспортером для стружки, без внутренней подачи СОЖ	10,2 кв.м.



Рисунок 8 – Токарно-фрезерный станок - DMG MORI CTX beta 800 TC

- Станок токарно-винторезный модели 1M63 предназначен для черновой и чистовой обработки детали типа фланец с прямолинейными и криволинейными

образующими в условиях серийного, крупносерийного и массового производств. Токарно-винторезный станок 1м63 предназначен для выполнения различных токарных работ. На станке можно производить наружное и внутреннее точение, включая точение конусов, растачивание, сверление и нарезание метрической, модульной, дюймовой резьбы. Технические характеристики и жесткость конструкция станины, каретки, шпинделя станка позволяют полностью использовать возможности работы на высоких скоростях резания с применением резцов из быстрорежущей стали или оснащенных пластинами из твердых сплавов при обработке деталей из черных и цветных металлов.[23]

Технические характеристики данного станка приведены в таблице 12.

На данном станке будет обрабатываться ножка корпуса компрессора.

Таблица 12 – Технические характеристики токарно-винторезного станка 1М63.

Наименование параметров	Ед. изм.	Величины
1	2	3
Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной	мм	700
Наибольший диаметр изделия, обрабатываемой над станиной	мм	630
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом	мм	350
Наибольший диаметр изделия, обрабатываемой над выемкой станины	мм	900*
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	мм	1500
Размер конца шпинделя передней бабки по DIN		11M
Количество ступеней частот вращения шпинделя		22
Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе	мм	105
Пределы частоты вращения шпинделя	об/мин	10...1250
Пределы продольных рабочих подач суппорта	мм/об	0,033...5,6
Пределы поперечных рабочих подач суппорта	мм/об	0,013...2,064
Пределы рабочих подач резцовых салазок	мм/об	0,010...1,76
Пределы шагов нарезаемых метрических резьб	мм	1...224
Пределы шагов нарезаемых дюймовых резьб	ниток/1"	28-0,25
Пределы шагов нарезаемых модульных резьб	модуль	0,25-56
Пределы шагов нарезаемых питчевых резьб	питч	112...0,5
Ускоренное перемещение продольного суппорта	мм/мин	5,2
Ускоренное перемещение поперечного суппорта	мм/мин	2

Окончание таблицы 12

1	2	3
Наибольший вес устанавливаемой заготовки	кг	3500
Мощность привода главного движения	кВт	13
Габаритные размеры станка 1М63		
- длина	мм	3750
- ширина	мм	1780
- высота	мм	1550
Масса токарно-винторезного станка 1М63	кг	4840



Рисунок 9 – Станок токарно-винторезный модели 1М63

2.6. Выбор режущего и мерительного инструмента

Для того чтобы добиться отличной производительности, хорошего качества обрабатывания деталей, каждый режущий инструмент для станков с ЧПУ обязательно должен соответствовать определенным требованиям, что удовлетворяют ряду условий, таких как:

- стабильность режущих свойств;

- правильное формирование, выполнение отвода стружек;
- универсальность использования для обработки разного вида деталей на разнотипных станках;
- быструю их сменяемость для переналадки, обработки других деталей или же смены затупившегося инструмента;
- обеспечение необходимой точности обрабатывания деталей.

Точный отбор, подготовка необходимых инструментов, обеспечивающая техническую надежность, автоматизацию рабочего процесса станка с ЧПУ, все это соответствует высокому уровню прочности таких приспособлений с их универсальностью.

Для обработки на станках с ЧПУ на заводе «УДМЗ» используются инструменты следующих марок: «KORLOY», «GARANT» [5; 6; 7].

Инструменты данных марок подходят по своим свойствам и надежностью, а также выбор этих инструментов зависит от их невысокой стоимости. Все инструменты выбирались из каталогов 2018-2019 года, выпущенными данными фирмами. Расшифровка маркировки режущих пластин, державок, осевых инструментов фирм «KORLOY», «GARANT», представлены в приложении Е.

Операция 005 «Токарно-фрезерная с ЧПУ» – на данной операции используются современные режущие инструменты, которые представлены на рисунках 9-16 [5; 6; 7].

Применение твердосплавных пластин обеспечивает:

- Повышение стойкости на 20-25% по сравнению с напаянными резцами;
- Возможность повышения режимов резания за счет простоты восстановления режущих свойств многогранных пластин путем их поворота;
- Сокращения затрат на инструмент в 2-3 раза; вспомогательного времени на смену и переточку резцов;

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Уменьшения инструментального хозяйства за счет универсальности применения.

Для обработки выбран новый режущий инструмент.

Резец для наружного точения включает в себя:

- Пластина WNMG080408-НА «KORLOY». Материал режущей части: твердый сплав H01. Режимы резания: $S=0,10\sim0,40$ мм/об ; $t=0,80\sim3,50$ мм.



Рисунок 10 – Параметры пластины WNMG080408-НА «KORLOY»

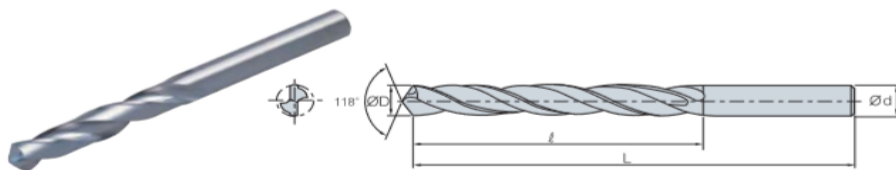
- Державка DWLNL2525-M08 «KORLOY»



Рисунок 11 – Параметры державки DWLNL2525-M08 «KORLOY»

- Сверло цельное твердосплавное $\varnothing 6,7$;
 Размеры сверла: $\varnothing 6,7$ мм, $L=80$ мм, $l=46$ мм;
 Режимы резания: $S=0,1$ мм/об
 Обозначение сверла: SSD 067 «KORLOY»

Сверла цельные твердосплавные



Покрытие	×
Точность диаметра рабочей части	h6
Точность хвостовика	h7
Угол заточки	118°
Угол подъема винтовой канавки	30°
Подточка перемычки	S Тип
Способ подвода СОЖ	Наружный

Обозначение	$\varnothing D = \varnothing d$	l	L
067	6.7	46	80

Рисунок 15 – Параметры сверла $\varnothing 6,7$ SSD 067 «KORLOY»

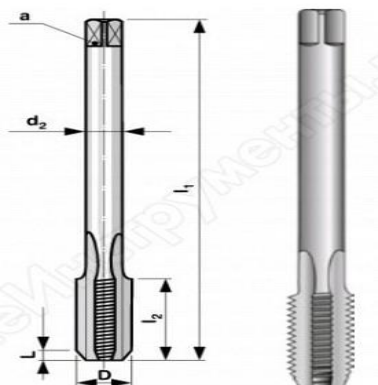
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.214.ПЗ

Лист

42

Метчик для нарезания внутренней резьбы M8 HSSE Vucovise Tools
194080



Технические характеристики метчика Vucovise Tools 194080

Вид	машинный	Направление резьбы	правая
Тип резьбы	метрическая (M)	Диаметр резьбы (M)	M8
Шаг резьбы M (мм)	1.25	Посадочный квадрат, мм	4.9
Сталь	быстрорежущая HSSE		

Рисунок 16 – Параметры метчик M8 HSSE Vucovise Tools 194080

Зенковка Ø8,7 150371 «GARANT», используется для снятия фасок на отверстиях.

Зенковки 90°, сверхдлинные



Все зенковки с 3 режущими кромками, с радиальной затыловкой. Рабочая часть вышлифована из цельной заготовки. Прецизионная зенковка, изготовленная с более жесткими производственными допусками, чем по DIN335-C. Со сверхдлинным цилиндрическим хвостовиком.



AI термопласты 	AI 	AI литье > 10 % Si	 < 500 N	 < 750 N	 < 900 N		
N	N	N	P	P	P		
70	33	20	28	27	27		

Рисунок 17 – Параметры зенковки Ø8,7 150377 «GARANT»

Операция 010 «Токарная» - Резец 2102-0009 ВК8 ГОСТ 18877-73;

Резец 9316-985 R3 ВК8.

Мерительный инструмент:

Операция 005:

Нутромер индикаторный НИ 250-450-1 ГОСТ 868-82;

Кольцо 28125-4028-252;

Кольцо 28125-4027-250;

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

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89;

Штангенглубиномер ШГЦ-160-0,01 ГОСТ 162-90;

Пробка 05530-42-6,7(+0,17);

Пробка 9558-1522 М8-2Н5Д;

Нутромер НМ 75-600 ГОСТ 10-88;

Штангенциркуль-фаскомер 9515-466;

Калибр-пробка 8136-0017 ПР Ø92Н7 ГОСТ 14815-69;

Калибр-пробка 8136-0117 НЕ Ø92Н7 ГОСТ 14816-69;

Калибр-пробка 8140-0107 ПР Ø118Н14 ГОСТ 14822-69;

Калибр-пробка 8140-0157 НЕ Ø118Н14 ГОСТ 14823-69;

Операция 010:

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89;

Штангенциркуль ШЦ-I-160-0,1-1 ГОСТ 166-89;

Шаблон 05564-03-25±0,3*8;

Шаблон радиусный набор №1 ТУ2-034-228-87;

Шаблон 8371-0025-2;

Штангенциркуль-фаскомер 9515-466.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

2.7. Расчет припусков на механическую обработку

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

Есть два основных метода определения припусков на механическую обработки поверхности: расчетно-аналитический и опытно-статистический (табличный).

Расчетно-аналитический метод определения припусков [9; 2].

Для проведения расчета припусков выбирается наиболее ответственный размер, в нашем случае это отверстие $\varnothing 92^{+0,035}$ изготовленное по 7 качеству точности и результаты всех расчетов заносятся в таблицу 12.

Таблица 12 – Расчеты припусков для отверстия $\varnothing 92^{+0,035}$

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск δ , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	T	ρ	ε				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}^{np}$	$2Z_{max}^{np}$
Заготовка	200	250	309,8	0	-	90,133	600	89,533	90,133	-	-
Черновое растачивание	50	50	15,49	0	$2 \times 759,8$	91,653	350	91,303	91,653	1,52	1,77
Чистовое растачивание	20	20	0,46	0	$2 \times 115,49$	91,894	220	91,664	91,884	0,231	0,361
Тонкое растачивание	5	5	—	0	$2 \times 40,46$	91,965	35	91,93	91,965	0,081	0,266

Суммарное значение пространственных отклонений найдем по формуле:

$$\rho_d = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (11)$$

где $\rho_{кор}$ – удельное коробление отливок;

$\rho_{см}$ – суммарное смещение отверстия в отливке.

Удельное коробление отливок найдем по формуле:

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta k \cdot d)^2 + (\Delta k \cdot l)^2}, \quad (12)$$

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

l - длина обрабатываемого отверстия, $l = 30 \text{ мм}$;

$$\rho_{кор} = \sqrt{(0,8 \cdot 92)^2 + (0,8 \cdot 30)^2} = 77,41 \text{ мкм}.$$

Суммарное смещение отверстия в отливке находится по формуле:

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\delta_B}{2}\right)^2}, \quad (13)$$

где δ_B - допуск на размер отливки.

Найдем суммарное смещение отверстия по формуле (13):

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

После расчета всех параметров найдем суммарное значение пространственных отклонений ρ_d по формуле (11):

$$\rho_d = \sqrt{77,41^2 + 300^2} = 309,8 \text{ мкм}.$$

Остаточные пространственные отклонения на обработанную поверхность определяется с помощью коэффициентов уточнения формы:

$$\rho_i = k_y \cdot \rho_i, \quad (14)$$

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Величины после коэффициентов уточнения пространственного отклонения согласно формуле (14) следующие:

После чернового растачивания:

$$\rho_2 = 0,05 \cdot 309,8 = 15,49 \text{ мкм.}$$

После чистового растачивания:

$$\rho_2 = 0,03 \cdot 15,49 = 0,46 \text{ мкм.}$$

При базировании в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне погрешность установки детали равна нулю.

Расчетные минимальные значения припусков определяется по формуле:

$$2Z_{\min} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (15)$$

Минимальный припуск под растачивание по формуле (15) равен:

черновое:

$$2Z_{\min} = 2(200 + 250 + \sqrt{309,8^2 + 0^2}) = 2 \cdot 759,8 \text{ мкм}$$

чистовое:

$$2Z_{\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{15,49^2 + 0^2}) = 2 \cdot 115,49 \text{ мкм}$$

тонкое:

$$2Z_{\min} = 2(20 + 20 + \sqrt{0,46^2 + 0^2}) = 2 \cdot 40,46 \text{ мкм}$$

Расчетный диаметр определяется по формуле:

$$d_{pi-1} = D_i - 2Z_{imin}, \quad (16)$$

$$d_{p4} = 91,965 \text{ мм}$$

$$d_{p3} = 91,965 - 0,081 = 91,884 \text{ мм}$$

$$d_{p2} = 91,884 - 0,231 = 91,653 \text{ мм}$$

$$d_{p1} = 91,653 - 1,52 = 90,133 \text{ мм}$$

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

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

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$$d_{\min} = d_{\max} - \delta, \quad (17)$$

$$d_{\min 4} = 91,965 - 0,035 = 91,93 \text{ мм}$$

$$d_{\min 3} = 91,884 - 0,22 = 91,664 \text{ мм}$$

$$d_{\min 2} = 91,653 - 0,35 = 91,303 \text{ мм}$$

$$d_{\min 1} = 90,133 - 0,6 = 89,533 \text{ мм}$$

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

$$2Z_{\min}^{np} = d_{\max} - d_{\max-1}, \quad (18)$$

$$2Z_{\min 4}^{np} = 91,965 - 91,884 = 0,081 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 3}^{np} = 91,884 - 91,653 = 0,231 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 2}^{np} = 91,653 - 90,133 = 1,52 \text{ мм}$$

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

$$2Z_{\max}^{np} = d_{\min} - d_{\min-1}, \quad (19)$$

$$2Z_{\max 4}^{np} = 91,93 - 91,664 = 0,266 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 3}^{np} = 91,664 - 91,303 = 0,361 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 2}^{np} = 91,303 - 89,533 = 1,77 \text{ мм}$$

Проверка правильности выполненных расчетов:

$$2Z_{\max i}^{np} - 2Z_{\min i}^{np} = \delta_i - \delta_{i-1}, \quad (20)$$

Черновое растачивание:

$$1,77 - 1,52 = 0,6 - 0,35 = 0,25 \text{ мм};$$

Чистовое растачивание:

$$0,361 - 0,231 = 0,35 - 0,22 = 0,13 \text{ мм};$$

Тонкое растачивание:

$$0,266 - 0,081 = 0,22 - 0,035 = 0,185 \text{ мм}.$$

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$$2Z_{0min}^{np} = 1,52 + 0,231 + 0,081 = 1,832 \text{ мм}$$

$$2Z_{0max}^{np} = 1,77 + 0,361 + 0,266 = 2,397 \text{ мм}$$

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

$$Z_{0ном} = 2Z_{0min}^{np} + ESD_{заг} - ESD_{\delta}, \quad (21)$$

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

И так общий номинальный припуск по формуле (21) равен:

$$Z_{0ном} = 1,832 + 0,55 - 0 = 2,382 \text{ мм.}$$

После определения припусков, допусков и промежуточных размеров изображу их схематично на рисунке 18.

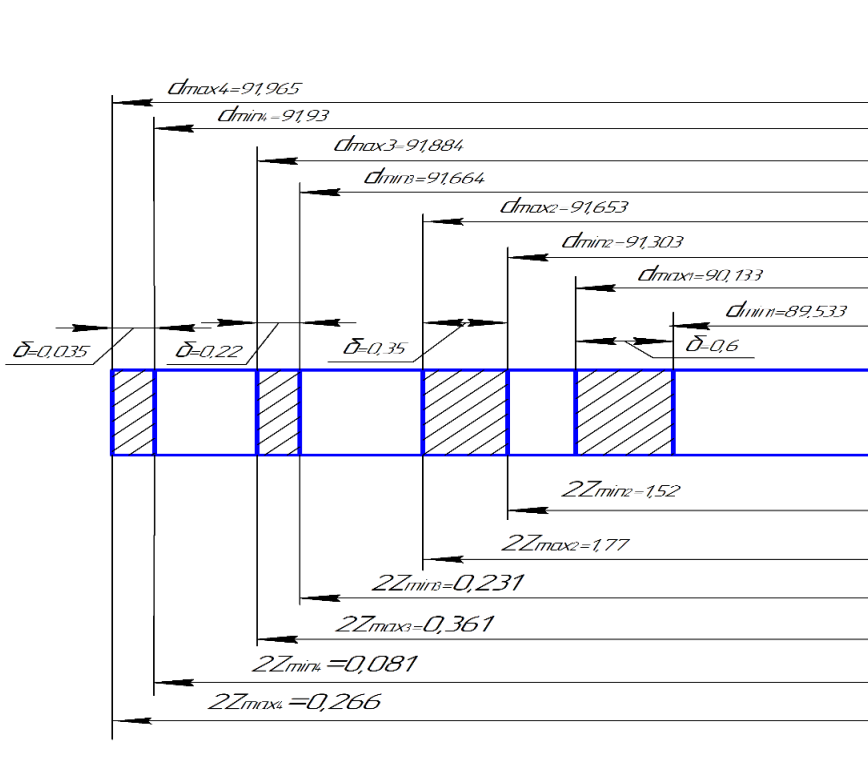


Рисунок 18 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку внутреннего отверстия $\varnothing 92H7$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Опытно – статистический (табличный) метод расчет припусков [15].

На остальные обрабатываемые поверхности детали (т. е. на все, кроме одной, рассчитываемой аналитически) припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ 26645 – 85), которые занесены в таблицу 13.

Таблица 13 – Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Поверхность	Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельное отклонение, мм	
				верхнее	нижнее
22	102 _{-0,87}	4	4	+2	-2
28	77,5±0,37	4	3,6	+1,8	-1,8
15	25±0,3	4	3,6	+1,8	-1,8
14	95 _{-0,87}	4	3,6	+1,8	-1,8

2.8. Выбор режимов резания

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

Исходными данными при выборе режимов резания являются:

1.Сведения о заготовке (вид, материал, величина припусков, состояние поверхностного слоя);

2.Характеристика обрабатываемой детали (форма, размеры, допуски на обработку, требования к состоянию поверхностного слоя, к шероховатости);

3.Параметры режущего инструмента (типоразмер, материал режущей части, геометрические параметры);

4.Паспортные данные станков.

Проведем расчет режимов резания для операции 010 – «Токарно-винторезная».

Деталь «Корпус компрессора»;

Изготовлена из сплава АЛ9;

Заготовка – Отливка;

Станок – токарно-винторезный модели 1М63.

На данной операции точится ножка корпуса. Деталь крепится с помощью специального приспособления и планшайбы.

Глубина резания: $t=4$ мм.

Подача согласно справочнику для чернового наружного точения равна $S=0,8-1,3$ мм/об, что входит в диапазон предельных продольных рабочих подач суппорта станка $0,033...5,6$ мм/об, поэтому подачу выберем равной $S=1,2$ мм/об. [20, стр. 284 табл.35].

Дальше рассчитаем скорость резания по эмпирической формуле [20]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (22)$$

где C_V – коэффициент, характеризующий материал заготовки и резца;

T – стойкость инструмента, равняется 30 мин;

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

K_V – общий поправочный коэффициент;

m, x, y – показатели степени.

Общий поправочный коэффициент находится по формуле:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (23)$$

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

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

K_{IV} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

Находим поправочные коэффициенты по справочнику Косиловой [19]:

$K_{MV} = 0,8$ [20, табл. стр.261-263, табл. 1-4]

$K_{IV} = 0,9$ [20, стр.263 табл. 5,];

$K_{IV} = 2,7$ [20, стр.263 табл. 6,];

По формуле (23) найдем общий поправочный коэффициент:

$K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,944$;

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Коэффициент C_V и показатели степени m, y, x [20, стр.286 табл.39]:

$$C_V = 328; m = 0,28; y = 0,5; x = 0,12.$$

Далее найдём скорость резания подставив все найденные значения в формулу (25):

$$V = \frac{328}{30^{0,28} \cdot 4^{0,12} \cdot 1,2^{0,5}} \cdot 1,944 = 189,8 \text{ м/мин.}$$

После расчета скорости резания можно рассчитать число оборотов шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (24)$$

где D – диаметр обрабатываемой детали.

И так, по формуле (24) число оборотов шпинделя равно:

$$n = \frac{1000 \cdot 189,8}{3,14 \cdot 95} = 636,3 \text{ об/мин.}$$

Ориентируясь на вышеприведенные технические характеристики станка 1М63 данное значение скорости, входит в интервал возможных скоростей станка.

Расчёт окончен.

Для остальных переходов режимы резания выбираем по каталогам и сведём в таблицу 14 [5; 6; 7; 20].

Таблица 14 – Параметры режимов резания всех переходов обработки

Операция	Переходы	Глубина резания, t , мм	Подача на оборот, S , мм/об	Расчётная частота вращения шпинделя, n , об/мин	Скорость резания, V , м/мин
1	2	3	4	5	6
Операция 005 Установ А	1	2,5	0,5	356	310
	2	1,5	0,2	604	525
	3	2,5	0,2	790	254
	4	1,5	0,15	900	260
	5	3,35	0,16	1592	30
	6	1	1,25	630	17
	7	1,25	1,25	573,25	18

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

t_{OT} - время перерывов на отдых и личные надобности, мин.;

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы [9, стр.100]:

$$t_B = t_{y.c} + t_{z.o} + t_{yn} + t_{uz}, \quad (27)$$

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

$t_{z.o}$ – время на закрепление и открепление детали, мин.;

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

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

Определим время на установку и снятие детали [8]:

$$t_{y.c} = 0,47 \text{ мин.}$$

Определим время на закрепление и открепление детали [8]:

$$t_{z.o} = 1,94 \text{ мин.}$$

Определим время на приемы управления [8]:

$$t_{yn} = 0,63 \text{ мин.}$$

Время на измерение детали [8]:

$$t_{uz} = 0,16 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время по формуле (27):

$$t_B = 0,47 + 1,94 + 0,63 + 0,16 = 3,2 \text{ мин.}$$

Основное время t_o рассчитывается по всем переходам обработки с учетом совмещения переходов по формуле:

$$t_o = \frac{l \cdot i}{S_M}, \quad (28)$$

где l – расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм;

i – число ходов;

S_M – минутная подача.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Расчетная длина обрабатываемой поверхности находится по формуле [4,стр.101]:

$$l = l_o + l_{ep} + l_n + l_{cx}, \quad (29)$$

где l_o – длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм.;

l_{ep} – длина врезания инструмента, мм.;

l_n – длина подвода инструмента к заготовке, мм.;

l_{cx} – длина перебега (схода) инструмента, мм.

Определим длину обрабатываемой поверхности в направлении подачи:

$$l_o = 98 \text{ мм.}$$

Длина подвода инструмента к заготовке и длина перебега (схода) инструмента равны [8]:

$$l_n = 3,5 \text{ мм.}$$

$$l_{cx} = 2 \text{ мм.}$$

Длина врезания инструмента $l_{ep} = 3,5 \text{ мм.}$

Определим расчетную длину обрабатываемой поверхности по формуле (29):

$$l = 98 + 3,5 + 3,5 + 2 = 107 \text{ мм.}$$

Переведем подачу $S_o, \text{мм/об}$ в $S_m, \text{мм/мин}$ по формуле [20]:

$$S_m = S_o \cdot n, \quad (30)$$

где S_o – подача на оборот, мм/об;

n – число оборотов детали, об/мин.

Согласно формуле (30) минутная подача равна:

$$S_m = 1,2 \cdot 636,3 = 763,56 \text{ мм/мин.}$$

Определим основное время по формуле (28):

$$t_o = \frac{107 \cdot 2}{763,56} = 0,28 \text{ мин.}$$

Сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем, и рассчитывается по формуле [9, стр.101]:

$$t_{OP} = t_O + t_B, \quad (31)$$

$$t_{OP} = 0,28 + 3,2 = 3,48 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места – 3,5% от оперативного времени:

$$t_{OB} = 0,1218 \text{ мин [8].}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности – 4% от оперативного времени:

$$t_{OT} = 0,1392 \text{ мин [8].}$$

По формуле (26) определим штучное время на обработку детали:

$$T_{шт} = 0,28 + 3,2 + 0,1218 + 0,1392 = 3,741 \text{ мин.}$$

Трудоемкость операции определяется по формуле (25):

$$T_{ш-к} = \frac{14}{36} + 3,741 = 4,13 \text{ мин.}$$

Для остальных операций все значения представлю в таблице 15.

Таблица 15 – Сводная таблица технических норм времени по операциям, мин.

№ операции	Основное время на операцию, t_O , мин.	Вспомогательное время на операцию, t_B , мин.	Оперативное время, t_{OP} , мин.	Время на обслуживание, t_{OB}		Время на отдых t_{OT}		Штучное время, $T_{шт}$, мин.	Подготовительно-заключительное время на партию, $T_{п-з}$, мин	Величина партии, шт.	Штучно-калькуляционное время, $T_{ш-к}$ мин
				%	мин.	%	мин.				
005	9,5	0,63	10,13	3,5	0,35	4	0,41	10,89	22	36	11,5
010	0,28	3,2	3,48	3,5	0,1218	4	0,1392	3,741	14		4,13

3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Для дипломного проекта управляющая программа будет разработана в системе ЧПУ SIEMENS SINUMERIK 840D sl.

3.1. Система управления SIEMENS SINUMERIK 840D sl.

Числовое программное управление (ЧПУ) – это управление, при котором задают в виде записанного на каком-либо носителе массива информации. Управляющая программа для систем ЧПУ является дискретной и её обработка в процессе управления осуществляется цифровыми методами [18].

Компания SIEMENS является лидером в области по выпуску систем ЧПУ. Во всем мире стойки компании SIEMENS SINUMERIK 840D sl применяется для токарной, сверлильной и фрезерной обработки. Данная система управления является полностью цифровой для практически всех типов применений. Эта системная платформа с прогрессивными функциями.

Система управления органами станка SINUMERIK 840D sl обеспечивает максимально возможную производительность и гибкость при любых типах обработки, в том числе и на сложных многоосевых станках. В данной системе используются постоянные циклы обработки по контуру, сверления, фрезерования и т.д., также используются G и M функции для полного и правильного программирования, тем самым работа в такой системе облегчается.

3.2. Основные и дополнительные функции системы ЧПУ

Управляющая программа разрабатывается с применением G и M функций и использованием постоянных циклов программирования.

Перечень подготовительных и вспомогательных функций для программирования приведен в таблицах 16, 17 [11].

									Лист
									57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Таблица 16 – Подготовительные функции

Подготовительные функции (G коды)	Описание
G0	Быстрое позиционирование
G1	Линейная интерполяция
G2	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3	Круговая интерполяция против часовой стрелки
G17	Выбор плоскости XY
G18	Выбор плоскости XZ
G19	Выбор плоскости YZ
G40	Отмена коррекции на радиус инструмента
G41	Левая коррекция на радиус инструмента
G42	Правая коррекция на радиус инструмента
G43	Коррекция на положение инструмента
G52	Локальная система координат
G54 - 57	Заданное смещение
G94	Скорость подачи (F) в мм/мин
G95	Скорость подачи (F) в мм/об
G96	Постоянная скорость резания при точении

Таблица 17 – Вспомогательные функции

Вспомогательные функции (M коды)	Описание
M0	Запрограммированный останов
M1	Останов по выбору
M4	Вращение шпинделя против часовой стрелки
M5	Останов (отключение) шпинделя
M2=3	Инструмент с механическим приводом включить по часовой стрелке
M2=4	Инструмент с механическим приводом включить против часовой стрелке
M2=5	Инструмент с механическим приводом выключить
M6	Смена инструмента
M8	Включение СОЖ
M9	Отключение СОЖ
M17	Конец подпрограммы
M25	Зажим кулачкового патрона
M26	Разжим кулачкового патрона
M30	Конец программы, переход на начало программы

Окончание таблицы 18

CYCLE82(2,0,1,-25,,0)	Вызов постоянного цикла для сверления
spos=90	Главный шпиндель повернуть на 90 градусов по оси С
CYCLE82(2,0,1,-25,,0)	Вызов постоянного цикла для сверления
spos=135	Главный шпиндель повернуть на 135 градусов по оси С
CYCLE82(2,0,1,-25,,0)	Вызов постоянного цикла для сверления
spos=180	Главный шпиндель повернуть на 180 градусов по оси С
CYCLE82(2,0,1,-25,,0)	Вызов постоянного цикла для сверления
spos=225	Главный шпиндель повернуть на 225 градусов по оси С
CYCLE82(2,0,1,-25,,0)	Вызов постоянного цикла для сверления
spos=270	Главный шпиндель повернуть на 270 градусов по оси С
CYCLE82(2,0,1,-25,,0)	Вызов постоянного цикла для сверления
spos=315	Главный шпиндель повернуть на 315 градусов по оси С
CYCLE82(2,0,1,-25,,0)	Вызов постоянного цикла для сверления
m9	Отключение СОЖ
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данном дипломном проекте производится совершенствование технологического процесса детали «Корпус компрессора» в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 1500 штук в год

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение себестоимости изготовления детали по двум вариантам – совершенствуемому варианту и по базовому варианту [28].

4.1. Определение количества технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [28,стр. 21]:

$$q = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{вн} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (32)$$

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

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

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

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

k_3 – коэффициент загрузки оборудования, 0,75–0,85.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается по следующей формуле [28,стр. 22]:

$$F_{об} = F_n \cdot \left(1 - \frac{k_p}{100}\right), \quad (33)$$

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

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

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

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

365 – количество дней в календаре;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

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

- при двухсменной работе (базовый вариант):

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

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

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

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

Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формуле (33), составляет:

Для универсального оборудования при двухсменной работе:

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

Для станка с ЧПУ марки DMG MORI CTX beta 800 TC при трехсменной работе:

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

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Для базового технологического процесса, количество оборудования, его загрузка и количество операций, выполняемых на этом оборудовании, были рассчитаны ранее, все данные приведены в таблице 6 пояснительной записки.

Для проектируемого варианта определим количество технологического оборудования по штучно-калькуляционному времени из таблицы 15.

$$q_{1M63} = \frac{4,13 \cdot 1500}{3867 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 60} = 0,03 \text{ шт.}$$

$$q_{СТХ} = \frac{11,5 \cdot 1500}{5386 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 60} = 0,06 \text{ шт.}$$

После расчета всех операций значений устанавливаем принятое число рабочих мест ($q_{п}$), округляя до ближайшего целого полученное значение ($q_{р}$). Данные по расчетам сводим в таблицу 19 для проектируемого варианта.

Таблица 19 – Количество станков по штучно-калькуляционному времени для проектируемого варианта

Модель станка	Штучно-калькуляционное время (t), мин.	Расчетное количество станков, $q_{р}$	Принимаемое количество станков, $q_{п}$
1М63	4,13	0,03	1
СТХ	11,5	0,06	1
	$\Sigma t = 15,63$		$\Sigma q_{п} = 2$

Определив расчетное количество оборудования, рассчитаем среднюю загрузку оборудования по проектируемому варианту согласно формуле (34) [9,стр.35]:

$$\eta_3 = \frac{q_{р}}{q_{п}}, \quad (34)$$

где $q_{р}$ – расчетное количество оборудования на операции;

$q_{п}$ – принятое количество оборудования на операции.

$$\eta_3 = \frac{0,09}{2} = 0,1.$$

4.2. Определение капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 20 по базовому варианту, в таблице 21 по проектируемому варианту.

Таблица 20 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Токарно-винторезный	1М63	1	13	13	570	60	630	1260
Токарно-винторезный	1М63	1	13	13	570	60	630	1260
Агрегатно-сверлильный	Gilladron	1	18	18	730	45	775	1550
Токарно-винторезный	1М63	1	13	13	570	60	630	1260
Итого				57		225		5330

Таблица 21 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Токарно-винторезный	1М63	1	13	13	570	60	630	1260
Токарно-фрезерный ЧПУ	СТХ beta 800 TC	1	33	33	19152,589	700	16852,859	16852,859
Итого				46				18112,859

4.3. Расчет технологической себестоимости детали

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

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [28, стр. 24]:

$$C = Z_M + Z_{ЗП} + Z_{Э} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_u, \quad (35)$$

где Z_M – затраты на материал заготовки, руб.;

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

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

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

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

Z_u – затраты на металлорежущий инструмент, руб.

Затраты на материал заготовки:

Так как ранее было приведено сравнение вариантов изготовления заготовок, то стоимость затрат на материал заготовки возьмем оттуда.

Для базового технологического процесса $Z_{МБ} = 3406,9$ руб.

Для проектируемого технологического процесса $Z_{МП} = 2649,7$ руб.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Рассчитаем затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали:

Считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р. по формуле [28, стр. 26]:

$$Z_{ПР} = C_m \cdot t_{шт-к} \cdot k_{МН} \cdot k_{ДОП} \cdot k_{ЕСН} \cdot k_p, \quad (36)$$

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

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

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

$k_{ДОП}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату ($k_{ДОП} = 1,2$);

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

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

Численность станочников вычисляем по формуле [28, стр. 26]:

$$Ч_{СТ} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{МН}}{F_p \cdot 60}, \quad (37)$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

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

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

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

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

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

244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

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

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет $F_p = 1682$ ч.

Рассчитываем заработную плату производственных рабочих и их численность по формуле (35).

Результаты вычислений сводим, по базовому варианту в таблицу 22, а по проектируемому варианту в таблицу 23.

Таблица 22 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, мин.	Заработная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
Токарная	3	160	4,67	152,14	0,07
Токарная	3	160	2,84	92,5	0,04
Агрегатная	3	201,1	8,17	294,75	0,12
Токарная	3	160	7,61	247,92	0,11
Итого:				787,31	0,34

Таблица 23 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

№ операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, мин.	Зарботная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
Токарная	3	160	4,13	118,54	0,06
Токарно-фрезерная с ЧПУ	4	322,12	11,5	432,43	0,17
Итого:				550,97	0,23

Оплата труда вспомогательных рабочих, как правило, осуществляется по повременной либо повременно-премиальной системе. Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков, электронщиков) находится по формуле [28, стр. 27]:

$$z_{ВСП} = \frac{C_T^{ВСП} \cdot F_P \cdot Ч_{ВСП} \cdot k_{ДОП} \cdot k_{ЕСН} \cdot k_P}{N_{ГОД}}, \quad (38)$$

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

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

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

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

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

Численность станочников в базовом варианте составляет $Ч_{ВСП} = 0,34$ чел.

Рассчитаем показатели численности и заработной платы по базовому варианту для транспортных рабочих и контролеров.

Численность транспортных рабочих составляет:

$$Ч_{ВСПТ} = 0,34 \cdot 0,05 = 0,017 \text{ чел.}$$

Численность контролеров составляет:

$$Ч_{ВСПК} = 0,34 \cdot 0,07 = 0,024 \text{ чел.}$$

Оплата труда транспортных рабочих:

$$З_{ВСПТ} = \frac{93,03 \cdot 1685 \cdot 0,017 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1500} = 3,18 \text{ руб.}$$

Оплата труда контролеров:

$$З_{ВСПК} = \frac{123,3 \cdot 1685 \cdot 0,024 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1500} = 5,96 \text{ руб.}$$

Рассчитаем показатели численности и заработной платы по проектируемому варианту для транспортных рабочих и контролеров.

Численность станочников в проектируемом варианте составляет $Ч_{ВСП} = 0,23$ чел.

Численность транспортных рабочих составляет

$$Ч_{ВСПТ} = 0,23 \cdot 0,05 = 0,012 \text{ чел.}$$

Численность контролеров составляет

$$Ч_{ВСПК} = 0,23 \cdot 0,07 = 0,016 \text{ чел.}$$

Оплата труда транспортных рабочих:

$$З_{ВСПТ} = \frac{93,03 \cdot 1685 \cdot 0,012 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1500} = 2,25 \text{ руб.}$$

Оплата труда контролеров:

$$З_{ВСПК} = \frac{123,3 \cdot 1685 \cdot 0,016 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1500} = 3,98 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь по каждому из вариантов, сведем в таблицы 24 и 25.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Таблица 24 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	93,03	0,017	3,18
Контролер	123,3	0,024	5,96
Итого		0,041	9,14

Таблица 25 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту.

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	93,03	0,012	2,25
Контролер	123,3	0,016	3,98
Итого		0,028	6,23

Определим затраты на одну деталь по заработной плате основных и вспомогательных рабочих:

Для базового технологического процесса:

$$Z_{зПБ} = 787,31 + 9,14 = 796,45 \text{ руб.}$$

Для проектируемого технологического процесса:

$$Z_{зПН} = 550,97 + 6,32 = 557,2 \text{ руб.}$$

Определим затраты на электроэнергию [28, стр.28]:

$$Z_{\text{Э}} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60} \cdot C_{\text{Э}}, \quad (39)$$

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

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

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

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.;

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

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

$C_{\text{Э}}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $C_{\text{Э}} = 6,38$ руб.

Производим расчеты для базового варианта по формуле (39):

$$Z_{\text{Э1м63}} = \frac{13 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,08 \cdot 4,67}{60 \cdot 0,7 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 2,05 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по базовому варианту сводим в таблицу 26.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Таблица 26 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин.	Затраты на электроэнергию, руб.
1M63	13	4,67	2,05
1M63	13	2,84	1,25
Агрегатный	18	8,17	4,05
1M63	13	7,61	3,36
Итого			10,71

Затраты на электроэнергию для базового варианта составляют:

$$Z_{ЭБ} = 10,71 \text{ руб.}$$

Производим расчеты для проектируемого варианта по формуле (39):

$$Z_{Э1M63} = \frac{13 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,08 \cdot 4,13}{60 \cdot 0,7 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 1,81 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по проектируемому варианту сводим в таблицу 27.

Таблица 27 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, руб.
1M63	13	4,13	1,81
CTX beta 800 TC	37	11,5	5,91
Итого			7,72

Затраты на электроэнергию для проектируемого варианта составляют:

$$Z_{ЭП} = 7,72 \text{ руб.}$$

Определим затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования:

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [28, стр. 29]:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (40)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [28, стр. 29]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{ВН}}, \quad (41)$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

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

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

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

Произведем расчет для амортизационных отчислений от стоимости технологического оборудования для базового варианта по формуле (41):

$$C_{ам1м63} = \frac{630000 \cdot 0,12 \cdot 4,67}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 1,76 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования определяем по следующей формуле:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{рем} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{ВН}}, \quad (42)$$

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

$H_{рем}$ – норма ремонтных отчислений, $H_{амБ} = 2\%$ для базового оборудования, $H_{амН} = 2\%$ - для оборудования с ЧПУ;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

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

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

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования для базового варианта по формуле (42):

$$C_{рем1М63} = \frac{630000 \cdot 0,02 \cdot 4,67}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 0,29 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому варианту заносим в таблицу 28.

Таблица 28 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базового варианта

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Норма ремонтных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
1М63	630	1	12	2	4,67	1,76	0,29
1М63	630	1	12	2	2,84	1,06	0,18
Агрегатный	775	1	12	2	8,17	6,29	0,63
1М63	630	1	12	2	7,61	2,86	0,48
Итого:						11,97	1,58

Рассчитаем затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базового варианта по формуле (40)

$$Z_{обБ} = 11,97 + 1,58 = 13,55 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования для проектируемого варианта заносим в таблицу 29.

Таблица 29 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования для проектируемого варианта

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Норма ремонтных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
1М63	630	1	12	2	4,13	0,56	0,21
СТХ beta 800 TC	16852,859	1	6	2	11,5	41,5	13,83
Итого:						42,06	14,04

Рассчитаем затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемого варианта по формуле (40)

$$Z_{обП} = 42,06 + 14,04 = 56,1 \text{ руб.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента:

Затраты на эксплуатацию цельного инструмента вычисляются по формуле [28, стр. 30]:

$$Z_{II} = \frac{C_{II} + \beta_n \cdot C_n}{T_{cm} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{II}, \quad (43)$$

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

β_n – число переточек;

C_n – стоимость одной переточки;

T_{cm} – период стойкости инструмента;

T_m – машинное время;

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

Произведем расчет затрат на инструмент по базовому варианту по формуле (43):

$$Z_{II} = \frac{196,5 + 10 \cdot 45}{45 \cdot (10 + 1)} \cdot 3,6 \cdot 0,98 = 4,6 \text{ руб.}$$

Полученные значения затрат на инструмент для всех остальных инструментов базового варианта занесем в таблицу 30.

Таблица 30 – Параметры инструмента базового технологического процесса

Операция	Инструмент	Цена единицы инструмента, руб.	Число переточек	Период стойкости инструмента, мин	Машинное время, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	Резец 2102-0009 BK2	196,5	10	45	0,15	45	0,98	0,19
	Резец 2100-0051 BK2	125,6	10	45	0,77	45	0,98	0,87
010	Резец 2102-0009 BK2	196,5	10	45	0,1	45	0,98	0,13
	Резец 2100-0051 BK2	125,6	10	45	0,1	45	0,98	0,11

Окончание таблицы 30

1	2	3	4	5	6	7	8	9
020	Комбинированный инструмент сверло-зенковка	1539	0	60	1,5	0	0,98	37,7
	Метчик 9363-698 М8-2Н5Д	1322	8	60	0,35	45	0,98	1,15
025	Резец 2102-0009 ВК2	196,5	10	45	0,95	45	0,98	1,23
	Резец 9316-985 R3 ВК2	200	10	45	0,3	45	0,98	0,4
Итого:								41,78

Определив затраты на каждый инструмент, просуммируем затраты по каждому инструменту и получим $Z_{III} = 41,78$ руб.

Так как в проектируемом технологическом процессе используется цельный инструмент из твердосплавного материала, затраты на его использование посчитаем по формуле (43) и занесем все полученные данные в таблицу 31.

Таблица 31 – Параметры инструмента проектируемого технологического процесса

Операция	Инструмент	Цена единицы инструмента, руб.	Число переточек	Период стойкости инструмента, мин	Машиное время, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
005	Сверло Ø6,7 SSD	3149	8	90	1,42	45	0,9	6,64
	Метчик М8 194080	513,39	8	120	0,35	45	0,9	0,66
	Зенковка Ø8,7 150371	3285	8	120	0,1	45	0,9	0,38
Итого:								7,68

Определив затраты на каждый инструмент, просуммируем затраты по каждому инструменту и получим $Z_{III} = 7,68$ руб.

Далее рассчитаем затраты на современный прогрессивный инструмент.

Рассчитаем затраты на прогрессивный инструмент по формуле (44):

$$Z_{ЭИ1} = (321,12 \cdot 1 + (6145,24 + 3 \cdot 441,12) \cdot 350^{-1}) \cdot 0,19 \cdot (120 \cdot 0,9 \cdot 3)^{-1} = 0,17 \text{руб.}$$

Рассчитаем затраты для остальных инструментов и занесем полученные данные в таблицу 32.

Таблица 32 – Параметры прогрессивного инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стойкости инструмента, мин	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
005	Державка DWLNI2525-M08	0,19	6145,24	120	0,9	0,17
	Пластина WNMG080408-НА (тв. сплав H01)		321,12			
	Державка DWLNI2525-M08	0,22	6145,24	120	0,9	0,21
	Пластина WNMG080408-НА (тв. сплав H01)		321,12			
	Державка H63T-A25K – DCLNL-12	0,6	43089,85	120	0,9	1,56
	Пластина CNMG120408 (тв. сплав H01)		321,12			
Державка H63T-A25K – DCLNL-12	0,71	43089,85	120	0,9	1,73	
Пластина CNMG120404-НА (тв. сплав H01)		321,12				
Итого:						3,67

Просуммировав данные по затратам на инструмент из таблиц 32 и 33 получим суммарные затраты на инструмент по проектируемому технологическому процессу: $Z_{ИП} = 11,35$ руб.

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 33.

Таблица 33 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Затраты на материал	3406,9	2649,7
Заработная плата с начислениями	796,45	557,2
Затраты на технологическую электроэнергию	10,71	7,72
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	13,55	56,1
Затраты на инструмент	41,78	11,35
Итого	4269,38	3282,07
Итого стоимость годовой программы	6 404 070	4 923 105

4.4. 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, которая вычисляется по формуле [28,стр. 31]:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{б} - C_{пр}) \cdot N_{год}, \quad (45)$$

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

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

Рассчитаем годовую экономию по формуле (45):

$$\mathcal{E}_{год} = (4269,38 - 3282,07) \cdot 1500 = 1\,480\,965 \text{ руб.}$$

4.5. Анализ уровня технологии производства

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

Доля прогрессивного оборудования:

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле [28,стр.35]:

$$Y_{ПП} = \frac{C_{np}}{C_{\Sigma}} \cdot 100\% , \quad (46)$$

где C_{np} – количество единиц прогрессивного оборудования, $C_{np} = 1$ шт.;

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

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

Определим производительность труда на программных операциях по формуле [28,стр. 35]:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{вн} \cdot 60}{t} , \quad (47)$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в базовом техпроцессе по формуле (47):

$$B_B = \frac{1682 \cdot 1,2 \cdot 60}{23,29} = 5199,8 \text{ шт/чел.год.}$$

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе по формуле (47):

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

$$V_{\text{ПП}} = \frac{1682 \cdot 1,2 \cdot 60}{15,63} = 7748,2 \text{ шт/чел. год.}$$

Рост производительности труда определяется по формуле:

$$\Delta B = \frac{V_{\text{ПП}} - V_{\text{Б}}}{V_{\text{Б}}} \cdot 100\%, \quad (48)$$

где $V_{\text{ПП}}, V_{\text{Б}}$ – производительность труда, соответственно проектируемого и базового вариантов.

Определим производительность труда по формуле (48):

$$\Delta B = \frac{7748,2 - 5199,8}{5199,8} \cdot 100 = 49 \%$$

Так как данное оборудование присутствует в цехе, то единовременные выплаты будут затрачиваться только на повышение квалификации рабочего.

Повышение квалификации проходит в центре «ДПО» на территории завода «МЗиК», стоимость переподготовки одного рабочего составляет 40000 руб.

По окончанию экономических расчетов в таблице 35 представим технико-экономические показатели проекта.

Таблица 35 – Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
1	2	3	4	5
Годовой выпуск деталей	шт.	900	1500	+600
Количество оборудования	шт.	4	2	-2
Количество рабочих	чел.	4	2	-2
Единовременные выплаты	тыс. руб.	–	40	+40
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,39	0,26	-0,13

Окончание таблицы 35

1	2	3	4	5
Технологическая себестоимость одной детали	руб.	4269,38	3282,07	-987,31
Доля прогрессивного оборудования	%	–	50	+50
Производительность труда	шт/чел . год	5199,8	7748,2	+2548,4
Рост производительности труда	%	100	149	+49
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,21	0,3	+0,1
Годовой экономический эффект	тыс. руб.	6404,07	4923,105	-1480,965
Срок окупаемости	года		3,5	

ВЫВОДЫ:

При внедрении усовершенствованного технологического процесса механической обработки детали с использованием нового оборудования и оснастки достигается экономический эффект, который состоит в:

- уменьшение количества оборудования;
- уменьшение количество рабочих обслуживающих данное оборудование;
- снижение затрат на электроэнергию;
- переход на более короткий производственный цикл по сравнению с вариантом применения универсального оборудования.

Что в итоге приведет к снижению себестоимости изделия.

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

При внедрении данного технологического процесса предполагается получение годового экономического эффекта за счет снижения текущих расходов, которые составляют порядка 1 480 965 рублей и срок окупаемости единовременных выплат составит 3,5 года.

В Центре ДПО работают опытные и высококвалифицированные преподаватели, руководители. [27].

Для реализации качественного процесса обучения в учебном центре ДПО имеется учебно-практическая база, которая имеет: учебные и лабораторные кабинеты для проведения лабораторно-практических занятий для отработки трудовых навыков и умений, кабинеты оснащены мультимедийными установками и компьютерами, созданы комфортные условия для обучающихся. Имеется столовая.

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

Операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ, которые проходят полный курс обучения, сдают квалификационные экзамены, в которые включаются выполнение пробной работы и проверка технических знаний, после всего этого им присваивается 4 разряд. Операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ, которые прошли полный курс обучения и получили разряд, будут допущены к работе на станке с ЧПУ.

Цель разработки методической части: проанализировать проф. стандарт и разработать учебный план для переподготовки станочников на профессию «Оператор станков с ЧПУ» 4 разряда и разработать занятие теоретического обучения, по выбранной теме.

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

В Российской Федерации на данный момент профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» регистрационный номер 131, код 40.026, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н является действительным.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Окончание таблицы 36

1	2	3	4	5	6
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам	В/01.3	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам	В/04.3	3
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/01.4	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/02.4	4

Деталь, рассматриваемая в дипломном проекте, может быть отнесена к деталям высокой степени сложности, так как имеются ответственные размеры по 7 квалитету, поэтому рассмотрим 2 обобщенную трудовую функцию профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» – «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». Данная трудовая функция имеет

уровень квалификации – 3, код В. Обобщенная трудовая функция предусматривает следующие трудовые функции, которые должен выполнять оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3 квалификации:

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

Рассмотрим подробнее трудовую функцию - Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ), код – В/02.3, уровень квалификации – 3. Содержание этой функции приведено в таблице 37.

Таблица 37 – Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)

Код: В/02.3; Уровень квалификации 3 Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали
	Выбор технологических операций и переходов обработки
	Выбор инструмента
	Расчет режимов резания
	Определение координат опорных точек контура детали
	Составление управляющей программы
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
Необходимые знания	Органы управления и стойки ЧПУ станка
	Режимы работы стойки ЧПУ
	Системы графического программирования
	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с

5.3. Анализ учебного плана переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Программа переподготовки рабочих предусматривает теоретическое и производственное обучение. Всего на обучение отведено 144 часа, из них на производственное обучение отведено 72 часа.

Программа переподготовки включает в себя изучение резания металлов и режущего инструмента, основ технического черчения, основ технологии машиностроения, основ программирования и устройство обрабатывающего центра, наладку и настройку станка.

Срок обучения будет составлять два месяца, так как обучение производится без отрыва от производства. Когда рабочие пройдут теоретическое обучение, они идут на предприятие проходить производственное обучение. Выполняют пробную работу. После прохождения производственного обучения, рабочие выполняют квалификационную работу. По итогам квалификационной работы им выдаётся удостоверение с присвоенным разрядом.

Учебно-тематический план переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация рабочего – четвертый разряд

Срок обучения – два месяца

Учебный план переподготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ приведен в таблице 38.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Таблица 38 – Учебный план переподготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ

№ п/п	Наименование тем	Всего (час)	В том числе (час)		Форма контроля
			Теоретическое обучение	Практическое обучение	
1	2	3	4	5	6
1	Инструктаж по охране труда при работе на станках с ЧПУ и пожарная безопасность	4	4	-	-
2	Техническое черчение и чтение чертежей	8	4	4	Чертёж
3	Основы резания металлов и режущий инструмент	12	8	4	Задание по подбору РИ
4	Технология обработки деталей	12	4	8	Разработка ТП на обработку детали
5	Классификация систем ЧПУ	4	4	-	Опрос
6	Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ	14	6	8	Разработка УП
7	Устройство обрабатывающих центров и станков с ЧПУ	6	2	4	Опрос
8	Наладка обрабатывающих центров с ЧПУ	12	4	8	Задание по наладке станка
9	Самостоятельное выполнение работ	72	-	72	Задание по наладке станка и обработке УП
	Итого:	144	36	108	

Сравним данный учебный план переподготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ с требованиями профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ». Данные сравнения приведём в таблице 39.

Таблица 39 – Сравнение учебно-тематического плана с требованиями профессионального стандарта

Учебно-тематический план	Профессиональный стандарт
Инструктаж по безопасности труда при работе на станках с ЧПУ и пожарная безопасность	Техника безопасности при работе на станках с ЧПУ. Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
Техническое черчение и чтение чертежей	Корректировка чертежа изготавливаемой детали
Основы резания металлов и режущий инструмент	Выбор инструмента
	Расчет режимов резания
Технология обработки деталей	Выбор технологических операций и переходов обработки
Классификация систем ЧПУ	Органы управления и стойки ЧПУ станка
Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ	Определение координат опорных точек контура детали
	Составление управляющей программы
	Системы графического программирования
	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами
Устройство обрабатывающих центров	Органы управления и стойки ЧПУ станка
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
Наладка обрабатывающих центров с ЧПУ	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Режимы работы стойки ЧПУ
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка

Окончание таблицы 39

Самостоятельное выполнение работ	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Составление управляющей программы
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей

Учебный план соответствует профессиональному стандарту и может быть реализован в учебном центре ДПО ПАО "МЗИК".

Для разработки методической части дипломного проекта, выберем тему «Устройство обрабатывающих центров и станков с ЧПУ».

Данная тема изучается в течении 6 часов, 2 часа на теоретическое обучение и 4 часа на практическое обучение.

5.4. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Устройство обрабатывающих центров и станков с ЧПУ»

Целью изучения темы «Устройство обрабатывающих центров и станков с ЧПУ» является:

- углубление знаний у слушателей о станках с ЧПУ;
- знания основных элементов станка;
- знания панели подвесного пульта станка DMG MORI CTX beta 800 TC.

Содержание темы занятия «Устройство обрабатывающих центров и станков с ЧПУ» приведено в таблице 40

Таблица 40 – Содержание темы «Устройство обрабатывающих центров и станков с ЧПУ»

№	Тема занятия	Виды занятий	
		теоретические	практические
1	Устройство станка DMG MORI CTX beta 800 TC	2 а.к.ч.	4 а.к.ч.

Окончание таблицы 41

1	2	3	4	5	6
		<i>Развивающие:</i> -развить профессиональный интерес к своей профессии.			
1.2. (30 мин)	Закрепление изученного материала. «Устройство станка DMG MORI CTX beta 800 TC»	<i>Образовательная:</i> -закрепить знания об устройстве и главных узлов токарно-фрезерного станка с ЧПУ; <i>Развивающая:</i> -развить у обучаемых навык работы на токарно-фрезерном станке с ЧПУ.	Практический	Тест по пройденной теме	Фронтальная

5.5. Разработка плана проведения занятия по теме «Устройство станка DMG C TX beta 800 TC»

Тема урока: «Устройство станка DMG MORI CTX beta 800 TC»

Цели:

Дидактическая: сформировать у слушателей представление о токарно-фрезерном станке DMG MORI CTX beta 800 TC;

Развивающая: развить профессиональный интерес;

Воспитательная: воспитать культуру речи и общения с использованием специальной предметной терминологии.

Тип урока: комбинированный

Оснащение урока: мультимедийный проектор, компьютер, экран, слайды

Ход занятия представлен в таблице 42.

Таблица 42 – Ход занятия

№	Этап	Время	Деятельность преподавателя	Деятельность учащихся
1	Организационный	3	Приветствует учащихся. Проверяет наличие отсутствующих	Приветствуют преподавателя. Отзываются на фамилии
2	Сообщение цели и задачи занятия.	2	Сообщает цели и задачи занятия	Записывают и слушают
3	Актуализация знаний	5	Задаёт вопросы	Отвечают на вопросы
4	Изучение нового материала	60	Рассказывает новый учебный материал с использованием презентации	Слушают, записывают конспект изучаемого материала. Запоминают новый материал.
5	Закрепление нового изученного материала	15	Даёт практическую работу. Раздаёт бланки с заданиями	Выполняют практическую работу и сдают её преподавателю
6	Подведение итогов занятия, выдача домашнего задания.	5	Подводит итоги занятия, выдаёт домашнее задание: повторить пройденный материал.	Слушают преподавателя и записывают домашнее задание в тетрадь.

Чтобы определить уровень знаний обучающихся, преподаватель в начале занятия задаёт им вопросы, которые приведены в таблице 43.

Таблица 43 – Перечень вопросов для проверки знаний у обучающихся

Вопрос	Предлагаемый ответ
Что такое станок	Машина для обработки деталей
Какие станки вам приходилось видеть	Токарный, фрезерный, сверлильный, радиально-сверлильный, токарно-фрезерный, станки с ЧПУ
Для какой цели служат станки	Для обработки различных деталей
Какие основные узлы вы знаете у токарного станка с ПУ	Станина, передняя бабка, шпиндель, механизм подачи, суппорт, фартук, задняя бабка.
Знаете ли вы что содержит на пульте ПУ	Планшет, сигнальный маячок, руководство оператора и документации, зажим-держатель, инструментальный лоток.

В методической части дипломного проекта был проведён анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», разработан тематический план дисциплины «Устройство обрабатывающих центров и станков с ПУ», а также был разработан план учебного занятия по теме «Устройство станка DMG MORI CTX beta 800 TC» и презентация в качестве методического обеспечения учебного занятия. Занятия проходят на базе учебного центра ДПО «Уральского дизель-моторного завода».

Конспект урока по теме «Устройство станка DMG MORI CTX beta 800 TC» приведён в приложении Б, а презентация к уроку в приложении В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Корпус компрессора» в условиях среднесерийного производства.

Предлагаемый технологический процесс обеспечивает экономически выгодные показатели выпуска продукции высокого качества, с применением на предприятии современного оборудования и режущего инструмента. Замена универсального оборудования позволила увеличить производительность труда и снизить себестоимость продукции. Для операции «Токарная с ЧПУ» была разработана управляющая программа для обработки детали.

При разработке проекта были учтены требования к материалу детали, точности и качеству поверхностей.

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

Поставленные задачи выпускной квалификационной работы решены, цели достигнуты.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алюминиевый сплав АЛ9 [Электронный ресурс] – <http://fx-commodities.ru/articles/alyuminievyj-splav-al9/>. Дата обращения 21.05.2019.
2. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие для вузов – 5-е изд., перераб. и доп. – М, ООО ИД «Альянс» 2007. – 256 с.
3. Дипломное проектирование: учебное пособие / Н.В. Бородина, Г.Ф. Бушков. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-т, 2011. 90 с.
4. Зими́на Е. Ю. Выпускная квалификационная работа: подходы, содержание, оформление: учеб. пособие / Е. Ю. Зими́на, Г. Р. Мугинова, Л. Н. Осадчая; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2012. - 73 с.
5. Каталог металлорежущего инструмента «Korloy». 2016/2017 -1121с.
6. Каталог металлорежущего инструмента Hoffmann Group 2017/2018-988с.
7. Каталог фрезерного инструмента Horn 2008 - 352с.
8. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. унта, 2013. 137 с.
9. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. Пособие / Т.А. Козлова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Гос. Проф.-пед. ун-та, 2001. – 180 с.
10. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

11. Мирошин Д.Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ [Текст]: Учеб. пособие. / Д.Г. Мирошин, Т.В. Шестакова, О.В. Костина, Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-та, 2009. 96 с.
12. Мосталыгин, Г.П. Технология машиностроения [Текст]: / Г.П. Мосталыгин Г.П., Н.Н. Толмачевский. – М.: Машиностроение, 1990. – 287.
13. Общемашиностроительные нормативы времени станочных работ: Сер. Пр-во М.: Машиностроение, 1974. - 416 с.
14. Отливки из металлов и сплавов ГОСТ 26645-85.
15. Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия. ГОСТ 1583-93.
16. Производственный календарь на 2019 год [Электронный ресурс] <http://www.consultant.ru/law/ref/calendar/proizvodstvennyye/2018/>. Дата обращения 29.05.2019.
17. Профессиональный стандарт профессиональный стандарт "Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением" [Электронный ресурс] – <http://prom-nadzor.ru/prof-standart/prikaz-ministerstva-truda-i-socialnoy-zashchity-rf-ot-4-avgusta-2014-g-n-530n>. Дата обращения 20.05.2019.
18. Руководство оператора Siemens840D sl 2005 – 371 с.
19. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 1т- 656с.
20. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 2т- 496с.
21. Суриков В.П. К вопросу о расчете затрат на эксплуатацию прогрессивного режущего инструмента/В.П. Суриков [Текст]//Проблемы экономики, организации и управления в России и мире: Материалы III международной научно-практической конференции (22 октября 2013 года).-

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень графического материала

Название	Формат
Чертеж детали	1 лист А1
Чертеж заготовки	1 лист А1
Иллюстрации технологического процесса	2 листа А1
Фрагмент управляющей программы	1 лист А1
Технико-экономические показатели проекта	1 лист А1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Конспект учебного занятия по теме «Устройство станка DMG MORI CTX beta 800 TC»

(Слайд 1)

Благодаря современному технологическому прогрессу, усовершенствовалась металлообрабатывающая отрасль, уменьшились риски для человека при работе с металлом.

Использование числового программного управления на станках, дает возможность изготавливать детали в соответствии к заданным размерам. Эта система уменьшает количество брака в готовом изделии.

Благодаря устройству ЧПУ минимизируется вмешательство человека в работу машины при изготовлении детали, тем самым уменьшая затраты на производстве.

(Слайд 2)

Предназначение станка DMG MORI CTX beta 800 TC

Станок предназначен для комплексной токарно-фрезерной обработки деталей. На данном станке можно обрабатывать как наружные, так и внутренние поверхности, нарезать резьбу, фрезеровать.

(Слайд 3)

Особенности станка DMG MORI CTX beta 800 TC:

Ультеракомпактный токарно-фрезерный шпиндель соответствует требованиям минимальной площади рабочей зоны и обладает увеличенным на 20 % крутящим моментом. С новой осью В площадь больше на 170 мм: растачивание или точение внутренних поверхностей полых деталей длиной до 150 мм. Токарно-фрезерный шпиндель может работать со скоростью 12 000 об/мин, 22 кВт и 120 Нм. На данном станке есть дополнительная опция - ускоренная версия шпинделя с 20 000 об/мин. Размер обрабатываемой детали диаметром до \varnothing 500 мм и с длиной обточки 800 мм на 7.8 м². Комплексная 6-осевая обработка главным шпинделем с моментом до 770 Нм (дополнительная опция) и протившпинделем со скоростью до 6 000 об/мин. Большая и хорошо

									Лист
									102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.214.ПЗ				

просматриваемая рабочая зона с удобным доступом и глубиной 350 мм до оси шпинделя. Обработка эксцентриков благодаря увеличенному до 200 мм ходу по оси Y.

(Слайд 4-6)

Технические характеристики станка DMG MORI CTX beta 800 TC:

Параметр	Значение
1	2
Рабочая зона	
Макс. диаметр точения	500 мм
Макс. длина точения	800 мм
Макс. расстояние от главного шпинделя до задней бабки (без патрона)	1020 мм
Главный шпиндель	
Встроенный мотор-шпиндель с осью C (0,0001°)	5 000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	33 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	580 Нм
Макс. внутренний диаметр зажимной втулки	102 мм
Противошпиндель (опция)	
Встроенный мотор-шпиндель с осью C (0,0001°)	6000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	12 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	170 Нм
Токарно-фрезерный шпиндель	
Макс. частота вращения	20000 об/мин
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	87 Нм
Ось В	
Диапазон перемещения оси В	220.0 °
Инструментальный магазин	
Макс. количество позиций инструмента	80 позиций
Макс. диаметр инструмента	120 мм
Верхний суппорт для токарно-фрезерного шпинделя	
Ход по осям X/Y/ Z	480 [+470, -10] / ±100 / 845 мм

Ускоренный ход по осям X/Y/ Z	36 / 40 / 40 м/мин
Размеры станка	
Занимаемая площадь в базовой комплектации с транспортером для стружки, без внутренней подачи СОЖ	10,2 кв.м.

(Слайд 7-9)

Основные узлы станка DMG MORI CTX beta 800 TC

Вся конструкция оборудования в основном состоит из узлов, задача которых выполнять положенную на них определенную функцию. Основной задачей данного станка является обработка различных заготовок.

Среди основных узлов станка выделяют:

1. Основание
2. Станина
3. Шпиндельная бабка
4. Противошпиндель
5. Револьверная головка
6. Панель управления

Основание. Представляет собой литую прямоугольную форму, которая в паре со станиной обеспечивает крепкую конструкцию и виброустойчивость;

Станина. Выступает главной деталью станка. Она соединяет остальные узлы и механизмы устройства. Состоит из двух стенок, соединение между которыми осуществляется благодаря поперечным элементам, обеспечивающих жесткость и крепость;

Шпиндельная бабка. В ней находится шпиндельный подшипниковый узел, который фиксирует и вращает установленную заготовку;

Противошпиндель. Данный станок имеет противошпиндель. Благодаря противошпинделю деталь может обрабатываться с двух сторон за один установ.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

Главный шпиндель и протившпиндель могут работать как синхронно, так и по отдельности.

(Слайд 10)

Панель управления станком. На данном станке стоит система управления ERGOnline Control с сенсорным дисплеем Multi-Touch с диагональю 21,5 дюйма и системой управления Siemens. Панель содержит 12 приложений для удобства работы оператора. Универсальное управление, документирование и визуализация заданий, процессов и данных станка. Имеет совместимость с системами PPS и ERP. Также данная система имеет возможность сетевого подключения к системам CAD/CAM.

(Слайд 11)

Револьверная головка TRIFIX. Данная головка обеспечивает высокопроизводительную обработку. Она быстрая, точная. Время установки инструмента 30 секунд благодаря использованию VDI с TRIFIX. Точность позиционирования данной головки меньше 10 мкм при переходе от одной позиции к другой. Все приводные инструменты полностью выставленные. Данная головка имеет возможность крепление VDI. Головка имеет высокую стабильность и длительную точность: подпружиненный двойной центрирующий элемент обеспечивает отсутствие зазоров. Повышенная жесткость за счет увеличенной контактной поверхности с типовой схемой расположения отверстий.

(Слайд 12)

Цепной инструментальный магазин для сокращения вспомогательного времени

- Цепной магазин на 48 или 80 инструментов в качестве опции
- Инструменты длиной до 300 мм и диаметром до 125 мм

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

(Слайд 13)

Особенности серии СТХ

Все станки серии СТХ отличаются применением высококачественных компонентов на высоком техническом уровне. Благодаря этому станки СТХ всегда обеспечивают максимальный уровень характеристик – быстроту, точность и надёжность.

(Слайд 14-15)

Дооснащение станка DMG MORI CTX beta 800 TC

Ориентированные на пользователя уровни дооснащения обеспечивают максимальную производительность. Ключевые характеристики:

- Устанавливаемый дополнительно противопиндель для обработки с тыльной стороны;
- Ось Y для комплексной обработки эксцентрических поверхностей деталей сложной конфигурации;
- Максимальная жесткость обеспечивается за счет согласованного перемещения по осям X и Xs;
- Автоматически перемещаемый люнет обеспечивает без вибрационную обработку деталей большой длины, например валов.

(Слайд 16)

Заключение.

Знание устройства станка с ЧПУ и его основных узлов, позволит вам быстро включиться в работу с данным агрегатом, а в случае чего, устранить неполадки, или объяснить мастеру суть проблемы. Показываю видео.

(Слайд 17)

А сейчас закрепим полученные знания на сегодняшнем занятии. Вам нужно выполнить тест по пройденной теме.

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

Лист раздаточного материала

Тест по теме «Устройство станка DMG MORI CTX beta 800 TC»

1. Для закрепления заготовки и передачи ей вращения применяют:

А) Станина, Б) Передняя бабка, В) Направляющая, Г) Трёхкулачковый патрон

2. Литая прямоугольная форма, которая в паре со станиной обеспечивает крепкую конструкцию и виброустойчивость это:

А) Шпиндельная бабка, Б) Основание, В) Револьверная головка

3. Какие двигатели применяются для привода подач станка с ЧПУ?

А) Серводвигатель, Б) Асинхронный постоянного тока, В) Шаговый

4. Дополните предложение: Токарно-фрезерный шпиндель может работать со скоростью ...

5. Имеет ли станок DMG MORI CTX beta 800 TC протившпиндель?

6. Какую систему управления имеет станок DMG MORI CTX beta 800 TC?

7. Какая вместимость цепного инструментального магазина?

8. За счёт чего обеспечивается максимальная жёсткость?

9. Для чего предназначен станок DMG MORI CTX beta 800 TC?

10. Для чего служит протившпиндель?

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Презентация к занятию по теме «Устройство станка DMG MORI CTX beta 800 TC»

Слайд 1



Слайд 2



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.214.ПЗ

Лист

108

Слайд 3

Особенности станка DMG MORI CTX beta 800 TC



Слайд 4

Технические характеристики станка DMG MORI CTX beta 800 TC

Параметр	Значение
1	2
Рабочая зона	
Макс. диаметр точения	500 мм
Макс. длина точения	800 мм
Макс. расстояние от главного шпинделя до задней бабки (без патрона)	1020 мм
Главный шпиндель	
Встроенный мотор-шпиндель с осью C (0,0001°)	5 000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	33 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	580 Нм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Слайд 5

Технические характеристики станка DMG MORI
CTX beta 800 TC

Параметр	Значение
Макс. внутренний диаметр зажимной втулки	102 мм
Противопиндель (опция)	
Встроенный мотор-шпиндель с осью С (0,0001°)	6000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	12 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	170 Нм
Токарно-фрезерный шпиндель	
Макс. частота вращения	20000 об/мин
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	87 Нм
Ось В	
Диапазон перемещения оси В	220.0 °

Слайд 6

Технические характеристики станка DMG MORI
CTX beta 800 TC

Параметр	Значение
Инструментальный магазин	
Макс. количество позиций инструмента	80 позиций
Макс. диаметр инструмента	120 мм
Верхний суппорт для токарно-фрезерного шпинделя	
Ход по осям X/Y/ Z	480 [+470, -10] / ±100 / 845 мм
Ускоренный ход по осям X/Y/ Z	36 / 40 / 40 м/мин
Размеры станка	
Занимаемая площадь в базовой комплектации с транспортером для стружки, без внутренней подачи СОЖ	10,2 кв.м.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

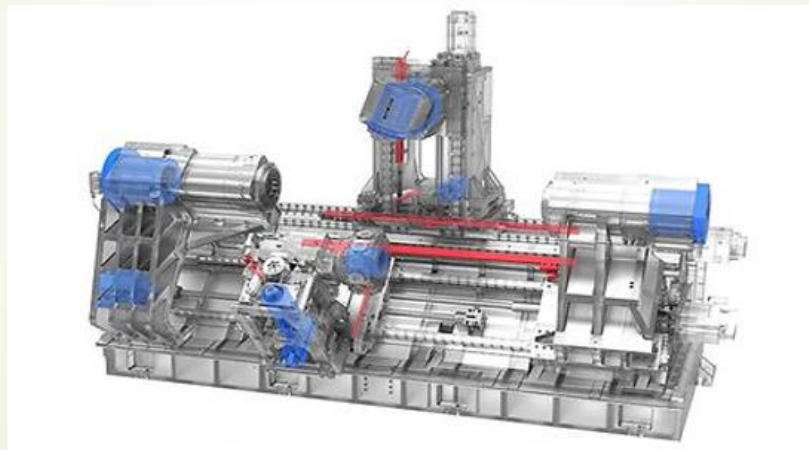
Слайд 7

Основные узлы станка DMG MORI CTX beta 800 TC

- Основание
- Станина
- Шпиндельная бабка
- Противошпиндель
- Револьверная головка
- Панель управления

Слайд 8

Основные узлы станка DMG MORI CTX beta 800 TC



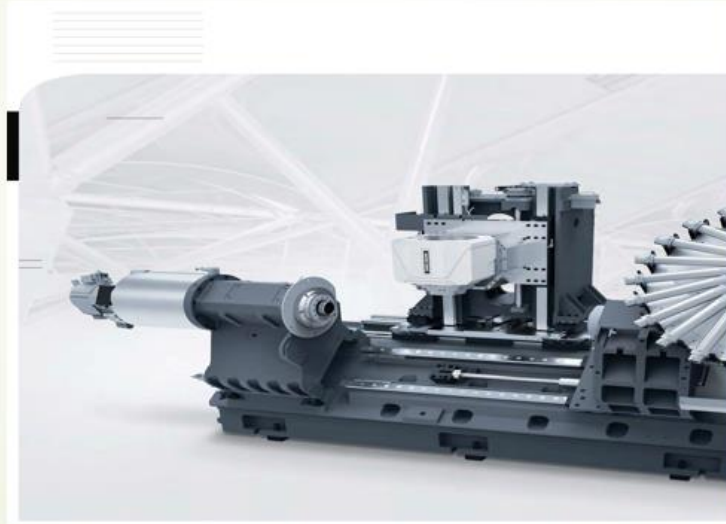
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.214.ПЗ

Лист

111

Основные узлы станка DMG MORI CTX beta 800 TC



Панель управления станком



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

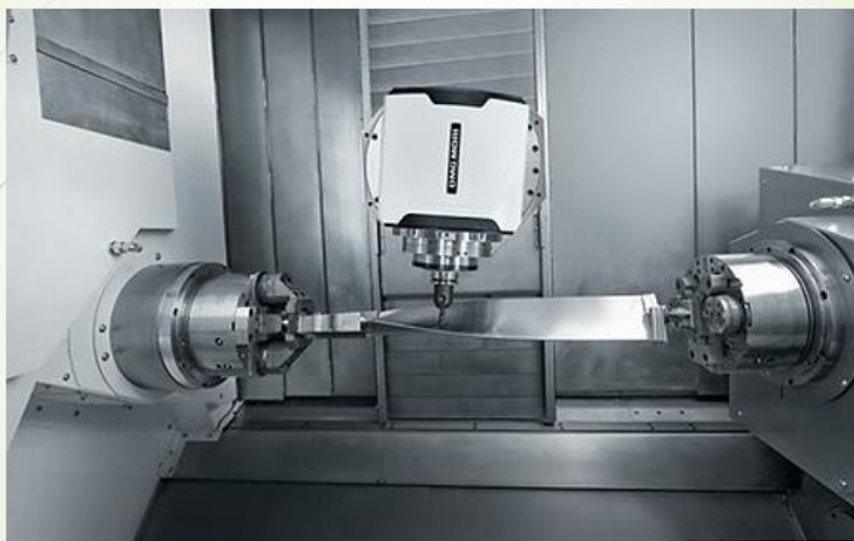
Револьверная головка TRIFIX



TRIFIX®: быстрая, точная и совместимая с креплением VDI наладка

- + В стандартном исполнении для всех револьверных головок типа «звездочка»
- + Время установки инструмента < 30 с благодаря использованию VDI с TRIFIX®
- + Высокая стабильность и длительная точность: подпружиненный двойной центрирующий элемент обеспечивает отсутствие зазоров. Повышенная жесткость за счет увеличенной контактной поверхности с типовой схемой расположения отверстий
- + Повторяемость < 6 мкм (тот же инструмент, та же позиция)
- + Точность позиционирования < 10 мкм при переходе от одной позиции к другой
- + Полностью выставленные приводные инструменты
- + Возможно применение креплений VDI
- + Применение инструментов большого размера с передаточным числом до 4:1 благодаря компактной конструкции револьверной головки

Цепной инструментальный магазин



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

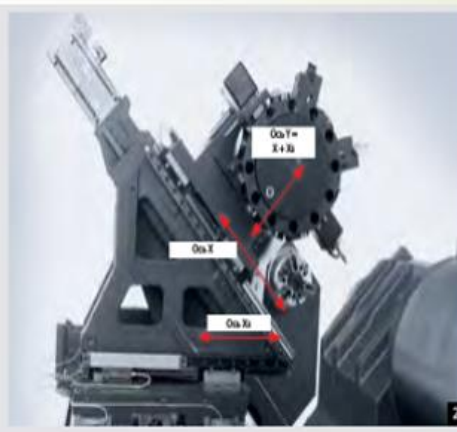
Особенности серии CTX



Особенности серии CTX

- + Минимальное время от стружки к стружке обеспечивается минимальным временем переключения револьверной головки (30°, 0,4 с)
- + Время переналадки инструмента < 30 с обеспечивается применением прецизионной системы быстрой смены инструмента TRFDX* (для револьверной головки типа «звёздочка» в стандартном исполнении)
- + Высокая долговременная точность благодаря оптическим линейкам по оси X в стандартном исполнении
- + Максимальная термическая стабильность обеспечивается применением мотор-шпинделей с жидкостным охлаждением
- + Высокие режимы резания благодаря револьверной головке Direct Drive с приводными инструментами до 34 Нм на станках CTX alpha и beta (опция)
- + **НОВАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ:** 6 инструментальных позиций Blockool со специальным креплением на револьверной головке для обеспечения максимальной стабильности (CTX beta и gamma)

Дооснащение станка DMG MORI CTX beta 800 TC



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Дооснащение станка DMG MORI CTX beta 800 TC



1: Линейный привод, обеспечивающий ускорение в 1g и скорость ускоренного хода 60 м/мин 2: Ось Y с повышенной стабильностью, за счет исключения в варианте согласованного перемещения по осям X и Z 3: Лонет с автоматическим перемещаемым лонетным суппортом обеспечивает безвибрационную обработку деталей большой длины

Ключевые характеристики

- + Устанавливаемый дополнительно противощиндель для обработки с тыльной стороны
- + Ось Y* для комплексной обработки эксцентрических поверхностей деталей сложной конфигурации; максимальная жесткость обеспечивается за счет согласованного перемещения по осям X и Xs
 - CTX alpha 300 / 500: 80 мм (±40)
 - CTX beta 500 / 800 / 1250 *linear*: 120 мм (±60)
 - CTX beta 2000: 150 мм (±75)
 - CTX gamma 1250 / 2000 / 3000: 160 мм (±80)
- + Автоматически перемещаемый лонет* обеспечивает безвибрационную обработку деталей большой длины, например, валов
 - CTX beta 800 / 1250: диаметр зажима от 8 до 200 мм (без контролшпинделя)
 - CTX beta 2000: диаметр зажима от 8 до 350 мм (с перемещением с помощью револьвера, или при помощи дополнительно устанавливаемой оси с управлением от ЧПУ)
 - CTX gamma 1250 / 2000 / 3000: диаметр зажима от 20 до 460 мм (управление через собственную ось от ЧПУ)
 - Специальные лонеты по требованию

* Опция

Заключение



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Спасибо за внимание!

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Управляющая программа

wwp	g0 g90 g54 g95
t1 d1	g18
m6	spos=0
g0 g54 g90 g18 G95	setms(2)
g96 s356 lims=600 m4 m8	s2=1592 m2=3
CYCLE95("contur",2.5,0,0,1,0.5, , ,209,0,0,1)	transmit
m9	diamof
wwp	g17
t2 d1	g0 x134 z2 y0
m6	m8
g0 g54 g90 g18 G95	F0.16
g96 s604 lims=800 m4 m8	CYCLE82(2,0,1,-25,,0)
CYCLE95("contur",2.5,0.5,0.5,1,0.2,,,209,0,0	spos=45
,1)	CYCLE82(2,0,1,-25,,0)
m9	spos=90
wwp	CYCLE82(2,0,1,-25,,0)
t1 d1	spos=135
m6	CYCLE82(2,0,1,-25,,0)
g0 g54 g90 g18 g95	spos=180
g96 s790 lims=900 m4 m8	CYCLE82(2,0,1,-25,,0)
CYCLE95("contur1",1.5,0,0,0,0.2,5,0,0,1)	spos=225
m9	CYCLE82(2,0,1,-25,,0)
wwp	spos=270
t2 d1	CYCLE82(2,0,1,-25,,0)
m6	spos=315
g0 g54 g90 g18 g95	CYCLE82(2,0,1,-25,,0)
g96 s900 lims=1100 m4 m8	m9
CYCLE95("contur1",1.5,0,0,0,0.15,5,0,0,1)	wwp
m9	t4 d1
wwp	s630 m3 m8
t3 d1	F0.25
m6	CYCLE82(2,0,1,-1,,0)

spos=45 CYCLE82(2,0,1,-1,,0)	CYCLE84(1,0,1,- 18,1,1,3,0,1,0,1.25,574,574,1,0,0,0,0,0)
spos=90 CYCLE82(2,0,1,-1,,0)	spos=270 CYCLE84(1,0,1,- 18,1,1,3,0,1,0,1.25,574,574,1,0,0,0,0,0)
spos=135 CYCLE82(2,0,1,-1,,0)	spos=315 CYCLE84(1,0,1,- 18,1,1,3,0,1,0,1.25,574,574,1,0,0,0,0,0)
spos=180 CYCLE82(2,0,1,-1,,0)	Trafoof Diamon
spos=225 CYCLE82(2,0,1,-,0)	Setms (1)
spos=270 CYCLE82(2,0,1,-1,,0)	m9
spos=315 CYCLE82(2,0,1,-1,,0)	wwp
m9	m0
t5 d1	t6 d1
s574 m3 m8	m6
F1.25	g0 g54 g90 g18 g95
CYCLE84(1,0,1,- 18,1,1,3,0,1,0,1.25,574,574,1,0,0,0,0,0)	g96 s790 lims=900 m4 m8
spos=45	CYCLE95("contur2",2.5,0,0,1,0.2,0.15,0.15,2 09,0,0,1)
CYCLE84(1,0,1,- 18,1,1,3,0,1,0,1.25,574,574,1,0,0,0,0,0)	m9
spos=90	wwp
CYCLE84(1,0,1,- 18,1,1,3,0,1,0,1.25,574,574,1,0,0,0,0,0)	t1 d1
spos=135	m6
CYCLE84(1,0,1,- 18,1,1,3,0,1,0,1.25,574,574,1,0,0,0,0,0)	g0 g54 g90 g18 g95
spos=180	g96 s1205 lims=1500 m4 m8
CYCLE84(1,0,1,- 18,1,1,3,0,1,0,1.25,574,574,1,0,0,0,0,0)	CYCLE95("contur3",1.5,0,0,0,0.4,5,0,0,1)
spos=225	m9
	t2 d1
	m6
	g0 g54 g90 g18 g95
	g96 s1471 lims=1800 m4 m8
	CYCLE95("contur3",1.5,0,0,0,0.3,5,0,0,1)
	m9

wwp	CYCLE82(2,0,1,-1,,0)
t3 d1	spos=180
m6	CYCLE82(2,0,1,-1,,0)
g0 g90 g54 g95	spos=240
g18	CYCLE82(2,0,1,-1,,0)
spos=0	spos=300
setms(2)	CYCLE82(2,0,1,-1,,0)
s2=1592 m2=3	m9
transmit	t5 d1
diamof	s574 m3 m8
g17	F1.25
g0 x134 z2 y0	CYCLE84(1,0,1,-
m8	18,1,1,3,0,1,0,1.25,574,574,1,0,0,0,0,0)
F0.16	spos=60
CYCLE82(2,0,1,-23,,0)	CYCLE84(1,0,1,-
spos=60	18,1,1,3,0,1,0,1.25,574,574,1,0,0,0,0,0)
CYCLE82(2,0,1,-23,,0)	spos=120
spos=120	CYCLE84(1,0,1,-
CYCLE82(2,0,1,-23,,0)	18,1,1,3,0,1,0,1.25,574,574,1,0,0,0,0,0)
spos=180	spos=180
CYCLE82(2,0,1,-23,,0)	CYCLE84(1,0,1,-
spos=240	18,1,1,3,0,1,0,1.25,574,574,1,0,0,0,0,0)
CYCLE82(2,0,1,-23,,0)	spos=240
spos=300	CYCLE84(1,0,1,-
CYCLE82(2,0,1,-23,,0)	18,1,1,3,0,1,0,1.25,574,574,1,0,0,0,0,0)
m9	spos=300
wwp	CYCLE84(1,0,1,-
t4 d1	18,1,1,3,0,1,0,1.25,574,574,1,0,0,0,0,0)
s630 m3 m8	Trafoof
F0.25	Diamon
CYCLE82(2,0,1,-1,,0)	Setms (1)
spos=60	m9
CYCLE82(2,0,1,-1,,0)	wwp
spos=120	m30

WWP

N1000 G0 G18 G40 G500 G90 G95

X400 Z600 S300 T0 D0 M4 M9

N1010 M17

CONTUR

G18 G90 DIAMON ;*GP*

G0 Z2 X121;*GP*

Z0;*GP*

G1 X145;*GP*

Z2 ;*GP*

G0 X97.5; *GP*

G1 X60;*GP*

Z0;*GP*

G1 X74;*GP*

M17

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		120

ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Комплект технологической документации

					ДП 44.03.04.214.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		121

Обозначение державок для наружного точения по ISO компании «KORLOY»

P S K N R 25 25 - M 12

1

Система крепления

2

Форма СМП

3

Тип державки по углу в плане

4

Задний угол СМП

5

Исполнение

6

Высота державки

7

Ширина державки

8

Длина державки

9

Длина режущей кромки

1 Система крепления
P S K N R 25 25 - M 12



C D M P S W

2 Форма СМП
P S K N R 25 25 - M 12



C D E K L R S T V W

3 Тип державки по углу в плане
P S K N R 25 25 - M 12



B D E F G J K L N R S T V Y

4 Задний угол СМП
P S K N R 25 25 - M 12



B C D E F N P

5 Исполнение
P S K N R 25 25 - M 12



L N R

6 Высота державки
P S K N R 25 25 - M 12



H

7 Ширина державки
P S K N R 25 25 - M 12



W

8 Длина державки
P S K N R 25 25 - M 12



A - 32	H - 100	Q - 180	Специальная геометрия
B - 40	J - 110	R - 200	
C - 50	K - 125	S - 250	
D - 60	L - 140	T - 300	
E - 70	M - 150	U - 350	
F - 80	N - 160	V - 400	
G - 90	P - 170	W - 450	

9 Длина режущей кромки
P S K N R 25 25 - M 12



I

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись Дата

Обозначение осевого инструмента компании «GARANT»

Инструментальный материал	HSS E	Быстрорежущая сталь, легированная кобальтом (5%)	HSS E-PM	Порошковая быстрорежущая сталь	VHM	Мелкозернистый цельный твердый сплав, группы сплавов K10-K40 и P40	HSS E-SPM	Специальная порошковая быстрорежущая сталь, с высоким содержанием кобальта		
	PKD	Поликристаллический алмаз	Кермет	Кермет						
Тип	Тип N	Тип N = нормальный		Твердосплавный роутер с разнонаправленными зубьями для высокопроизводительной обработки	HR	Мелкий черновой профиль		Левое резание		
Стандарт	DIN 206 B	Соотв. DIN 206	EN 22568	Соотв. Euro-Norm 22568	Норма	Заводской стандарт	DIN 371	Соотв. DIN 371		
Хвостовик	<p>Твердосплавные сверла и фрезы с хвостовиком DIN 6535-HA (от $\varnothing \geq 6$ мм) по желанию могут поставляться с лыской на хвостовике HB или HE:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p> h6 DIN 6535 HA HB HE</p> <p>Обращайте внимание на текст под заголовком Указание в описании соответствующего режущего инструмента. Требуется: 1 сверло № 12 2659 разм. 10 с лыской HE; Пример заказа: 1 шт. № 12 2659 разм. 10 + 1 шт. № 12 9100 HE</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p> h6 DIN 1835 B</p> <p>Хвостовик с допуском h6 с лыской по DIN 1835-B</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p> h7</p> <p>Хвостовик с допуском h7 с 3 лысками для 3-кулачковых патронов</p> </div> </div> <p>Изготовление лыски на хвостовике: по индивидуальному заказу – возможность отказа от заказа не предусмотрена.</p>									
Длина	25xD	Длина рабочей части $25 \times \varnothing$ (сверло для глубокого сверления)		Общая длина режущего инструмента		Фреза с обниженным хвостовиком (L4)		Диаметр обнижения (D4)		
Угол	180°	Ступенчатый инструмент для цекования 180°		Возможна подача фрезы в этом направлении	60°	Зенковка с углом при вершине 60°	90°	Зенкующая ступень	118°	Угол при вершине 118°
Форма / зубья	90°	Допуск прецизионного инструмента в мкм-диапазоне		Прогрессивная геометрия спиральной канавки		Форма C	45°	Фаска 45° на вершине режущей кромки		Скруглённая вершина режущей кромки
Резьба	MF	Метрическая мелкая резьба	EG-M	Метрическая резьба для проволоочных вставок	60°	С углом профиля 60°	CS	2-3 шага резьбы Форма C с поднутрением		Необходимый для метчика \varnothing отверстия под резьбу
Допуск	H7	Для отверстий с допуском H7	ISO 2 6H	Метрическая резьба ISO Класс применения 2 6H = средний допуск	m7	\varnothing режущей кромки, допуск m7		$-0,007$ $+0,002$		\varnothing режущей кромки, абсолютные величины допуска
Применение	HPC	High Performance Cutting для максимальной производительности	MTC	Multi Task Cutting Инструмент MTC с пониженной силой резания	TPC		Trochoidal Performance Cutting Динамическое трохоидальное фрезерование			С внутренним охлаждением, минимальное давление 25 бар. При работе со сверлами от $12 \times D$ в систему подачи СОЖ должен быть вставлен фильтр 20 – 25 мкм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.214.ПЗ

Лист

124