

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
(наименование института полностью)
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование кафедры)
15.03.01 «Машиностроение»
(код и наименование направления подготовки)
Технологии, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств
(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка технологического процесса изготовления детали «плечо»,
входящего в узел Направляющий аппарат Усть-Хантайской ГЭС

Студент(ка)	<u>О.В. Бейбулатова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Д.А. Расторгуев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>И.В. Дерябин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой
к.т.н, доцент

_____ **Н.Ю. Логинов**
(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Бейбулатова, О.В. Разработка технологического процесса изготовления детали «плечо» входящего в узел Направляющий аппарат Усть-Хантайской ГЭС: Бакалаврская работа / О.В.Бейбулатова. – Тольятти: ТГУ, 2017. – 61 с.

Пояснительная записка составлена на 61 листах формата А4, которая содержит 5 основных глав. В работе предоставлены 10 листов графической части формата А1, один лист формата А2, 26 таблиц, 63 формул и 19 рисунков и 10 листов приложений формата А4.

Ключевые слова: тяжелое машиностроение, технологический процесс, заготовка, станочное приспособление, режимы резания, режущий инструмент, нормирование, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность.

В процессе работы разработан технологический процесс механической обработки детали «Плечо», входящий в узел Направляющий аппарат Усть-Хантайской ГЭС. Рассчитан тип производства, произведен анализ технологичности детали, анализ выбора метода получения заготовки. Выбрано оборудование для обработки, рассчитаны режимы резания, подобран режущий инструмент. В результате работы было спроектировано специальное приспособление и специальный резец для обработки на станке. Рассмотрен вопрос безопасности и экологичности технического объекта, произведен расчет экономической эффективности проекта.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.	7
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	8
1.1 Анализ служебного назначения и условий работы детали	8
1.1.1 Анализ технологичности конструкции детали	9
1.1.2 Оценка технологичности детали	9
1.1.3 Систематизация поверхностей детали	9
1.2 Задачи проекта	11
1.3 Выбор стратегии разработки техпроцесса	12
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	13
2.1 Выбор метода получения заготовки	13
Технико-экономическое обоснование	
2.1.1 Выбор метода получения заготовки	13
2.1.2 Экономическое обоснование получения заготовки	13
2.2 Разработка технологического маршрута	15
2.3 Выбор средств технологического оснащения	18
2.3.1 Выбор оборудования	19
2.3.2 Выбор приспособлений	19
2.3.3 Назначение режущих инструментов	19
2.3.4 Выбор средств контроля	20
2.3.5 Выбор вспомогательного инструмента	21
2.4 Разработка операций механической обработки	22
2.4.1 Определение припусков и проектирование заготовки	23
2.4.2 Расчет припуска на механическую обработку и размерные допуски по стандарту	32
2.4.3 Расчет режимов резания	34
2.5 Нормирование технологического процесса	42
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	46

3.1 Назначение, состав и описание работы приспособления	46
3.2 Расчет приспособления	46
3.2.1 Требуемое усилие зажима, мощность привода	47
3.2.2 Оценка эффективности приспособления	48
3.3 Проектирование режущего инструмента	48
4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ	51
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта	51
4.2 Выявление опасных факторов	51
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	52
4.4 Пожарная безопасность при изготовлении	52
4.5 Экологическая безопасность	54
4.6 Комплекс мер по предотвращению загрязнения окружающей среды	54
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	59
Приложения: технологическая документация	

ВВЕДЕНИЕ.

Продукция предприятий машиностроения играет решающую роль в реализации достижений научно–технического прогресса во всех областях хозяйства. Современный уровень развития народного хозяйства и научно–технического прогресса, а также растущие потребности населения настоятельно требуют повышения качества выпускаемой продукции. Проблема качества особенно важна для машиностроения, так как качество продукции по мере развития НТП все в большей степени зависит от уровня технологии и определяется рядом таких факторов, как механизация и автоматизация технологических процессов, их непрерывность, качество исходных материалов, организация труда, требование техники безопасности и охраны труда на производстве.

Технология в значительной степени определяет состояние и развитие производства. Правильно и грамотно разработанный технологический процесс обеспечивает качество, снижение материальных и трудовых затрат на изготовление, снижение норм времени на изготовление продукции. Для конкурентоспособности и развития тяжелого машиностроения требуется усовершенствование старых и поиск наиболее эффективных методов обработки деталей машин.

Тема работы является актуальной, так как главной, из поставленных задач, является повышение качества выпускаемой продукции АО «Тяжмаш» и снижение трудоемкости, конкретного узла Плечо, для Усть-Хантайской ГЭС.

Цель работы – проектирование нового технологического процесса механической обработки с целью снижения себестоимости детали и уменьшения затрат труда на ее изготовление.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Анализ служебного назначения и условий работы детали

«Плечо» является сборочной единицей гидротурбины «Усть-Хантайская ГЭС». Плечо механизма поворота лопастей имеет вид плоского цилиндрического основания с центральным отверстием и отходящего от нее «хвостика» с коническим галтельным основанием. Во время работы на плечо действуют огромные нагрузки, поэтому требования к его изготовлению жесткие. В настоящее время способ изготовления Плечо путемковки с использованием подкладных штампов является единственным, применяющимся на производстве.

В качестве материала Плечо принимаем конструкционную нелегированную сталь Сталь 25Л ГОСТ 977-88.

Химический состав и механические свойства стали привожу в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1-Химический состав стали 25Л ГОСТ 977-88

Химический элемент	% содержания
Кремний «Si»	0,2-0,5
Медь «Cu»	0,3 (не более)
Марганец «Mn»	0,35-0,9
Никель «Ni»	0,3 (не более)
Фосфор «P»	0,04 (не более)
Хром «Cr»	0,3 (не более)
Сера «S»	0,045 (не более)

Таблица 2-Механические свойства стали 25Л ГОСТ 977-88

Показатель	
Предел текучести, мПа	235
Врем.сопротивл., мПа	441
Отн.удл., %	19
Ударная вязкость, кДж/м ²	382
Отн.сужение, %	33
КСУ, Дж/м ²	35

1.1.1 Анализ технологичности конструкции детали

Разработка техпроцесса изготовления отливки начинается с анализа технологичности конструкции литой детали. Технологичной считается такая конструкция, которая позволяет получать её задуманного качества при минимальных затратах и стоимости.

1.1.2 Оценка технологичности детали

Деталь Плечо отвечает общим технологическим требованиям, предусмотренными при ее конструировании:

—деталь имеет удобную технологическую базу, гарантирующую надежную установку заготовки при ее обработке;

—конструктивная форма детали позволяет удобно подводить режущий инструмент к обрабатываемой поверхности и свободно его выводить;

Таким образом, можно сделать вывод, что деталь технологична. Это дает возможность использовать высокопроизводительные методы ее обработки.

1.1.3 Систематизация поверхностей детали

Количественная оценка технологичности необходима для определения дополнительных параметров (коэффициента) по технологичности из-за отсутствия данных по трудовым и материальным затратам.

Для определения коэффициентов проведем расчет и составим таблицу 3

1. Коэффициент точности обработки:

$$K_{TO} = 1 - \frac{1}{T_{cp}}, \quad (1)$$

где T_{cp} – средний квалитет точности.

$$\begin{aligned} T_{cp} &= \frac{A_i * n_i}{n} \\ &= \frac{1 \cdot 6 + 1 \cdot 6 + 15 \cdot 14 + 1 \cdot 6 + 4 \cdot 6 + 1 \cdot 14 + 2 \cdot 14 + 3 \cdot 14 + 1 \cdot 6 + 2 \cdot 6}{31} \\ &= \frac{354}{31} = 11,4 \end{aligned}$$

$$K_{TO} = 1 - \frac{1}{11,4} = 0,92,$$

При $K_{TO} > 0,8$ деталь считается технологичной по коэффициенту точности.

1. Коэффициент шероховатости поверхностей:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ra_{cp}} \quad (2)$$

$$Ra_{cp} = \frac{Ra_i \cdot n_i}{n} = \frac{4 \cdot 2,5 + 20 \cdot 20 + 7 \cdot (10)}{31} = \frac{480}{31} = 15,4$$

где Ra_i - шероховатость i -й поверхности, n_i - количество поверхностей, имеющих шероховатость

$$K_{ш} = \frac{1}{15,4} = 0,06$$

При $K_{ш} < 0,32$ деталь считается технологичной по коэффициенту шероховатости.

Таблица 3-Конструктивные элементы детали

Наименование поверхности	Поверхность	№ поверхности	Кол-во	Квалитет	Ra, мк
Основная конструкторская база	Цилиндрические поверхности	1	1	6	2,5
Вспомогательная конструкторская база		2	1	6	2,5
Свободная поверхность	Фаски	3-17	15	14	20
Вспомогательная конструкторская база	Торцевая поверхность	18	1	6	10
Вспомогательная конструкторская база	Отверстия	19-22	4	6	10
Вспомогательная конструкторская база	Отверстия	19-22	4	6	10
Свободная поверхность	Отверстия	23	1	14	10
Свободная поверхность	Отверстия	24-25	2	14	20

Продолжение таблицы 3

Наименование поверхности	Поверхность	№ поверхности	Кол-во	Квалитет	Ra, мк
Свободная поверхность	Отверстия	26-28	3	14	20
Исполнительная поверхность	Отверстия	29	1	6	2,5
Вспомогательная конструкторская база	Торцевая поверхность	30-31	2	6	10

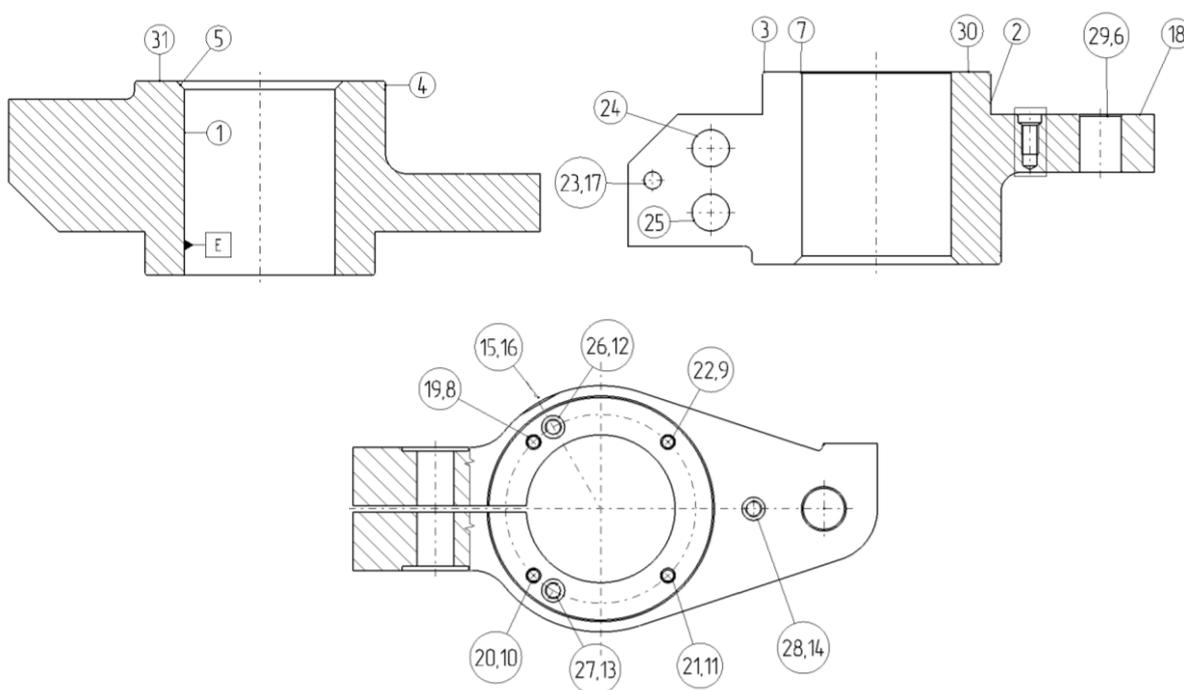


Рисунок 1 – Обозначение поверхностей

1.2 Задачи работы

Цель работы – проектирование нового технологического процесса механической обработки с целью снижения себестоимости детали и уменьшения затрат труда на ее изготовление.

Это осуществляется за счет технического перевооружения производства, использование современного инструмента и оснастки, повышения коэффициента использования материала, снижения времени занятости рабочего и повышения гибкости участка (применение станков с ЧПУ). Из всего вышеперечисленного, нам необходимо:

- разработать альтернативный технологический процесс изготовления «Плечо»;
- провести технико–экономические расчеты;
- сделать выводы по проделанной работе.

1.3 Выбор стратегии разработки техпроцесса

Выделяют 3 типа производства – массовое, серийное, единичное.

Ориентируясь на таблицу 4 определяем тип производства. Деталь массой 117 кг и выпуску 1500 шт/год относится к крупносерийному производству.

Таблица 4-Тип производства

Тип производства	Количество обрабатываемых деталей одного наименования в год		
	Тяжелых (весом свыше 500кг)	Средних (от 30 кг до 500 кг)	Мелких (весом до 30 кг)
Массовое производство	Свыше 1000	Свыше 5000	Свыше 50000
Крупносерийное производство	От 300 до 1000	От 500 до 5000	От 5000 до 50000
Серийное производство	От 10 до 300	От 200 до 500	От 500 до 5000
Мелкосерийное производство	От 5 до 10	От 10 до 200	От 100 до 500
Единичное производство	До 5	До 10	До 100

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор метода получения заготовки. Технико-экономическое обоснование

2.1.1 Выбор метода получения заготовки

При выборе способа получения исходного материала (заготовки) учитывают все факторы, в частности назначение детали, условия работы, материал, количество выпуска, профиль будущей детали.

От выбора оптимальной заготовки зависит многое, в том числе срок изготовления, себестоимость изготовления, качество продукции.

Изготовление «Плечо» способами литья или сваркой изначально сформированных ковкой не позволяет получить заложенную прочность детали. Рассмотрим другие способы:

1. Ковка
2. Отливка

2.1.2 Экономическое обоснование получения заготовки

Первоначальные данные:

Материал: Сталь 25Л ГОСТ 977-88

Масса : 117 кг

Имеющиеся поверхности (Ra, мкм) – 2,5; 10; 20

Точность (квалитет) – 6-14

Количество изготовления (шт.) – 1500

Приводятся сравнения способов получения заготовки в таблице 5

Таблица 5-Таблица способов получения заготовок

Наименование	1 способ	2 способ
Заготовка	Отливка	Ковка с использованием штампов
Класс точности	3 класс	2 класс
Масса заготовки m_3 , кг	136	198,9
Коэффициент использования материала, $K_{им} = m_d / m_3$	0,579	0,632

Масса заготовки, полученной ковкой

$$Q=178,9 \text{ кг}$$

Стоимость заготовки:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{S_M}{1000} Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_n \right) - Q - q \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \quad (3)$$

где K_T ; K_C ; K_B ; K_M ; K_n – коэффициент, принятый в зависимости от точности, сложности, веса, принятого материала и количества изготавливаемых деталей;

$$S_{\text{заг}} = ((62600/1000) \cdot 178,9 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 0,78 \cdot 1,34) - (178,9 - 117) \cdot (8300/1000) = 20863,898 \text{ руб.}$$

Масса заготовки, полученной отливкой в песчано-глинистой форме

$$Q = 136 \text{ кг}$$

Стоимость отливки

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{S_M}{1000} Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_n \right) - Q - q \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000},$$

где K_T , K_C , K_B , K_M , K_n – коэффициент, принятый в зависимости от точности, сложности, веса, принятого материала и количества изготавливаемых деталей;

$$S_{\text{заг}} = ((62600/1000) \cdot 136 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,78 \cdot 1,6 \cdot 1,34) - (136 - 117) \cdot (8300/1000) = 16927,256 \text{ руб.}$$

Из сравниваемых способов заготовок при заданном объеме выпуска наиболее экономным и эффективным будет литье в песчаные формы – данный способ наиболее распространен, так как обеспечивает универсальность и простоту. Отливки имеют большую точность и максимально приближены к деталям.

Себестоимость получения заготовок таким способом значительно меньше по сравнению с другими способами.

2.2 Разработка технологического маршрута

На АО «Тяжмаш» производство детали Плечо является крупносерийным.

Базовый ТП имеет следующие недостатки:

- большое количество оборудования;
- большое время, затрачиваемое на перемещение заготовки от станка к станку;
- возникновение значительной погрешности базирования из-за частой переустановки заготовки;

Эти недостатки можно устранить, предложив обработать данную деталь с применением оборудования с ЧПУ и внедрением прогрессивного режущего инструмента.

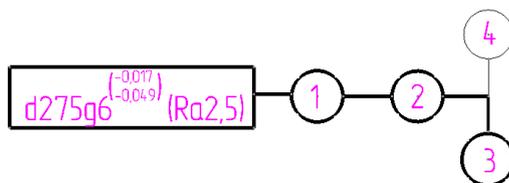
Благодаря обработки на станке DMU 210FD мы повысим точность обработки. Разметочные операции будем выполнять на станке. Это уменьшит погрешности установок. В таблице 6 приведен сравнительный анализ операций механической обработки

Таблица 6 – Сравнительная таблица технологических процессов

Наименование показателя	ТП АО «ТЯЖМАШ»	ТП вновь разработанный
Время обработки, мин	305	28,6
Количество операций мех. обработки	4	2

После получения конструкторской документации, технолог – разработчик технологической документации определяется с маршрутом изготовления, подбирает конкретное оборудование под определенную операцию для выполнения требований чертежа.

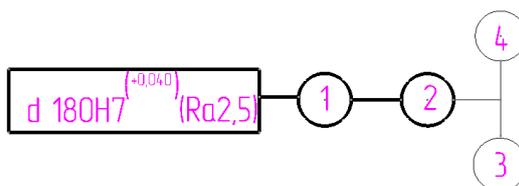
На графических изображениях ниже приводятся схемы с обработкой для получения предусмотренной чертежом шероховатости.



1–обтачивание предварительное; 2–обтачивание чистовое; 3–
обтачивание чистовое; 4–шлифование предварительное

Рисунок 2 – Альтернативный вариант обработки поверхности размера

$$\varnothing 275g6 \begin{pmatrix} -0,017 \\ -0,049 \end{pmatrix} (Ra2,5)$$



1–расточивание предварительное; 2–расточивание чистовое; 3–зенкерование
чистовое; 4–протягивание

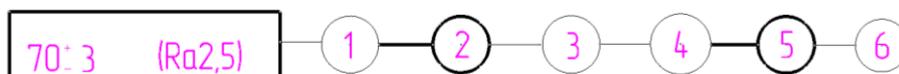
Рисунок 3 – Альтернативный вариант обработки поверхности размера

$$\varnothing 180H7 \begin{pmatrix} +0,040 \end{pmatrix}$$



1–цилиндрическое фрезерование предварительное; 2–торцовое фрезерование
предварительное; 3–торцовое точение предварительное

Рисунок 4 – Альтернативный вариант обработки поверхности размера $234_{-0,4}$



1–цилиндрическое фрезерование предварительное; 2–торцовое фрезерование
предварительное; 3– торцовое точение предварительное; 4–цилиндрическое
фрезерование чистовое; 5–торцовое фрезерование чистовое; 6–торцовое
точение чистовое

Рисунок 5 – Альтернативный вариант обработки поверхности размера 70 ± 3



1–цилиндрическое фрезерование предварительное; 2 –торцовое фрезерование предварительное

Рисунок 6 –Альтернативный вариант обработки поверхности размеров $80 \pm 0,37$; 80 ± 1



1–сверление чистовое; 2–нарезание резьбы

Рисунок 7 – Альтернативный вариант обработки поверхности размера М6-7Н



1–сверление чистовое; 2–нарезание резьбы

Рисунок 8 – Альтернативный вариант обработки поверхности размера М16-6Н



1–сверление чистовое; 2–нарезание резьбы

Рисунок 9 – Альтернативный вариант обработки поверхности размера М20-7Н



1–сверление чистовое; 2–нарезание резьбы

Рисунок 10 – Альтернативный вариант обработки поверхности размера М24-7Н



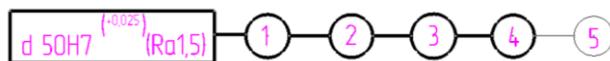
1–сверление черновое; 2–рассверливание чистовое; 3–расточивание окончательное

Рисунок 11 – Альтернативный вариант обработки поверхности размера $\varnothing 45$



1–расточивание чистовое

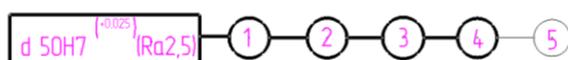
Рисунок 12 – Альтернативный вариант обработки поверхности размера 2×45^0



1–сверление черновое; 2–рассверливание чистовое; 3–зенкерование чистовое; 4–развертывание нормальное; 5–расточивание чистовое

Рисунок 13 – Альтернативный вариант обработки поверхности размера

$$\varnothing 50H7(+0,025_0)$$



1–сверление черновое; 2–рассверливание чистовое; 3–зенкерование чистовое; 4–развертывание нормальное; 5–расточивание чистовое

Рисунок 14 – Альтернативный вариант обработки поверхности размера

$$\varnothing 50H7(+0,025_0)$$



1–цилиндрическое фрезерование предварительное

Рисунок 15 – Альтернативный вариант обработки поверхности размера

$$B=8(+2)$$

Назначим следующий маршрут обработки детали:

000-Заготовительная

005-Фрезерная

010-Лаборатория

015-Фрезерная

020 Обезжиривание, покраска, консервация, упаковка

2.3 Выбор средств технологического оснащения

2.3.1 Выбор оборудования

Для обработки детали используем станок DMU 210FD, техническая характеристика которого приведена в таблице 7

Таблица 7-Краткая техническая характеристика станка

005; 015	Токарно-фрезерный станок мод. DMU 210FD	Количество управляемых осей координат/управляемых одновременно	5/5
		Диаметр поворотного стола, мм	1850
		Максимальная масса обрабатываемой заготовки, кг	5000
		Давление в системе СОЖ, бар	40
		Частота вращения главного шпинделя, об/мин	12000
		Объем бака для СОЖ, л	2500
		Мощность двигателя, кВт	44
		Габаритные размеры станка (ДхШхВ), мм	8743x5844x4900
		Масса станка, кг	42000

2.3.2 Выбор приспособлений

Станочные приспособления указаны в таблице 8.

Таблица 8-Станочные приспособления

Операция	Станок	Специальное приспособление
005; 015	Фрезерно-токарный станок мод. DMU 210FD	1. Самоцентрирующий кулачковый патрон; 2. Фрезерно-токарный стол Ø1850 мм с зажимом заготовки в 4-х кулачках на планшайбе; 3. Специальное приспособление

2.3.3 Назначение режущих инструментов

Режущий инструмент приведен в таблице 9

Таблица 9

Операция	Станок	Инструмент
005;015	Фрезерно-токарный станок мод. DMU 210FD;	1.. Фреза F4042.B.100.Z08.15; 2. Фреза для обр. фаски F2232.Z.040.Z

Продолжение таблицы 9

Операция	Станок	Инструмент
		3. Сверло В 3220.N8.150-220.Z2CC12;
		4. Сверло В 3230.N8.150-
		5. Сверло для обр. отв. под резьбу;
		6. Метчик М16-6Н 20466-М16;
		7. Сверло Ø17,5 В3214.DF.17,5.Z01.70R
		8. Сверло Ø28 В 9. Метчик М20
		9. Сверло Ø5 А3289DPL-5
		10. Метчик М24-7Н 20466-М;
		11. Сверло Ø45 В4214.F40.45.Z1.180R-7;
		12. Сверло Ø24 А4211TIN-24 (МКЗ);
		13. Зенковка Е7819-80 («WALTER»);
		14. Фреза дисковая МТ 389-315
		15. Сверло Ø49 В 4215.F40.49.Z1.245R-7;
		16. Зенковка Е7819-80 («WALTER»);

2.3.4 Выбор средств контроля

Контрольно-измерительный инструмент показан в таблице 10

Таблица 10-Контрольно-измерительный инструмент

Операция	Станок	Контроль
005;015	Фрезерно-токарный станок мод. DMU 210FD;	1. Линейка 0-300, ГОСТ 427-75; 2. Штангенциркуль «Hoffman Group» 41 0200_300; 3. Угломер 0-180° ГОСТ 5378-88.
		1. Линейка 0-300, ГОСТ 427-75; 2. Штангенциркуль «Hoffman Group» 41 0200_300; 3. Угломер 0-180° ГОСТ 5378-88;

Продолжение таблицы 10

		1. Измерительная система инфракрасная Renishaw PP60 optical (OMP 60) HSK-A 100
		1. Штангенциркуль «Hoffman Group» 41 0200_70; 2. Калибр-пробка «Hoffman Group» 48 4000-50H7.
		1. Штангенциркуль «Hoffman Group» 41 0200_70
		1. Индикатор «Hoffman Group» 43 1900_10/58; 2. Штангенциркуль «Hoffman Group» 41 0200_70; 3. Штангенциркуль «Hoffman Group» 41 0200_300; 4. Нутромер индикаторный «Mitutoyo» 511-412.

2.3.5 Выбор вспомогательного инструмента

Таблица 11 – Вспомогательный инструмент

№опер.	Наименование операции	Вспомогательный инструмент
005; 015	Фрезерно-токарный обрабатывающий центр мод. DMU 210FD;	1. Базовый держатель A100M.7.100.100.80.HSK 2. Оправка A170M.0.80.079.32.EX 3. Удлинитель A101M.080.100.80 4. Патрон A170M.0.80.070.20 («WALTER»); 5. Патрон под метчик A340M.0.50.105.16 («WALTER»); 6. Цанга C340.32.060 («WALTER»); C340.32.120 7. Оправка A170M.0.63.070.16 («WALTER»); 8. Оправка A100M.7.100.100.63.HSK («WALTER»); 9. Базовый держатель к метчику A100M.7.100.080.50.HSK («WALTER»); 10. Оправка A170M.0.80.087.40.EX;

Продолжение таблицы 11

№опер.	Наименование операции	Вспомогательный инструмент
		11. Резьбонарезной патрон А320М.063.180.48(«WALTER»); 12. Патрон А340М.0.50.105.16 («WALTER»); 13. Цанга С340.32.080 («WALTER»); 14. Оправка А190М.0.80.079.33.ЕХ
		1. Оправки 6100-0234, 6100-0237 ГОСТ 13599-78 2. Оправка для развертки RM-SRH Q19 MT4 («ISCAR»)
		1. Оправка А170.М.0.80.079.32.ЕХ(«WALTER»); 2. Патрон А120М.0.80.150.04 («WALTER»); 3. Базовый держатель А100М.2.50.025.80 («WALTER»); А100М.2.50.020.40 («WALTER») 4. Базовый держатель SK50 325.944 СК4/22 («KAISER»).

2.4 Разработка операций механической обработки

Вопрос по выбору технологических баз, определяющий в конечном итоге качество и точность обработки, решается с учетом экономически целесообразной формы заготовки, типа оборудования и вида производства.

При обработке изделие должно стоять устойчиво, коробление при обработке не допускаются.

Установ А и Установ Б на фрезерно-токарный обрабатывающий центр мод. DMU 210FD (рис. 16; 17):

Торец детали является установочной базой, которая лишает заготовку 3-х степеней свободы.

Для двойной опорной базы используем цилиндрическую поверхность. Ось – является технологической двойной опорной скрытой базой, лишает заготовку 2-х степеней свободы. В качестве установочного элемента используем кулачки патрона.

Опорная база осуществляется с помощью сил трения, лишает заготовку от поворота.

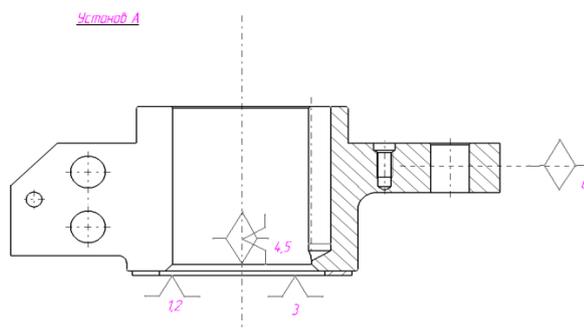


Рисунок 16 – Схема базирования (Установ А) на операции 005

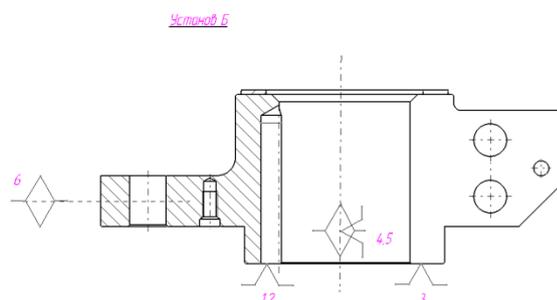


Рисунок 17 – Схема базирования (Установ Б) на операции 005-015

2.4.1 Определение припусков и проектирование заготовки

Назначаем припуск для наружной круглой поверхности $\varnothing 275g6(^{-0,017}_{-0,049})$

Расчет припусков [2, с.62, табл.4.2.]

Производим расчет:

$$2z_{i\min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{p_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (4)$$

$$p = p_{\text{см}}^2 + p_{\text{хор}}^2; p_{\text{хор}} = \Delta_k L; p_{\text{см}} = \delta, \Delta_k [2, \text{с.71, табл.4.8}] \quad (5)$$

Rz_{i-1} – высота неровностей профиля

h_{i-1} – толщина дефектного слоя

P_{i-1} – отклонение поверхности

Ei – погрешность установки заготовки

При обработке в центрах погрешность установки будет равна 0

Для заготовки (g16):

$Rz_{\text{заг}} + h_{\text{заг}} = 700 \text{ мкм}$; [3, приложение 8] – для отливки в песчано-глинистые формы,

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + (\Delta_k \cdot l)^2} = \sqrt{3200^2 + (1 \cdot 52)^2} = 3200 \text{ мкм} \quad (6)$$

Для обдирки (g13):

$Rz=320 \text{ мкм}$; $h=320 \text{ мкм}$

$$\rho_{\text{обдир.g13}} = k_y \rho_{\text{заг}} = 0,06 \cdot 3200 = 192 \text{ мкм} \quad [2, \text{с.73}] \quad (7)$$

$$2Z_{\text{обдир.g13}} = 2(Rz_{\text{заг}} + h_{\text{заг}} + \sqrt{\rho_{\text{заг}}^2 + \varepsilon_{\text{обдир.g13}}^2}) = 2(700 + \sqrt{3200^2}) = 2 \cdot 3900 = 7800 \text{ мкм}$$

Для обтачивания черного (g10):

$Rz=250 \text{ мкм}$; $h=240 \text{ мкм}$ [3, приложение 9]

$$\rho_{\text{черн.g10}} = k_y \rho_{\text{заг}} = 0,05 \cdot 192 = 9,6 \text{ мкм} \quad [2, \text{с.73}]$$

$$2Z_{\text{черн.g10}} = 2(Rz_{\text{черн.g10}} + h_{\text{черн.g10}} + \sqrt{\rho_{\text{обдир.g10}}^2 + \varepsilon_{\text{предв.g10}}^2}) = 2(250 + 240 + \sqrt{192^2}) = 2 \cdot$$

$$682 = 1364 \text{ мкм}$$

Для обтачивания чистового (g8):

$Rz=25 \text{ мкм}$; $h=25 \text{ мкм}$ [3, приложение 9]

$$\rho_{\text{чист.g8}} = k_y \rho_{\text{заг}} = 0,04 \cdot 9,6 = 0,384 \text{ мкм} \quad [2, \text{с.73}]$$

$$2Z_{\text{чист.g8}} = 2(Rz_{\text{чист.g8}} + h_{\text{чист.g8}} + \sqrt{\rho_{\text{черн.g10}}^2 + \varepsilon_{\text{чист.g8}}^2}) = 2(25 + 25 + \sqrt{9,6^2}) = 2 \cdot$$

$$59,6 = 119,2 \text{ мкм}$$

Для обтачивания тонкого (g6):

$Rz=10 \text{ мкм}$; $h=15 \text{ мкм}$ [3, приложение 9]

$$\rho_{\text{тонк.g6}} = k_y \rho_{\text{заг}} = 0,02 \cdot 0,384 = 0,00768 \text{ мкм} \quad [2, \text{с.73}]$$

$$2Z_{\text{тонк.g6}} = 2(Rz_{\text{тонк.g6}} + h_{\text{тонк.g6}} + \sqrt{\rho_{\text{чист.g8}}^2 + \varepsilon_{\text{тонк.g6}}^2}) = 2(10 + 15 + \sqrt{0,384^2}) = 2 \cdot$$

$$25,38 = 50,77 \text{ мкм}$$

Назначение допусков [1, с.27-28]:

Допуски назначаем из справочника Торопова:

$$\delta_{\text{заг(g16)}} = 3200 \text{ мкм}$$

$$\delta_{\text{обдир(g13)}} = 810 \text{ мкм}$$

$$\delta_{\text{черн(g10)}} = 210 \text{ мкм}$$

$$\delta_{\text{чист(g8)}} = 81 \text{ мкм}$$

$$\delta_{\text{тонк(g6)}} = 32 \text{ мкм}$$

Нахождение расчетных диаметров:

Для валов расчетный диаметр d_p равняется минимальному диаметру d_{min} .

$$d_{p(g6)} = d_{\text{макс(g6)}} - \delta_{(g6)} = 274,983 - 0,032 = 274,951 \text{ мм} \quad (8)$$

$$d_{p(g8)} = \frac{274,951 + 50,77}{1000} = 275,002$$

$$d_{p(g10)} = \frac{275,002 + 119,2}{1000} = 275,121$$

$$d_{p(g13)} = \frac{275,121 + 1364}{1000} = 276,485$$

$$d_{p(g16)} = \frac{276,485 + 7800}{1000} = 284,285$$

Нахождение максимальных диаметров $d_{\text{макс}}$:

Максимальный диаметр находим сложением минимального диаметра с допуском:

$$d_{\text{макс(g6)}} = 274,950 + 0,033 = 274,983 \text{ мм} \quad (9)$$

$$d_{\text{макс(g8)}} = 275,002 + 0,081 = 275,083 \text{ мм}$$

$$d_{\text{макс(g10)}} = 275,121 + 0,210 = 275,331 \text{ мм}$$

$$d_{\text{макс(g13)}} = 276,485 + 0,810 = 277,295 \text{ мм}$$

$$d_{\text{макс(g16)}} = 284,285 + 3,2 = 287,485 \text{ мм.}$$

Нахождение предельных значений минимальных припусков $2 \cdot Z_{\text{min}}^{\text{np}}$:

Предельное значение минимального припуска $2 \cdot Z_{\text{min}}^{\text{np}}$ выполняемого перехода находится как разность минимальных диаметров предыдущего и выполняемого перехода:

$$2 \cdot Z_{\text{min}}^{\text{np}} \text{ } \overset{\curvearrowright}{\underset{\curvearrowleft}{\text{g6}}} = d_{\text{min(g8)}} - d_{\text{min(g6)}} = 275002 - 274951 = 51 \text{ мкм} ; \quad (10)$$

$$2 \cdot Z_{\text{min}}^{\text{np}} \text{ } \overset{\curvearrowright}{\underset{\curvearrowleft}{\text{g8}}} = d_{\text{min(g10)}} - d_{\text{min(g8)}} = 275121 - 275002 = 119 \text{ мкм}; \quad (11)$$

$$2 \cdot Z_{\text{min}}^{\text{np}} \text{ } \overset{\curvearrowright}{\underset{\curvearrowleft}{\text{g10}}} = d_{\text{min(g13)}} - d_{\text{min(g10)}} = 276485 - 275121 = 1364 \text{ мкм}; \quad (12)$$

$$2 \cdot Z_{\text{min}}^{\text{np}} \text{ } \overset{\curvearrowright}{\underset{\curvearrowleft}{\text{g13}}} = d_{\text{min(g16)}} - d_{\text{min(g13)}} = 284285 - 276485 = 7800 \text{ мкм.} \quad (13)$$

Нахождение предельных значений максимальных припусков $2 \cdot Z_{\text{max}}^{\text{np}}$:

Предельное значение максимального припуска $2 \cdot Z_{\max}^{np}$ выполняемого перехода находится как разность максимальных диаметров предыдущего и выполняемого перехода:

$$2 \cdot Z_{\max}^{np} \overline{\text{g6}} = d_{\max(\text{g8})} - d_{\max(\text{g6})} = 275083 - 274983 = 100 \text{ мкм}; \quad (14)$$

$$2 \cdot Z_{\max}^{np} \overline{\text{g8}} = d_{\max(\text{g10})} - d_{\max(\text{g8})} = 275331 - 275083 = 248 \text{ мкм}; \quad (15)$$

$$2 \cdot Z_{\max}^{np} \overline{\text{g10}} = d_{\max(\text{g13})} - d_{\max(\text{g10})} = 277295 - 275331 = 1964 \text{ мкм}; \quad (16)$$

$$2 \cdot Z_{\max}^{np} \overline{\text{g13}} = d_{\max(\text{g16})} - d_{\max(\text{g13})} = 287485 - 277295 = 10190 \text{ мкм}. \quad (17)$$

Нахождение суммы предельных значений припусков $2 \cdot Z_{\min}^{np}$ и $2 \cdot Z_{\max}^{np}$:

$$\sum(2 \cdot Z_{\min}^{np}) = 2 \cdot Z_{\min}^{np} \overline{\text{g6}} + 2 \cdot Z_{\min}^{np} \overline{\text{g8}} + 2 \cdot Z_{\min}^{np} \overline{\text{g10}} + 2 \cdot Z_{\min}^{np} \overline{\text{g13}} = 9334 \text{ мкм} \quad (18)$$

$$\sum(2 \cdot Z_{\max}^{np}) = 2 \cdot Z_{\max}^{np} \overline{\text{g6}} + 2 \cdot Z_{\max}^{np} \overline{\text{g8}} + 2 \cdot Z_{\max}^{np} \overline{\text{g10}} + 2 \cdot Z_{\max}^{np} \overline{\text{g13}} = 12502 \text{ мкм} \quad (19)$$

Заношу припуска в таблицу 12

Таблица 12-Припуски для наружной цилиндрической поверхности $\varnothing 275\text{g6} \begin{smallmatrix} -0,017 \\ -0,049 \end{smallmatrix}$

Операция	Припуск, мкм			$2 \cdot Z_{\min}^{np}$, мкм	d p, мм	δ , мкм	Размеры, мм		Значения припусков, мкм	
	Rz	h	p				d мин	d макс	$2 \cdot Z_{\min}^{np}$	$2 \cdot Z_{\max}^{np}$
Отливка (g16)	700		3200	-	284,285	3200	284,285	287,485	-	-
Обдирка (g13)	320	320	192	7800	276,485	810	276,485	277,295	7800	10190
Обтачивание черновое (g10)	250	240	9,6	1364	275,121	210	275,121	275,331	1364	1964
Обтачивание чистовое (g8)	25	25	0,384	119,2	275,002	81	275,002	275,083	119	248
Обтачивание тонкое (g6)	10	15	0,00768	50,77	274,951	32	274,951	274,983	51	100
Итого:									9334	12502

Обработка отверстия $\varnothing 180 \text{H7} \begin{smallmatrix} +0,049 \end{smallmatrix}$

Начинаем расчет:

$$2z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \overline{p_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \text{ где}$$

$$p = \overline{p_{\text{см}}^2 + p_{\text{хор}}^2}; p_{\text{хор}} = \Delta_k L; p_{\text{см}} = \delta, \Delta_k [2, \text{с.71, табл.4.8}]$$

Rz_{i-1} – высота неровностей профиля

h_{i-1} – толщина дефектного слоя

P_{i-1} – отклонение поверхности

Ei – погрешность установки заготовки

Заготовка (Н16)

$Rz_{заг} + h_{заг} = 500$ мкм – для отливки в песчано-глинистые формы,

$$\rho_{заг} = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_k \cdot l)^2} = \sqrt{(0,5 \cdot 180)^2 + (1 \cdot 240)^2} = \sqrt{65700} = 256 \text{ мкм}$$

Для растачивания предварительного (Н13):

$Rz=100$ мкм; $h=100$ мкм

$$\rho_{предв.Н13} = k_y \rho_{заг} = 0,05 \cdot 256 = 12,8 \text{ мкм} [2, \text{с. 73}]$$

$$2Z_{предв.Н13} = 2(Rz_{заг.} + h_{заг.} + \sqrt{\rho_{заг.}^2 + \varepsilon_{предв.Н13}^2}) = 2(500 + \sqrt{256^2}) = 2 \cdot 756 = 1512 \text{ мкм}$$

Для растачивания чистового (Н10):

$Rz=25$ мкм; $h=25$ мкм [3, приложение 9]

$$\rho_{чист.Н10} = k_y \rho_{заг} = 0,005 \cdot 256 = 1,28 \text{ мкм} [2, \text{с. 73}]$$

$$2Z_{чист.Н10} = 2(Rz_{чист.Н10} + h_{чист.Н10} + \sqrt{\rho_{предв.Н13}^2 + \varepsilon_{чист.Н10}^2}) = 2(25 + 25 + \sqrt{12,8^2}) = 2 \cdot$$

$$62,8 = 125,6 \text{ мкм}$$

Для растачивания тонкого (Н7):

$Rz=10$ мкм; $h=5$ мкм [3, приложение 9]

$$\rho_{тонк.Н7} = k_y \rho_{заг} = 0,002 \cdot 256 = 0,512 \text{ мкм} [2, \text{с. 73}]$$

$$2Z_{тонк.Н7} = 2(Rz_{тонк.Н7} + h_{тонк.Н7} + \sqrt{\rho_{чист.Н10}^2 + \varepsilon_{тонк.Н7}^2}) = 2(10 + 5 + \sqrt{1,28^2}) = 2 \cdot$$

$$6,28 = 32,56 \text{ мкм}$$

Так как предварительное, чистовое и тонкое растачивание производится в одной установке, то погрешность установки будет равна 0.

Назначение допусков [1, с.27-28]:

Допуски назначаем из справочника Торопова:

$$\delta_{заг(Н16)} = 2500 \text{ мкм}$$

$$\delta_{предв(Н13)} = 630 \text{ мкм}$$

$$\delta_{чист(Н10)} = 160 \text{ мкм}$$

$$\delta_{\text{тонк}}(\text{H7}) = 40 \text{ мкм}$$

Нахождение расчетных диаметров:

Для валов расчетный диаметр d_p равняется минимальному диаметру d_{min} .

$$d_{p(\text{H7})} = d_{\text{макс}(g7)} - \delta_{(g7)} = 180,04 - 0,04 = 180 \text{ мм}$$

$$d_{p(\text{H10})} = \frac{180 - 32,56}{1000} = 179,67 \text{ мм}$$

$$d_{p(\text{H13})} = \frac{179,67 - 125,6}{1000} = 179,544 \text{ мм}$$

$$d_{p(\text{H16})} = \frac{179,544 - 1512}{1000} = 178,032 \text{ мм}$$

Нахождение максимальных диаметров $d_{\text{макс}}$:

Максимальный диаметр решается путем сложения минимального диаметра с допуском:

$$d_{\text{макс}(H7)} = d_{\text{мин}(H7)} + \delta_{(H7)} = 180 + 0,04 = 180,04 \text{ мм}$$

$$d_{\text{макс}(H10)} = 179,6 - 0,16 = 179,51 \text{ мм}$$

$$d_{\text{макс}(H13)} = 179,5 - 0,63 = 178,91 \text{ мм}$$

$$d_{\text{макс}(H16)} = 178,03 - 3,2 = 174,83 \text{ мм}$$

Нахождение предельных значений минимальных припусков $2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}}$:

Предельное значение минимального припуска $2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}}$ выполняемого перехода находится как разность минимальных диаметров предыдущего и выполняемого перехода:

$$2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}} \text{ } \overset{\circlearrowleft}{\underset{\circlearrowright}{\text{7}}} = d_{\text{мин}(H7)} - d_{\text{мин}(H10)} = 180000 - 179670 = 33 \text{ мкм};$$

$$2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}} \text{ } \overset{\circlearrowleft}{\underset{\circlearrowright}{\text{10}}} = d_{\text{мин}(H10)} - d_{\text{мин}(H13)} = 179670 - 179544 = 126 \text{ мкм};$$

$$2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}} \text{ } \overset{\circlearrowleft}{\underset{\circlearrowright}{\text{13}}} = d_{\text{мин}(H13)} - d_{\text{мин}(H16)} = 179544 - 178032 = 1512 \text{ мкм}.$$

Нахождение предельных значений максимальных припусков $2 \cdot Z_{\text{макс}}^{\text{np}}$:

Предельное значение максимального припуска $2 \cdot Z_{\text{макс}}^{\text{np}}$ выполняемого перехода находится как разность максимальных диаметров предыдущего и выполняемого перехода:

$$2 \cdot Z_{\text{макс}}^{\text{np}} \text{ } \overset{\circlearrowleft}{\underset{\circlearrowright}{\text{6}}} = d_{\text{макс}(H7)} - d_{\text{макс}(H10)} = 180040 - 179510 = 530 \text{ мкм};$$

$$2 \cdot Z_{\max}^{np} \overline{\Phi 10} = d_{\max(H10)} - d_{\max(H13)} = 179510 - 178914 = 596 \text{ мкм};$$

$$2 \cdot Z_{\max}^{np} \overline{\Phi 13} = d_{\max(H13)} - d_{\max(H16)} = 178914 - 174832 = 4082 \text{ мкм}.$$

Нахождение суммы предельных значений припусков $2 \cdot Z_{\min}^{np}$ и $2 \cdot Z_{\max}^{np}$:

$$\sum(2 \cdot Z_{\min}^{np}) = 2 \cdot Z_{\min}^{np} \overline{\Phi 7} + 2 \cdot Z_{\min}^{np} \overline{\Phi 10} + 2 \cdot Z_{\min}^{np} \overline{\Phi 13} = 1671 \text{ мкм}$$

$$\sum(2 \cdot Z_{\max}^{np}) = 2 \cdot Z_{\max}^{np} \overline{\Phi 7} + 2 \cdot Z_{\max}^{np} \overline{\Phi 10} + 2 \cdot Z_{\max}^{np} \overline{\Phi 13} = 5208 \text{ мкм}$$

Заносим припуска в таблицу 13

Таблица 13-Припуски для обработки отверстия $\varnothing 180H7(^{+0,040}_0)$

Операция	Припуск, мкм			$2 \cdot Z_{\min}$, мкм	Расчет. размер, d_p , мм	Допуск δ , мкм.	Размеры, мм		Значения припусков, мкм		
	R_z	h	p				d_{\min}	d_{\max}	$2 \cdot Z_{\min}^{np}$	$2 \cdot Z_{\max}^{np}$	
Отливка (H16)	500			256	-	178,032	2500	178,032	174,832	-	-
Растачивание предварительное (H13)	100	100	12,8	1512	179,544	630	179,544	178,914		1512	4082
Растачивание чистовое (H10)	25	25	1,28	125,6	179,67	160	179,67	179,51		126	596
Растачивание тонкое (H7)	10	5	0,512	32,56	180	40	180	180,04		33	530
Итого:									1671	5208	

Обработка по высоте $L = 234_{-0,4}^0$

Начинаем расчет:

$$2z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \overline{p_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \text{ где}$$

$$p = \overline{p_{\text{см}}^2 + p_{\text{хор}}^2}; p_{\text{хор}} = \Delta_k L; p_{\text{см}} = \delta, \Delta_k [2, \text{с.71, табл.4.8}]$$

Rz_{i-1} – высота неровностей профиля

h_{i-1} – толщина дефектного слоя

P_{i-1} – отклонение поверхности

Ei – погрешность установки заготовки

При обработке в центрах погрешность установки будет равна 0.

Для заготовки (h16):

$Rz_{\text{заг}} + h_{\text{заг}} = 300 \text{ мкм}$; [3, приложение 8] – для отливки в песчано-глинистые формы,

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + (\Delta_k \cdot l)^2} = \sqrt{2900^2 + (1 \cdot 234)^2} = 2909 \text{ мкм}$$

Для обтачивания черногого (h13):

$Rz=50 \text{ мкм}$; $h=50 \text{ мкм}$

$$\rho_{\text{черн.h13}} = k_y \rho_{\text{заг}} = 0,06 \cdot 2909 = 174,54 \text{ мкм} [2, \text{с.73}]$$

$$2Z_{\text{черн.h13}} = 2(Rz_{\text{заг}} + h_{\text{заг}} + \sqrt{\rho_{\text{заг}}^2 + \varepsilon_{\text{черн.h13}}^2}) = 2(300 + 50 + \sqrt{2909^2}) = 2 \cdot 3900 = 6018 \text{ мкм}$$

Для обтачивания чистового (h10):

$Rz=30 \text{ мкм}$; $h=30 \text{ мкм}$ [3, приложение 9]

$$\rho_{\text{чист.h10}} = k_y \rho_{\text{заг}} = 0,04 \cdot 174,54 = 6,982 \text{ мкм} [2, \text{с.73}]$$

$$2Z_{\text{чист.h10}} = 2(Rz_{\text{чист.h10}} + h_{\text{чист.h10}} + \sqrt{\rho_{\text{черн.g13}}^2 + \varepsilon_{\text{чист.h10}}^2}) = 2(30 + 30 + \sqrt{174,54^2}) = 2 \cdot$$

$$234,54 = 469,08 \text{ мкм}$$

Для обтачивания тонкого (h7):

$Rz=5 \text{ мкм}$; $h=5 \text{ мкм}$ [3, приложение 9]

$$\rho_{\text{тонк.h7}} = k_y \rho_{\text{заг}} = 0,02 \cdot 6,982 = 0,140 \text{ мкм} [2, \text{с.73}]$$

$$2Z_{\text{тонк.h7}} = 2(Rz_{\text{тонк.h7}} + h_{\text{тонк.h7}} + \sqrt{\rho_{\text{чист.h10}}^2 + \varepsilon_{\text{тонк.h7}}^2}) = 2(5 + 5 + \sqrt{6,982^2}) = 2 \cdot$$

$$16,982 = 33,964 \text{ мкм}$$

Назначение допусков [1, с.27-28]:

Допуски назначаем из справочника Торопова:

$$\delta_{\text{заг}(h16)} = 2900 \text{ мкм}$$

$$\delta_{\text{черн}(h13)} = 720 \text{ мкм}$$

$$\delta_{\text{чист}(h10)} = 185 \text{ мкм}$$

$$\delta_{\text{тонк}(h7)} = 46 \text{ мкм}$$

Нахождение расчетных длин:

$(L_p = L_{p(i-1)} + 2Z_{\text{мин}(i-1)} / 1000)$. Расчетная длина приравняется к минимальной длине.

$$L_{p(h7)} = L_{\text{макс}(h7)} - \delta_{(h7)} = 234,0 - 0,046 = 233,954 \text{ мм} \quad (20)$$

$$L_{p(h10)} = \frac{233,954 + 33,964}{1000} = 233,988 \text{ мм} \quad (21)$$

$$L_{p(h13)} = \frac{234,988 + 469,08}{1000} = 235,457 \text{ мм} \quad (22)$$

$$L_{p(h16)} = \frac{235,457 + 6018}{1000} = 241,475 \text{ мм} \quad (23)$$

Нахождение максимальных длин: путем сложения минимальной длины и допуска

$$L_{\text{макс}(h7)} = L_{\text{мин}(h7)} + \delta_{(h7)} = 233,954 + 0,046 = 234,0 \text{ мм} \quad (24)$$

$$L_{\text{макс}(h10)} = 233,9 + 0,18 = 234,17 \quad (25)$$

$$L_{\text{макс}(h13)} = 235,457 + 0,72 = 236,17 \quad (26)$$

$$L_{\text{макс}(h16)} = 241,457 + 2,90 = 244,37 \quad (27)$$

Нахождение предельных значений минимальных припусков $2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}}$:

Предельное значение минимального припуска $2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}}$ выполняемого перехода находится как разность минимальных длин предыдущего и выполняемого перехода:

$$2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}} \overline{\text{H7}} = I_{\text{мин}(h10)} - I_{\text{мин}(h7)} = 233988 - 233954 = 34 \text{ мкм}; \quad (28)$$

$$2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}} \overline{\text{H10}} = I_{\text{мин}(h13)} - I_{\text{мин}(h10)} = 235457 - 234988 = 467 \text{ мкм}; \quad (29)$$

$$2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}} \overline{\text{H13}} = I_{\text{мин}(h16)} - I_{\text{мин}(h13)} = 241475 - 235457 = 6018 \text{ мкм}. \quad (30)$$

Нахождение предельных значений максимальных припусков $2 \cdot Z_{\text{макс}}^{\text{np}}$:

Предельное значение максимального припуска $2 \cdot Z_{\text{макс}}^{\text{np}}$ выполняемого перехода находится как разность максимальных длин предыдущего и выполняемого перехода:

$$2 \cdot Z_{\text{макс}}^{\text{np}} \overline{\text{H7}} = I_{\text{макс}(h10)} - I_{\text{макс}(h7)} = 234173 - 234000 = 173 \text{ мкм}; \quad (31)$$

$$2 \cdot Z_{\text{макс}}^{\text{np}} \overline{\text{H10}} = I_{\text{макс}(h13)} - I_{\text{макс}(h10)} = 236176 - 234172 = 2004 \text{ мкм}; \quad (32)$$

$$2 \cdot Z_{\text{макс}}^{\text{np}} \overline{\text{H13}} = I_{\text{макс}(h16)} - I_{\text{макс}(h13)} = 244375 - 236176 = 8199 \text{ мкм}. \quad (33)$$

Нахождение суммы предельных значений припусков $2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}}$ и $2 \cdot Z_{\text{макс}}^{\text{np}}$:

$$\sum(2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}}) = 2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}} \overline{\text{H6}} + 2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}} \overline{\text{H8}} + 2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}} \overline{\text{H10}} + 2 \cdot Z_{\text{мин}}^{\text{np}} \overline{\text{H13}} = 6519 \text{ мкм} \quad (34)$$

$$\sum(2 \cdot Z_{\text{макс}}^{\text{np}}) = 2 \cdot Z_{\text{макс}}^{\text{np}} \overline{\text{H6}} + 2 \cdot Z_{\text{макс}}^{\text{np}} \overline{\text{H8}} + 2 \cdot Z_{\text{макс}}^{\text{np}} \overline{\text{H10}} + 2 \cdot Z_{\text{макс}}^{\text{np}} \overline{\text{H13}} = 10376 \text{ мкм} \quad (35)$$

Таблица 14-Припуск на подрезку торца $L = 234_{-0,4}^0$

Операция	Припуск, мкм			$2 \cdot Z_{\min}$, мкм	Расчет. размер, d_p , мм	Допуск δ , мкм.	Размеры, мм		Значение припусков, мкм	
	R_z	h	p				d_{\min}	d_{\max}	$2 \cdot Z_{\min}^{np}$	$2 \cdot Z_{\max}^{np}$
Отливка (h16)	300		2909	-	241,475	2900	241,475	244,375	-	-
Обтачивание черновое (h13)	50	50	174,54	6018	235,457	720	235,457	236,176	6018	8199
Обтачивание чистовое (h10)	30	30	6,98	469,08	233,988	185	233,988	234,173	467	2004
Обтачивание тонкое (h7)	5	5	0,14	33,964	233,954	46	233,954	234	34	173
Итого:									6519	10376

2.4.2 Расчет припуска на механическую обработку и размерные допуски по стандарту

Расчет припуска для $L = 80 \pm 0,37$

После чистового обтачивания получаем качество «14».

Длина обрабатываемого плеча находится в интервале до 10 мм – припуски равны (справочник [9, с.189 табл.35]):

при чистовом обтачивании:

$$Z_{\min(\text{чист. обт.})} = 1,3 \text{ мм}$$

Из справочника [2, с.27-28] подбираем допуск для 16 качества

$$\delta = 1,9 \text{ мм}$$

Из справочника [2, с.27-28] подбираем допуск для 14 качества

$$\delta = 0,74 \text{ мм}$$

Расчет минимальных длин:

$$l_{\min(14)} = 79,63 \text{ мм}$$

$$l_{\min(\text{зар})} = l_{\min(14)} + Z_{\min(14)} = 79,63 + 1,3 = 80,93 \text{ мм.}$$

Расчет максимальных длин:

$$l_{\max(14)} = l_{\min(14)} + \delta_{(14)} = 79,63 + 0,74 = 80,37 \text{ мм;}$$

$$l_{\max(\text{зар})} = l_{\min(\text{зар})} + \delta_{(\text{зар})} = 80,93 + 1,9 = 82,03 \text{ мм;}$$

Расчет максимальных припусков:

Максимальный припуск для выполняемого перехода получаем вычитанием минимальной длины предыдущего перехода из минимальной длины выполняемого перехода.

Для предварительного обтачивания:

$$2z_{\max(14)} = l_{\max(\text{зар})} - l_{\max(14)} = 82,03 - 80,37 = 1,66 \text{ мм};$$

Назначение операционных размеров.

Операционные размеры назначаются следующим образом: в диапазоне минимальной и максимальной длины выбираем целое число (среднее между l_{\min} и l_{\max}). Затем находим верхнее и нижнее отклонения. Нижнее отклонение – это разность минимальной длины и выбранного целого числа; верхнее отклонение – это разность максимальной длины и выбранного целого числа.

операционный размер: $81_{-0,07}^{+1,03}$

Таблица 15-Припуски на подрезку торца в размер $L = 80 \pm 0,37$

Операция	$2z_{\min}$, мм	$2z_{\max}$, мм	δ , мм	L_{\min} , мм	L_{\max} , мм	Размер, мм
Заготовка (h16)	-	-	1,9	80,93	82,03	$81_{-0,07}^{+1,03}$
Обтачивание черновое (h14)	1,3	1,66	0,74	79,63	80,37	$80 \pm 0,37$

Расчет припуска для $L = 70 \pm 0,37$

После чистового обтачивания получаем качество «14».

Длина обрабатываемого Плечо находится в интервале 50-80мм– припуски равны (справочник [9, с.189 табл.35]:

при чистовом обтачивании:

$$Z_{\min(\text{чист. обт.})} = 1,3 \text{ мм}$$

Из справочника [2, с.27-28] подбираем допуск для 16 качества

$$\delta = 1,9 \text{ мм}$$

Из справочника [2, с.27-28] подбираем допуск для 14 качества

$$\delta = 0,74 \text{ мм}$$

Расчет минимальных длин:

$$l_{\min(14)} = 69,63 \text{ мм}$$

$$l_{\min(\text{зар})} = l_{\min(14)} + Z_{\min(14)} = 69,63 + 1,3 = 70,93 \text{ мм.}$$

Расчет максимальных длин:

$$l_{\max(14)} = l_{\min(14)} + \delta_{(14)} = 69,63 + 0,74 = 70,37 \text{ мм};$$

$$l_{\max(зар)} = l_{\min(зар)} + \delta_{(зар)} = 70,93 + 1,9 = 72,83 \text{ мм};$$

Расчет максимальных припусков:

Максимальный припуск для выполняемого перехода получаем вычитанием минимальной длины предыдущего перехода из минимальной длины выполняемого перехода.

Для предварительного обтачивания:

$$2z_{\max(14)} = l_{\max(зар)} - l_{\max(14)} = 72,83 - 70,37 = 2,46 \text{ мм};$$

Назначение операционных размеров.

Операционные размеры назначаются следующим образом: в диапазоне минимальной и максимальной длины выбираем целое число (среднее между l_{\min} и l_{\max}). Затем находим верхнее и нижнее отклонения. Нижнее отклонение – это разность минимальной длины и выбранного целого числа; верхнее отклонение – это разность максимальной длины и выбранного целого числа.
операционный размер: $71_{-0,07}^{+1,83}$

Таблица 16-Припуски на подрезку торца в размер $L = 70 \pm 0,37$

Операция	$2z_{\min}$, мм	$2z_{\max}$, мм	δ , мм	L_{\min} , мм	L_{\max} , мм	Размер, мм
Заготовка (h16)	-	-	1,9	70,93	72,83	$71_{-0,07}^{+1,83}$
Обтачивание черновое (h14)	1,3	2,46	0,74	69,63	70,37	$70 \pm 0,37$

2.4.3 Расчет режимов резания

ОПЕРАЦИЯ 005 Токарно-фрезерная

Переход 1 (фрезерование). Фрезеровать литниковую прибыль 235+1.

1) Выбор типа и размеров фрезы:

Выбираем тип обрабатываемой поверхности – торцевая фреза [4, с.30]

Фреза $D_c = 100 \text{ мм}$,

2) Определение режимов резания:

Скорость резания: $V_c = 290 \text{ м/мин}$ [4, с.F247]

Скорость подачи на один зуб: $f_z = f_{zo} \cdot K a_e = 0,25 \cdot 1,0 = 0,25 \text{ мм/об}$ [4, с.F267] (36)

3) Расчет режимов резания:

$$\text{Число оборотов: } n = \frac{V_c \cdot 1000}{D_c \cdot \pi} = \frac{290 \cdot 1000}{100 \cdot 3,14} = 923,57 \text{ об/мин} \quad (37)$$

$$\text{Скорость подачи: } V_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,25 \cdot 8 \cdot 923,57 = 1847,13 \text{ мм/мин} \quad (38)$$

$$\text{Скорость съема металла: } Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot V_f}{1000} = \frac{42,5 \cdot 5 \cdot 1847,13}{1000} = 392,52 \text{ см}^3 / \text{мин} \quad (39)$$

$$\text{Средняя толщина стружки: } h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D_c}} = 0,25 \cdot \sqrt{\frac{42,5}{100}} = 0,16 \text{ мм} \quad (40)$$

$$\text{Удельная сила резания: } k_c = \frac{1 - 0,01 \cdot \gamma_0}{h_m^{m_c}} \cdot k_{c1.1} = \frac{1 - 0}{0,16^{0,21}} \cdot 1500 = 2205,88 \text{ Н/мм}^2, \quad (41)$$

где $k_{c1.1} = 1500 \text{ Н/мм}^2$ (стр.Н7); $m_c = 0,21$ (стр.Н7)

$$\text{Потребляемая мощность: } P = \frac{a_p \cdot a_e \cdot V_f \cdot k_c}{6 \cdot 10^7 \cdot \eta} = \frac{5 \cdot 42,5 \cdot 1847,13 \cdot 2205,88}{6 \cdot 10^7 \cdot 0,8} = 16,03 \text{ кВт} \quad (42)$$

$$4) \text{ Время соприкосновения: } t_n = \frac{l_m}{f \cdot n} [4., \text{ с. Н2}]; \quad (43)$$

где $l_m = 85(300-215)$ мм – длина обработки (чертеж детали);

$$\text{Подставив в формулу получим: } t_n = \frac{l_m}{f \cdot n} = \frac{85}{0,25 \cdot 923,57} = 0,38 \text{ мин}$$

Переход 2 (фрезерование). Фрезеровать торец, выдерживая размер $234^{+0,176}_{-0,543}$, с шероховатостью Ra5 под УЗК.

1) Выбор типа и размеров фрезы:

Выбираем тип обрабатываемой поверхности – торцевая фреза [4., с.30]

Фрезы $D_c = 100 \text{ мм}$,

2) Определение режимов резания:

Скорость резания: $V_c = 230 \text{ м/мин}$ [4, с.F247]

Скорость подачи на один зуб: $f_z = f_{z0} \cdot K_{a_e} = 0,3 \cdot 1,0 = 0,3 \text{ мм/об}$ [4, с.F267]

3) Расчет режимов резания:

$$\text{Число оборотов: } n = \frac{V_c \cdot 1000}{D_c \cdot \pi} = \frac{230 \cdot 1000}{100 \cdot 3,14} = 732,48 \text{ об/мин}$$

Скорость подачи: $V_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,3 \cdot 8 \cdot 732,48 = 1757,95 \text{ мм/мин}$

$$\text{Скорость съема металла: } Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot V_f}{1000} = \frac{47,5 \cdot 4,1 \cdot 1757,95}{1000} = 342,36 \text{ см}^3 / \text{мин}$$

Средняя толщина стружки: $h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D_c}} = 0,3 \cdot \sqrt{\frac{47,5}{100}} = 0,21 \text{ мм}$

Удельная сила резания: $k_c = \frac{1-0,01 \cdot \gamma_0}{h_m^{m_c}} \cdot k_{c1.1} = \frac{1-0}{0,21^{0,21}} \cdot 1500 = 2083,33 \text{ Н/мм}^2$,

где $k_{c1.1} = 1500 \text{ Н/мм}^2$ (стр.Н7); $m_c = 0,21$ (стр.Н7)

Потребляемая мощность: $P = \frac{a_p \cdot a_e \cdot V_f \cdot k_c}{6 \cdot 10^7 \cdot \eta} = \frac{4,1 \cdot 47,5 \cdot 1757,95 \cdot 2083,33}{6 \cdot 10^7 \cdot 0,8} = 14,9 \text{ кВт}$

4) Время соприкосновения: $t_n = \frac{l_m}{f \cdot n}$ [4., с. Н2];

где $l_m = 85$ (300-215) мм – длина обработки (чертеж детали);

Подставив в формулу получим: $t_n = \frac{l_m}{f \cdot n \cdot z} = \frac{85}{1757,95} = 0,05 \text{ мин}$

Переход 3 (расточивание). Расточить отверстие, выдерживая размер $\varnothing 178^{(+0,914}_{+1,544)}$ ($\varnothing 180 \text{ Н7}$) на длину $l = 244$ ($234 = 240 - 6$) с шероховатостью Ra5 под УЗК.

Глубина растачивания $L_c = 234 \text{ мм}$

Диаметр растачивания $D_c = 178 \text{ мм}$,

2) Определение режимов резания:

При растачивании расточными блоками, в соответствии с рекомендациями каталога Walter [4, с.С158], при диаметре блока $D_c = 178 \text{ мм}$ принимаем: подача на оборот $f = 0,4 \text{ мм/об}$, скорость резания $v_c = 220 \text{ м/мин}$

3) Число оборотов:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D_c \cdot \pi} = \frac{220 \cdot 1000}{178 \cdot 3,14} = 393,61 \text{ мин}^{-1} \text{ [4, с.Н3]}$$

4) Скорость съема металла: $Q = \frac{v_f \cdot \pi \cdot D_c^2}{4 \cdot 1000}$ [4, с.Н3] (44)

где $v_f = f \cdot n = 0,4 \cdot 393,61 = 157,45 \text{ мм/мин}$ [4, с.Н3] (45)

Подставив значения в формулу получим: $Q = \frac{157,45 \cdot 3,14 \cdot 178^2}{4 \cdot 1000} = 391,61 \text{ см}^3 / \text{мин}$

5) Потребляемая мощность: $P_{\text{мот}} = \frac{Q \cdot k_c}{60000 \cdot \eta}$ [4, с.Н3] (46)

где $\eta = 0,81$ - КПД станка

$$k_c = \frac{k_c 1.1}{h^{m_c}} = \frac{1500}{0,4^{0,21}} = 1807,23 \text{ Н/мм}^2 \text{ - удельная сила резания [4, с.Н3]}$$

где $k_c 1.1 = 1500 \text{ Н/мм}^2$ - удельная сила резания [4, с.Н7];

$m_c = 0,21$ - подъём кривой k_c [4, с.Н7].

$$h = f_z \cdot \sin k = 0,4 \cdot \sin 90^\circ \approx 0,4 \text{ мм} \text{ - ширина стружки [4, с.Н3];} \quad (47)$$

$$f_z = \frac{f}{z} = \frac{0,4}{1} = 0,4 \text{ [4, с.Н3];} \quad (48)$$

где z – число зубьев.

Подставив значения в формулу получим: $P_{\text{mot}} = \frac{391,61 \cdot 1807,23}{60000 \cdot 0,8} = 14,7 \text{ кВт}$

б) Время соприкосновения: $t_n = \frac{l_m}{f \cdot n}$ [4., с. Н2];

где $l_m = 234$ мм – длина обработки (чертеж детали);

Подставив в формулу получим: $t_n = \frac{l_m}{f \cdot n} = \frac{244}{157,45} = 1,55$ мин

Переход 4 (фрезерование). Фрезеровать фаску $10 \times 45^\circ$

1) Выбор типа и размеров фрезы:

Выбираем тип обрабатываемой поверхности – фасочная фреза [4, с.30]

Диаметр фрезы $D_c = 100 \text{ мм}$,

2) Определение режимов резания:

Скорость резания: $V_c = 230 \text{ м/мин}$ [4, с.F247]

Скорость подачи на один зуб: $f_z = f_{z0} \cdot K a_e = 0,2 \cdot 1,0 = 0,2 \text{ мм/об}$ [4, с.F288]

3) Расчет режимов резания:

Число оборотов: $n = \frac{V_c \cdot 1000}{D_c \cdot \pi} = \frac{230 \cdot 1000}{40 \cdot 3,14} = 1831,21 \text{ об/мин}$

Скорость подачи: $V_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,2 \cdot 4 \cdot 1831,21 = 1464,97 \text{ мм/мин}$

Скорость съема металла: $Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot V_f}{1000} = \frac{40 \cdot 1 \cdot 1464,97}{1000} = 58,6 \text{ см}^3 / \text{мин}$

Средняя толщина стружки: $h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D_c}} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{40}{40}} = 0,2 \text{ мм}$

$$\text{Удельная сила резания: } k_c = \frac{1-0,01 \cdot \gamma_0}{h_m^{mc}} \cdot k_{c1.1} = \frac{1-0}{0,21^{0,21}} \cdot 1500 = 2083,33 \text{ Н/мм}^2,$$

где $k_{c1.1} = 1500 \text{ Н/мм}^2$ (стр.Н7); $m_c = 0,21$ (стр.Н7)

$$\text{Потребляемая мощность: } P = \frac{a_p \cdot a_e \cdot V_f \cdot k_c}{6 \cdot 10^7 \cdot \eta} = \frac{1 \cdot 40 \cdot 1464,97 \cdot 2083,33}{6 \cdot 10^7 \cdot 0,8} = 2,54 \text{ кВт}$$

$$4) \text{ Время соприкосновения: } t_n = \frac{l_m}{f \cdot n} \text{ [4., с. Н2];}$$

где $l_m = 234 \text{ мм}$ — длина обработки (чертеж детали);

$$\text{Подставив в формулу получим: } t_n = \frac{l_m}{f \cdot n \cdot z} = \frac{1}{1464,97} = 0,0003 \text{ мин}$$

Переход 5 (Расточная). Расточить $L=10 \text{ мм}$ и фаску $2 \times 45^\circ$ на $\varnothing 300 \text{ мм}$,

1) Выбор типа и размеров фрезы:

Выбираем тип обрабатываемой поверхности —специальный резец

2) Определение режимов резания:

$$\text{Скорость резания: } V_c = 230 \text{ м/мин [4, с. F247]}$$

3) Расчет режимов резания:

$$\text{Число оборотов: } n = \frac{V_c \cdot 1000}{D_c \cdot \pi} = \frac{230 \cdot 1000}{40 \cdot 3,14} = 1831,21 \text{ об/мин}$$

$$\text{Скорость подачи: } V_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,2 \cdot 4 \cdot 1831,21 = 1464,97 \text{ мм/мин}$$

$$\text{Скорость съема металла: } Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot V_f}{1000} = \frac{40 \cdot 1 \cdot 1464,97}{1000} = 58,6 \text{ см}^3 / \text{мин}$$

$$\text{Средняя толщина стружки: } h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D_c}} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{40}{40}} = 0,2 \text{ мм}$$

$$\text{Удельная сила резания: } k_c = \frac{1-0,01 \cdot \gamma_0}{h_m^{mc}} \cdot k_{c1.1} = \frac{1-0}{0,21^{0,21}} \cdot 1500 = 2083,33 \text{ Н/мм}^2,$$

где $k_{c1.1} = 1500 \text{ Н/мм}^2$ (стр.Н7); $m_c = 0,21$ (стр.Н7)

$$\text{Потребляемая мощность: } P = \frac{a_p \cdot a_e \cdot V_f \cdot k_c}{6 \cdot 10^7 \cdot \eta} = \frac{1 \cdot 40 \cdot 1464,97 \cdot 2083,33}{6 \cdot 10^7 \cdot 0,8} = 2,54 \text{ кВт}$$

$$4) \text{ Время соприкосновения: } t_n = \frac{l_m}{f \cdot n} \text{ [4., с. Н2];}$$

где $l_m = 234 \text{ мм}$ — длина обработки (чертеж детали);

Подставив в формулу получим: $t_n = \frac{l_m}{f \cdot n \cdot z} = \frac{1}{1464,97} = 0,003$ мин

Переход 6 (фрезерование). Фрезеровать торец, выдерживая размер $234^{+0,173}_{-0,012}$, с шероховатостью Ra5 под УЗК.

1) Выбор типа и размеров фрезы:

Выбираем тип обрабатываемой поверхности – торцевая фреза [4, с.30]

Диаметр фрезы $D_c = 100$ мм,

2) Определение режимов резания:

Скорость резания: $V_c = 230$ м/мин [4, с.F247]

Скорость подачи на один зуб: $f_z = f_{z0} \cdot K_{a_e} = 0,3 \cdot 1,0 = 0,3$ мм/об [4, с.F267]

3) Расчет режимов резания:

Число оборотов: $n = \frac{V_c \cdot 1000}{D_c \cdot \pi} = \frac{230 \cdot 1000}{100 \cdot 3,14} = 732,48$ об/мин

Скорость подачи: $V_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,3 \cdot 8 \cdot 732,48 = 1757,95$ мм/мин

Скорость съема металла: $Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot V_f}{1000} = \frac{47,5 \cdot 2 \cdot 1757,95}{1000} = 167,01$ см³/мин

Средняя толщина стружки: $h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D_c}} = 0,3 \cdot \sqrt{\frac{47,5}{100}} = 0,21$ мм

Удельная сила резания: $k_c = \frac{1 - 0,01 \cdot \gamma_0}{h_m^{m_c}} \cdot k_{c1.1} = \frac{1 - 0}{0,21^{0,21}} \cdot 1500 = 2083,33$ Н/мм²,

где $k_{c1.1} = 1500$ Н/мм² [4, Н7]; $m_c = 0,21$ [4, Н7]

Потребляемая мощность: $P = \frac{a_p \cdot a_e \cdot V_f \cdot k_c}{6 \cdot 10^7 \cdot \eta} = \frac{4,1 \cdot 47,5 \cdot 1757,95 \cdot 2083,33}{6 \cdot 10^7 \cdot 0,8} = 14,9$ кВт

4) Время соприкосновения: $t_n = \frac{l_m}{f \cdot n}$ [4, с. Н2];

где $l_m = 95$ мм – длина обработки (чертеж детали);

Подставив в формулу получим: $t_n = \frac{l_m}{f \cdot n \cdot z} = \frac{95}{1757,27} = 0,054$ мин

Переход 7 (фрезерование). Фрезеровать поверхность $\varnothing 277^{+0,295}_{-0,515}$ ($\varnothing 275$ г6) с шероховатостью Ra5 предварительно.

1) Выбор типа и размеров фрезы:

Выбираем тип обрабатываемой поверхности – торцевая фреза [4, с.30]

Диаметр фрезы $D_c = 100\text{мм}$,

2) Определение режимов резания:

Скорость резания: $V_c = 260\text{м/мин}$ [4, с.F247]

Скорость подачи на один зуб: $f_z = f_{z0} \cdot K a_e = 0,25 \cdot 1,2 = 0,3\text{мм/об}$ [4, с.F267]

3) Расчет режимов резания:

Число оборотов: $n = \frac{V_c \cdot 1000}{D_c \cdot \pi} = \frac{260 \cdot 1000}{100 \cdot 3,14} = 828,03\text{об/мин}$

Скорость подачи: $V_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,3 \cdot 8 \cdot 828,03 = 1987,27\text{мм/мин}$

Скорость съема металла: $Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot V_f}{1000} = \frac{4,5 \cdot 15 \cdot 1987,27}{1000} = 134,14\text{см}^3/\text{мин}$

Средняя толщина стружки: $h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D_c}} = 0,3 \cdot \sqrt{\frac{4,5}{100}} = 0,06\text{мм}$

Удельная сила резания: $k_c = \frac{1 - 0,01 \cdot \gamma_0}{h_m^{mc}} \cdot k_{c1.1} = \frac{1 - 0}{0,21^{0,21}} \cdot 1500 = 2083,33\text{Н/мм}^2$,

где $k_{c1.1} = 1500\text{Н/мм}^2$ [тр.Н7]; $m_c = 0,21$ [тр.Н7]

Потребляемая мощность: $P = \frac{a_p \cdot a_e \cdot V_f \cdot k_c}{6 \cdot 10^7 \cdot \eta} = \frac{15 \cdot 4,5 \cdot 1987,27 \cdot 2083,33}{6 \cdot 10^7 \cdot 0,8} = 5,82\text{кВт}$

4) Время соприкосновения: $t_n = \frac{l_m}{f \cdot n}$ [4, с. Н2];

где $l_m = 52\text{мм}$ – длина обработки (чертеж детали);

Подставив в формулу получим: $t_n = \frac{l_m}{f \cdot n \cdot z} = \frac{52}{1987,27} = 0,026\text{мин}$

Переход 8 (фрезерование). Фрезеровать поверхность $\varnothing 275_{+0,331}^{+0,121}$, $\varnothing 275\text{г6}$ с шероховатостью Ra5 под УЗК.

1) Выбор типа и размеров фрезы:

Выбираем тип обрабатываемой поверхности – торцевая фреза [4, с.30]

Диаметр фрезы $D_c = 100\text{мм}$,

2) Определение режимов резания:

Скорость резания: $V_c = 260\text{м/мин}$ [4, с.F247]

Скорость подачи на один зуб: $f_z = f_{zo} \cdot Ka_e = 0,25 \cdot 1,3 = 0,33 \text{ мм/об}$ [4, с.F267]

3) Расчет режимов резания:

$$\text{Число оборотов: } n = \frac{V_c \cdot 1000}{D_c \cdot \pi} = \frac{260 \cdot 1000}{100 \cdot 3,14} = 828,03 \text{ об/мин}$$

$$\text{Скорость подачи: } V_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,33 \cdot 8 \cdot 828,03 = 2185,99 \text{ мм/мин}$$

$$\text{Скорость съема металла: } Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot V_f}{1000} = \frac{47,5 \cdot 2 \cdot 2185,99}{1000} = 208,01 \text{ см}^3/\text{мин}$$

$$\text{Средняя толщина стружки: } h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D_c}} = 0,3 \cdot \sqrt{\frac{1}{100}} = 0,03 \text{ мм}$$

$$\text{Удельная сила резания: } k_c = \frac{1 - 0,01 \cdot \gamma_0}{h_m^{mc}} \cdot k_c 1.1 = \frac{1 - 0}{0,03^{0,21}} \cdot 1500 = 3131,5 \text{ Н/мм}^2,$$

где $k_c 1.1 = 1500 \text{ Н/мм}^2$, $H7 \overline{m}_c = 0,21$, $H7 \overline{}$

$$\text{Потребляемая мощность: } P = \frac{a_p \cdot a_e \cdot V_f \cdot k_c}{6 \cdot 10^7 \cdot \eta} = \frac{15 \cdot 1 \cdot 2185,99 \cdot 3131,5}{6 \cdot 10^7 \cdot 0,8} = 2,14 \text{ кВт}$$

4) Время соприкосновения: $t_n = \frac{l_m}{f \cdot n}$ [4, с. Н2];

где $l_m = 52 \text{ мм}$ – длина обработки (чертеж детали);

$$\text{Подставив в формулу получим: } t_n = \frac{l_m}{f \cdot n \cdot z} = \frac{52}{2185,99} = 0,024 \text{ мин}$$

Переход 10 (фрезерование). Фрезеровать поверхность уха, выдерживая размер $70 \pm 0,37 \text{ мм}$ с шероховатостью Ra5 под УЗК.

1) Выбор типа и размеров фрезы:

Выбираем тип обрабатываемой поверхности – торцевая фреза [4, с.30]

Диаметр фрезы $D_c = 100 \text{ мм}$,

2) Определение режимов резания:

$$\text{Скорость резания: } V_c = 230 \text{ м/мин} [4, с.F247]$$

$$\text{Скорость подачи на один зуб: } f_z = f_{zo} \cdot Ka_e = 0,25 \cdot 1,0 = 0,25 \text{ мм/об} [4, с.F267]$$

3) Расчет режимов резания:

$$\text{Число оборотов: } n = \frac{V_c \cdot 1000}{D_c \cdot \pi} = \frac{230 \cdot 1000}{100 \cdot 3,14} = 732,48 \text{ об/мин}$$

$$\text{Скорость подачи: } V_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,25 \cdot 8 \cdot 732,48 = 1464,96 \text{ мм/мин}$$

$$\text{Скорость съема металла: } Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot V_f}{1000} = \frac{100 \cdot 2 \cdot 1464,96}{1000} = 292,99 \text{ см}^3 / \text{мин}$$

$$\text{Средняя толщина стружки: } h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D_c}} = 0,25 \cdot \sqrt{\frac{100}{100}} = 0,25 \text{ мм}$$

$$\text{Удельная сила резания: } k_c = \frac{1 - 0,01 \cdot \gamma_0}{h_m^{m_c}} \cdot k_{c1.1} = \frac{1 - 0}{0,25^{0,21}} \cdot 1500 = 2008,03 \text{ Н} / \text{мм}^2,$$

где $k_{c1.1} = 1500 \text{ Н} / \text{мм}^2$, $\gamma_0 = 0,01$, $m_c = 0,21$

$$\text{Потребляемая мощность: } P = \frac{a_p \cdot a_e \cdot V_f \cdot k_c}{6 \cdot 10^7 \cdot \eta} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 1464,96 \cdot 2008,03}{6 \cdot 10^7 \cdot 0,8} = 12,3 \text{ кВт}$$

$$4) \text{ Время соприкосновения: } t_n = \frac{l_m}{f \cdot n} \text{ [4., с. Н2];}$$

где $l_m = 300(635 - 275 - 60)$ мм – длина обработки (чертеж детали);

$$\text{Подставив в формулу получим: } t_n = \frac{l_m}{f \cdot n \cdot z} = \frac{300}{1464,96} = 0,205 \text{ мин}$$

Остальные расчеты сведены в таблицу 17.

2.5 Нормирование технологического процесса

Основная задача нормирования – определение штучно-калькуляционного времени на каждую операцию.

Штучное время определяется по формуле:

$$t_{шт} = t_o + t_b + t_{тех} + t_{опз} + t_n \quad (49)$$

где t_o – основное (технологическое) время;

t_b – вспомогательное время;

$t_{тех}$ – время технического обслуживания рабочего места;

$t_{п}$ – время перерывов.

Основное время t_o – время затрачиваемое непосредственно на изготовление, определяется по формуле:

$$T_o = \frac{j_r p_i}{S_m} \quad (50)$$

где j_r – длина обрабатываемой кромки;

i - число рабочих ходов инструмента;

S_m - минутная подача инструмента, мм/мин.

1. Вспомогательная время t_b - время, затрачиваемое на пуск станка, установку и снятие детали и т.д.

2. Вспомогательное время назначается по таблицам. Сумма основного времени и вспомогательного времени называется оперативным временем.

$$t_{оп} = t_o + t_e \quad (51)$$

3. Время технического обслуживания $t_{тех}$ - время затрачиваемое на смену режущего инструмента, переналадку станка и т.д.

4. Время организационного обслуживания $t_{орг}$ - время на уборку, чистка станка.

Время $t_{тех}$ и $t_{орг}$ составляет 4-8 % к оперативному времени.

Время t_n составляет -2,5% от оперативного времени.

5. Подготовительно-заключительное время $t_{п.з}$ - время на получения задания, ознакомление, сдача конечного результата

Подготовительно-заключительное время зависит от сложности изделия.

005.Токарно-фрезерная с ЧПУ

$$t_{вст} = t_{уст} + t_{закр} + t_{изм} \quad (52)$$

$$t_{уст} = 3 \text{ мин [10,с.74]}$$

$$t_{закр} = 2 \text{ мин [10,с.79]}$$

Для перехода 1.

$$t_o = 0,38 \text{ мин}$$

$$t_{изм} = 0,08 \text{ мин [10,с.84]}$$

Для перехода 2.

$$t_o = 0,05 \text{ мин}$$

$$t_{изм} = 0,085 \text{ мин [10,с.80]}$$

Для перехода 3.

$$t_o = 1,55 \text{ мин}$$

$$t_{изм} = 0,018 \text{ мин [10,с.84]}$$

Для перехода 4,5.

$$t_o = 0,003 \cdot 2 = 0,006 \text{ мин}$$

$$t_{изм} = 0,230 \text{ мин [10,с.80]}$$

Для перехода 6.

$$t_o = 0,054 \text{ мин}$$

$$t_{изм} = 0,18 \text{ мин [10,с.80]}$$

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{закр} + t_{изм} = 3,0 + 2,0 + 0,08 + 0,085 + 0,018 + 0,230 + 0,18 \approx 5,4 \text{ мин}$$

$$t_{он} = t_o + t_e = 0,38 + 0,05 + 1,55 + 0,006 + 0,054 \approx 7,4 \text{ мин}$$

Для крупносерийного производства:

$$t_{и} = t_o + t_e + t_{тех} + t_{опз} + t_n = 2,037 + 5,4 + 0,2 + 0,2 + 0,1 = 7,9 \text{ мин} \quad (53)$$

$$\text{Где } t_{тех} = t_{опз} = 4\% \cdot t_{он} = 4\% \cdot 7,4 = 0,2 \text{ мин}$$

$$t_n = 2,5\% \cdot t_{он} = 2,5\% \cdot 7,4 = 0,1 \text{ мин} \quad (54)$$

015 Токарно-фрезерная с ЧПУ

Для перехода 7.

$$t_o = 0,026 \text{ мин}$$

$$t_{изм} = 0,08 \text{ мин [10,с.84]}$$

Для перехода 8.

$$t_o = 0,024 \text{ мин}$$

$$t_{изм} = 0,08 \text{ мин [10,с.84]}$$

Для перехода 9.

$$t_o = 0,205 \text{ мин}$$

$$t_{изм} = 0,122 \text{ мин [10,с.84]}$$

Оставшиеся расчеты сведем в таблицу 17

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{закр} + t_{изм} = 3,0 + 2,0 + 5,7 = 10,7 \text{ мин}$$

$$t_{он} = t_o + t_e = 8,2 + 10,7 = 18,9 \text{ мин}$$

Для крупносерийного производства:

$$t_{и} = t_o + t_e + t_{тех} + t_{опз} + t_n = 8,2 + 10,7 + 0,7 + 0,7 + 0,4 = 20,7 \text{ мин}$$

$$\text{Где } t_{тех} = t_{опз} = 4\% \cdot t_{он} = 4\% \cdot 18,9 = 0,7 \text{ мин}$$

$$t_n = 2,5\% \cdot t_{on} = 2,5\% \cdot 18,9 = 0,4 \text{ мин}$$

Таблица 17-Сводная таблица режимов резания и норм времени

Наименование операции	№ перех	t, мм	Vс, мм/мин	fo, мм/об	Sм, мм/мин	n, об/мин	P, кВт	to, мин	tв, мин	tш, мин
005 Токарно-фрезерная с ЧПУ	1	5	290	0,25	1847,13	983,57	18,03	0,38	5,4	7,9
	2	4,1	230	0,3	1757,95	732,48	14,9	0,05		
	3	2	220	0,4	157,45	393,61	14,7	1,55		
	4,5	1	230	0,2	1464,97	1831,21	2,54	0,003		
	6	2	230	0,3	1757,95	732,48	14,9	0,054		
015Токарно-фрезерная с ЧПУ	7	15	260	0,3	1987,27	828,03	5,82	0,026	10,7	20,7
	8	15	260	0,33	2185,99	828,03	2,14	0,024		
	9	2	230	0,25	1464,96	732,48	12,3	0,205		
	10	2	230	0,25	1464,96	732,48	4,1	0,160		
	11	0,13	220	0,4	157,45	393,61	14,7	0,190		
	12	0,5	230	0,24	1754,96	1831,21	8,89	0,002		
	13	1,0	370	0,4	165,4	413,5	3,81	0,21		
	14	2,0	300	1,0	318,5	318,5	17,4	0,006		
	15	11	240	1,2	305,72	254,77	5,6	0,79		
	16	0,5	220	0,4	155,7	389,24	14,9	1,5		
	17	2	300	0,1	318,5	318,5	17,4	0,006		
	18	1	370	0,4	165,4	413,5	3,81	0,32		
	19	0,11	370	0,4	171,39	428,49	3,81	0,31		
	20	8,75	200	0,1	363,97	3639,67	4,39	0,001		
	21	2	230	0,3	1757,95	732,48	14,9	0,24		
	22	2	230	0,3	1757,95	732,48	14,9	1,96		
	23	2,5	200	0,27	343,95	1273,9	0,28	0,18		
	24	22,5	220	0,13	202,4	1556,97	15,5	1,09		
	25	2	230	0,3	1757,95	732,48	14,8	0,27		
	26	10,5	120	0,25	454,96	1819,83	7,55	0,04		
	27	1,5	15	3,0	597,12	199,04	0,74	0,045		
	28	8	220	0,3	1757,95	732,48	13,7	0,1		
	29	12	30	0,30	119,43	398,1	2,5	0,06		
	30	12,5	25	0,36	58,5	162,5	2,1	0,06		
31	0,3	28	0,37	66,52	179,78	4,94	1,48			

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

3.1 Назначение, состав и описание работы приспособления

Приспособление отвечает ряду требований, в первую очередь имеет необходимую жесткость.

Приспособления делят на 5 групп:

1. Станочные;
2. Приспособления для крепления инструмента;
3. Сборочные;
4. Контрольные;
5. Специальные приспособления для перемещения крупных заготовок.

3.2 Расчет приспособления

Проектируемое приспособление предлагаем использовать для базирования заготовки на фрезерно-токарной операции 005 015. Приспособление состоит из установочной плиты, размер которой 1100x450мм; упоров, двух гидрофицированных прихватов, с помощью которых крепится деталь на столе станка. Плечо базируется в приспособлении по упорам. Гидроцилиндр выполнен в виде блока. При подаче масла в нижнюю полость штока, шток приподнимает правую часть прихвата, т.е. осуществляя зажим детали. С помощью дросселя давление подается в верхнюю полость штока и производится разжим детали.

Приспособление устанавливается на стол станка и крепится к нему при помощи болтов, для этого в приспособлении имеются пазы по краям установочной плиты приспособления.

Сила резания P_z действующая на заготовку при черновом фрезеровании, так как заготовка испытывает наибольшую силу резания

зависящую от глубины резания, равна $P_Z=1187,5$ Н (из расчетов режимов резания).

Величина силы зажима детали в приспособлении определяется в зависимости от силы резания, стремящейся сдвинуть обрабатываемую деталь.

3.2.1 Потребное усилие зажима, мощность привода

Для определения соотношения между внешней силой Q механизированного привода и силой P зажима заготовки рассмотрим их действие на прямой Плечо. Сила Q , действующая на левый конец Плечо на расстоянии l_1 от оси опоры, поворачивает Плечо и его правый конец зажимает заготовку с силой P , находящейся на расстоянии l от оси опоры. Вследствие неравенства плеч l_1 и l Плечо, а также учитывая потери на трение на его оси при повороте, силы трения F и F_1 будут различными.

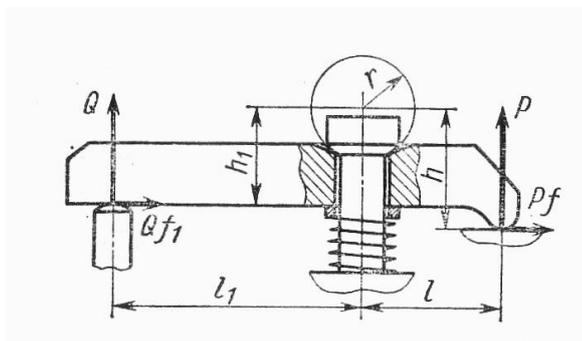


Рисунок 18 – Усилие на штоке гидроцилиндра

Усилие на штоке гидроцилиндра Q механизированного привода равно: $Q = 2500$ Н;

Усилие зажима детали:

$$W = \frac{Q \cdot l_1 \cdot \eta}{l_1 + l}; \quad (55)$$

где l – расстояний от оси опоры до точки приложения силы P или W ,

$l = 10,5$ см;

l_1 – расстояний от оси опоры до точки приложения силы Q , $l_1 = 5,6$ см

η - коэффициент потери на трение

$\eta = 0,95$

$$W = \frac{Q \cdot l_1 \cdot \eta}{l_1 + l} = \frac{2500 \cdot 10,5 \cdot 0,95}{10,5 + 10,5} = 1255 \text{ Н}$$

$$W > P_z = 1255 > 1187,5 \text{ Н} \quad (56)$$

Усилие зажима детали двумя гидроцилиндрами 2375 Н. Условие зажима детали выполняется.

Погрешность установки есть отклонение фактически достигаемого положения заготовки при установки в станочное приспособление от требуемого. Погрешность установки возникает вследствие не совмещения измерительных и механических баз, неоднородность качества поверхности заготовок, неточность изготовления и износ опор станочного приспособления нестабильности сил закрепления и прочих условий.

3.2.2 Оценка эффективности приспособления

Преимущество и эффективность винтовых зажимных рычажных механизмов: простота и компактность конструкции, широкое использование стандартных деталей, удобство в наладке, что позволяет успешно применять винтовые рычажные механизмы в конструкции станочных приспособлений.

Приспособление не требует дополнительных затрат на подводку воздуха или гидравлики, очень просто в изготовлении и соответствует требованиям единичного и мелкосерийного производства. Установка заготовки в приспособление занимает от 1,7 до 2,0 мин.

3.3 Проектирование режущего инструмента

Режущий инструмент является главной частью всего механического процесса, является основой точной обработки. Инструмент должен удовлетворять каким требованиям как прочность, надежность, эффективность.

При выборе и проектировании инструмента принимают во внимание следующие особенности:

1. Модель станка;
2. Параметры детали;
3. Материал детали;
4. Метод и точность необходимых параметров.

В данной работе применяется специальный резец для фрезерно-токарной операции 005 на токарно-фрезерном станке DMU210FD для растачивания поверхности диаметром 300мм и снятия фаски $2 \times 45^\circ$.

Резец представляет собой державку с механически закрепленными твердосплавными пластинами. В пластинах предусмотрены режущие многогранные кромки, во избежание постоянного съема и заточки лезвия.

Применение данных пластин сказывается на следующих положительных сторонах:

1. Повышение прочности инструмента;
2. Повышение производительности;
3. Быстрота обслуживания и замены пластин;
4. Экономия инструмента в следствии использования державки для n-го количества пластин.

В качестве материала для державки применяется сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Режущую пластину изготавливаем из твердосплавного сплава Т15К6.

Т15К6 это сплав карбидов тугоплавких металлов с кобальтом.

Первая буква Т и цифры после нее обозначают содержание карбидов титана, %.

Буква К и цифры после нее показывают содержание кобальта, %.

При увеличении кобальта увеличивается сопротивление нагрузкам.

Спроектированный резец на рисунке 19 представляет собой державку поз.1 с предусмотренными пазами под установку твердосплавных оснований поз.2;3. Твердосплавные основания необходимы для предохранения самой державки в случае поломки пластин. Многогранные сменные пластины поз.9; 10 и твердосплавное основание поз.2;3 крепятся к самой державке

через штифт поз.6;7. Штифт поз.6;7 обеспечивает легкий съем твердосплавных оснований и пластин. В свою очередь пластины поз.9;10 зажимаются зажимами поз.4;5. Зажимы крепятся через винты поз.8. Для предотвращения сдвига зажимов поз.4;5 предусмотрены штифты поз.12, отвечающие за надежное крепление.

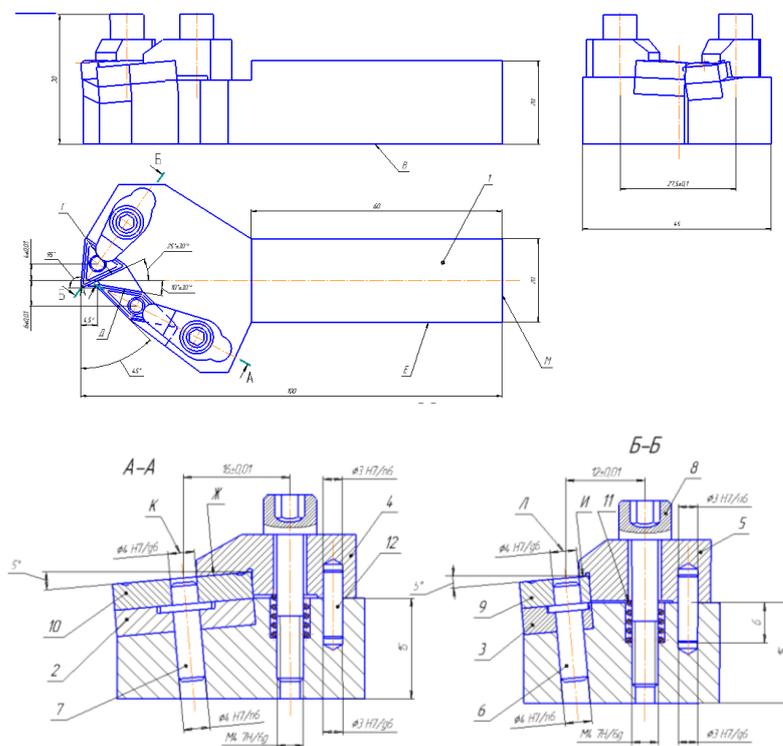


Рисунок 19 – Специальный резец

4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.

«Плечо» является сборочной единицей гидротурбины «Усть-Хантайская ГЭС».

Составляем технологический паспорт на операции, задействованные при изготовлении «Плечо» и заносим в таблицу 18

Таблица 18

№ п/п	Тех. процесс	Тех. операция	Наименование должности работника	Оборудование	Материалы
1	Токарно-фрезерный	Фрезерная	Токарь-фрезеровщик 5 разряд	Токарно-фрезерный станок DMU 210FD	Минеральные масла, опилки, сталь.
2		Сверлильная	Токарь-фрезеровщик 5 разряд		

4.2 Выявление опасных факторов

Составляем перечень отрицательных факторов, пагубно влияющих на здоровье человека при изготовлении «Плечо», и заносим в таблицу 19

Таблица 19

№п/п	Вид работ (тех.операция)	Фактор, отрицательно влияющий на здоровье человека	Возникновение фактора
1	Фрезерная Сверлильная	Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	Вентиляция; отопление
2		Недостаток естественного света, повышенная яркость света	Осветительные средства
3		Острые кромки, заусенцы на поверхностях заготовок, оборудования	Деталь, станок
4		Повышенный уровень статического электричества	Оборудование
5		Повышенный уровень шума на рабочем месте	Оборудование
6		Токсическое воздействие	СОЖ
7		Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	Деталь

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Составляем таблицу организационно-технических методов и технических средств устранения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов при изготовлении «Плечо», и заносим в таблицу 20

Таблица 20

№п\п	Фактор, отрицательно влияющий на здоровье человека	Меры по устранению отрицательного фактора	Средства индивидуальной защиты
1	Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	Монтаж отопления, установка вентиляции, кондиционирование	Спец. одежда
2	Недостаток естественного света, повышенная яркость света	Увеличение количества осветительных приборов	Отражатели
3	Острые кромки, заусенцы на поверхностях заготовок, оборудования	Установка ограждений, предупреждающих знаков	Рукавицы
4	Повышенный уровень статического электричества	Резиновые коврики, проверка изоляции	Резиновые перчатки
5	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Шумоизолирующие ограждения	Наушники
6	Токсическое воздействие	Вентиляция	Респиратор
7	Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	Вентиляция	Респиратор

4.4 Пожарная безопасность при изготовлении «Плечо»

Составляем таблицу пожарной безопасности при изготовлении «Плечо», и заносим в таблицу 21

Таблица 21

№ п/п	Участок	Станок	Класс	Проявление факторов	Проявление факторов пожара
1	Токарно-Фрезерный	DMU 210FD	Д,Е	Пламя, искры, тепловой поток	Фактор взрыва, короткое замыкание

Средства, применяемые для предотвращения или устранения пожара заносим в таблицу 22

Таблица 22

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные средства пожаротушения	СИЗ	Пожарный инструмент	Пожарная сигнализация
Огнетушитель ОП-10	Пожарный автомобиль, бензиновая мотопомпа «Koshin SEM-25L»	Спринклерная установка «VIKING»	Самоспасатель фильтрующий «Шанс-Е»; огнестойкая накидка «Шанс».	Топор, ведро, лопата	Дымовой извещатель ИП 212

Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности заносим в таблицу 23

Таблица 23

Тех. операция	Фрезерная
Мероприятия	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установка систем оповещений при пожаре 2. Установка пожарной сигнализации 3. Соблюдение пожарных норм 4. Разработка инструкций 5. Назначение ответственных лиц за противопожарную безопасность 6. Оборудование мест для курения 7. Инструкции по обесточиванию электрооборудования при пожаре 8. Соблюдение норм противопожарных расстояний между оборудованием 9. Порядок уборки пожароопасных отходов 10. Планирование занятий по пожарно-техническому минимуму

Продолжение таблицы 23

Требования	1. СПЗ.13130.2009 2. СП5.13130.2009 3. СП7.13130.2009 4. ППБ 01-93
------------	---

4.5 Экологическая безопасность

Выявление факторов, отрицательно влияющих на экологию, заносим в таблицу 24

Таблица 24

Вид работ	Структурные составляющие объекта	Негативное воздействие на атмосферу	Негативное воздействие на гидросферу	Негативное воздействие на литосферу
Фрезерная	Металлическая пыль	Выделение вредных твердых частиц	Загрязнение рек сточными водами	Загрязнение почвы
	Переработанная СОЖ	Выделение вредных паров	Загрязнение рек сточными водами	Загрязнение почвы
	Опилки	Вредные частицы	Загрязнение рек	Загрязнение почвы

4.6 Комплекс мер по предотвращению загрязнения окружающей среды, заносим в таблицу 25

Таблица 25

Вид работ (операция)	Фрезерная Сверлильная		
	Металлическая пыль	Переработанная СОЖ	Загрязненные опилки
Комплекс мер по предотвращению загрязнения атмосферы	Использование очистных фильтров	Органическое расщепление	Захоронение или переработка
Комплекс мер по предотвращению загрязнения гидросферы	Использование очистных фильтров	строительство очистных сооружений	Захоронение или переработка
Комплекс мер по предотвращению загрязнения литосферы	Использование очистных фильтров	Органическое расщепление	Захоронение или переработка

Заключение: В работе показан производственно-технологический процесс изготовления детали «Плечо», указаны основные операции, задействованные работники, указано оборудование на котором построен весь

процесс механической обработки детали. В работе перечислены опасные и вредные производственные факторы при изготовлении, а так же разработаны организационно-технические мероприятия по снижению профессиональных рисков. Разработаны дополнительные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, указан класс пожара и факторы его проявления, включены дополнительные средства пожаротушения, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Согласно всего вышеперечисленного, при изготовлении детали «Плечо» необходимо пользоваться современными средствами пожаротушения, которые позволят заранее предупредить и снизить риск возникновения пожара, технические средства пожаротушения должны отвечать всем требованиям безопасности.

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Рассчитаем себестоимость изготовления детали

Технологическая себестоимость:

$$C = M + Z_{\text{гит.осн.}} + H_{\text{з.пл}} + P_{\text{э.об}} \quad (57)$$

$$C_{\text{т.баз.}} = 8781 + 1130 + 339 + 574 = 10824 \text{руб.}$$

$$C_{\text{т.проект.}} = 8781 + 106 + 31,8 + 235 = 9154 \text{руб.}$$

Итого цеховая себестоимость:

$$C_{\text{ц}} = C_{\text{т}} + P_{\text{цех}} \quad (58)$$

$$C_{\text{ц.баз.}} = 10824 + 2430 = 13254 \text{руб.}$$

$$C_{\text{ц.проект.}} = 9154 + 228 = 9382 \text{руб.}$$

Итого заводская себестоимость:

$$C_{\text{з}} = C_{\text{ц}} + P_{\text{зав}} \quad (59)$$

$$C_{\text{з.баз.}} = 13254 + 2825 = 16079 \text{руб.}$$

$$C_{\text{з.проект.}} = 9382 + 265 = 9647 \text{руб.}$$

Всего полная себестоимость

$$C_{\text{полн.}} = C_{\text{з}} + P_{\text{вн.пр.}} \quad (60)$$

$$C_{\text{полн.баз.}} = 16079 + 804 = 16883 \text{руб.}$$

$$C_{\text{полн.проект.}} = 9647 + 482 = 10129 \text{руб.}$$

Рассчитываю прибыль разработанного проекта:

$$П_{\text{годовая}} = \frac{C_{\text{баз.}}}{C_{\text{проект.}}} \quad (61)$$

В результате снижения себестоимости изготовления детали прибыль составит 1215720000 рублей.

Окупаемость вложений составит:

$$T_{\text{ок}} = (K_{\text{вв.пр.}} / П_{\text{р.чист.}}) + 1 \quad (62)$$

где-Квв.пр-капитальные вложения для приобретения вновь вводимого оборудования

$$K_{вв.пр} = \sum N_{об} \cdot C_{об.вв} \cdot (1 + K_{монт}) \cdot K_3 + \sum N_{пр} \cdot C_{пр.вв} \cdot K_3 + \sum N_{об} \cdot Z_{инстр.год} \cdot K_3 + \sum N_{об} \cdot P_{уд} \cdot K_{д.пл} \cdot C_{э.пл} \quad (63)$$

где $K_{монт}$ - 1,1 коэфф. монтажа с учетом стоимости самого оборудования.

$$K_{вв.пр} = 1 \cdot 80000000 \cdot (1 + 1,1) \cdot 0,29 + 1 \cdot 1120000 \cdot 0,29 + 1 \cdot 2400000 \cdot 0,29 + 1 \cdot 2,7 \cdot 4,5 \cdot 4500 = 49795475 \text{руб.}$$

$$T_{ок.р} = \left(\frac{49795475}{1215720000} \right) + 1 = 1,004 = 2 \text{года}$$

Калькуляцию себестоимости обработки заносим в таблицу 26

Таблица 26

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Количество оборудования, шт	4	1
Коэффициент загрузки, %	0,8	0,29
Стоимость единицы оборудования, руб	1000000	80000000
Основная з/п основных рабочих, руб	1130	106
Общие капитальные вложения, руб	4440100	27755155
Технологическая себестоимость, руб	10824	9154
Цеховая себестоимость, руб	13254	9382
Заводская себестоимость, руб	16079	9647
Полная себестоимость, руб	16883	10129

Проведем анализ проделанной работы: Полная себестоимость изготовления одного изделия по базовому варианту равна 16883 рубля, тогда как полная себестоимость изготовления одного изделия по проектному варианту ориентировочно составит 10129 рублей. Чистая ожидаемая прибыль от внедренного варианта составит 1215720000 рублей в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поставленная цель данной работы достигнута: разработан новый технологический процесс изготовления детали плечо, снижена себестоимость изготовления. Для этого была проделана следующая работы: выбран оптимальный способ получения заготовки-литье в песчаные формы, разработан технологический процесс изготовления плечо на 5-и координатном станке DMU 210 FD, с применением высокоточных режущих и контрольно-измерительных инструментов, разработано приспособление для базирования заготовки при обработке, спроектирован специальный резец, выявлены опасные факторы при изготовлении плечо и разработаны мероприятия по их устранению или снижению Для обеспечения пожарной безопасности используются новые средства пожаротушения, такие как бензиновая мотопомпа, спринклерная установка. Проект экономически выгоден, так как полная себестоимость изготовления снижена с 16883 рублей до 10129 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клепиков, В.В, Технология машиностроения: учеб. / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – Гриф МО.- Москва: ФОРУМ: ИНФРА – М.2004-859с.
2. Марочник сталей и сплавов/ сост. А.С. Зубченко(и др.) ; под ред. А.С. Зубченко – 2 – е изд.,перераб. и доп.-Москва: Машиностроение,2003 – 782с.
3. Маталин, А.А. Технология машиностроен. : учеб. Для студ. Вузов, обуч. по спец. 151001 напр. «Конструкторско-технолог. Обеспечение машиностроит. Производства» / А.А. Маталин. – Изд. 3-е,стер. ; Гриф УМО.- Санкт-Петербург(и др.) : Лань,2010 – 512с.
4. Радкевич, Я.М. Расчёт припусков и межпереход. Размеров в машиностроен.: учеб.пособие / Я.М. Радкевич и др.-М.: Высшая школа,2004-272.
5. Технологические наладки механ. Обработки и сборки в машинострен. : учеб. Пособие / А.Г. Схиртладзе(и др.) – Гриф УМО; ТГУ. – Тольятти:ТГУ,2003 – 179с.
6. Мещерякова, В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. Пособие / В.Б.Мещерякова, В.С. Стародубов. – Москва : ИНФРА-М , 2017 – 336 с.
7. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / В.И. Анурьев; под ред. И.Н. Жестковой – 8-е изд., перераб. И доп. – Москва: Машиностроение, 1999. – 912с.
8. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3 т. Т. 2 / В.И. Анурьев; под ред. И.Н. Жестковой – 8 – е изд., перераб. И доп. – Москва: Машиностроение, 1999. – 875с.
9. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3 т. Т. 3/ В.И. Анурьев; под ред. И.Н. Жестковой – 8-е изд., перераб. И доп. – Москва: Машиностроение, 1999. – 847с.

10. Инструментальные системы автоматизированного производства: для машиностроит. специальностей / Р.И. Гжиров (и др.). – Санкт – Петербург: Политехника,1993 – 393с.
11. Лебедев, В.А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учебное пособие для вузов / В.А. Лебедев, М.А. Тамаркин, Д.П. Гепта. – Гриф УМО. – Ростов – на – Дону : Феникс,2008. – 361 с.
12. Кондаков, А.И. Выбор заготовок в машиностроении : справочник. [Электронный ресурс] / А.И. Кондаков, А.С.Васильев. – Электрон.дан – М. : Машинностроение, 2007, - 506 с.
13. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку : справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – Электрон. дан. – М. : Машиностроение, 2013. – 256 с.
14. Клепиков, В.В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. Пособие / В.В.Клепиков. – Москва : ИНФРА – М, 2017. – 345 с.
15. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. – Электрон. дан. – СПб. : Лань,2015. – 309 с.
16. Кожевников, Д.В. Режущий инструмент. [Электронный ресурс] / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев. – Электрон. дан. – М. : Машиностроение, 2014. – 520 с.
17. Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя : в 3 – х т. Т.3. [Электрон. дан. – М. : Машиностроение, 2006. – 928 с.
18. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб. : Лань,2008. – 320 с.
19. Расторгуев Д.А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб. – метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Институт машиностроения каф «Оборудование и технологии машиностроительного производства». – Тольятти : ТГУ,2015. – 140 с.

20. Шагун В.И. Metallорезущие инструменты : учебное пособие для студ. вузов / В.И Шагун – Гриф УМО – Москва : Машиностроение, 2008 – 423с.

										Усть-Хантайская ГЭС									
АО "ТЯЖМАШ"					Маршрутная карта										Плечо				
Материал					Код единицы величины	Масса детали	Заготовка					Код и вид	Профиль и размеры	Кол-во деталей	Масса	Единица нормирования	Норма расхода	Коэффициент ипольз.объемов	
Наименование, марка					Код	166	117	Отливка (см.чертеж заготовки)											
Номер			Наименование и содержание операции							Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (код, наименование)	Коэффициент	Количество	Количество	Количество	Код	Объем	Тпз	
Цеха	Участка	Операции										штучного	времени	рабочих	аббревиатура	дет.	дет.		дет.
			ИОТ №31, Схема строповки 88б, 92б, 98 по СТП 2756-2010																
			Деталь с чистовыми размерами стропить текстильными стропами РД24-СЗК-01-1 при отсутствии острых кромок.																
										Разраб.	Бейбулатова О.В.							Лист	
										Проб.	Расторгуев Д.А.							1	
										Н.контр.	Виткалов В.Г.							Листов	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Утв.	Лазинов Н.Ю.							6	

«САПР ТП» АВНТ v.10.6.4 / Вр1

Номер			Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (код, наименование)	Коэффициент		Количество инструмента	Количество рабочих	Количество обработанных изделий, шт.	Код парфрейм сетки	Объем произведенной партии	Т _{из}
Цеха	Участка	Операции				Код профес.ст.	Размер рабочего						
						ИОТ №8							
03		005	Перемещение, Токарно-фрезерная	DMU 210FD		1							
			Установ А.			060							
			Установить заготовку на стол станка, литниковой прильем вверх Ø300, выверить, закрепить прижимами.										
			1. Фрезеровать литниковую прильем, выдерживая размер 235 ⁻¹		Фреза для плоскостей								
			2. Фрезеровать торец, выдерживая размер 234(^{+0,176} _{-0,543}), с шероховатостью Ra5 под УЗК.		Фреза для плоскостей								
			Сменить инструмент.										
			3. Расточить отверстие, выдерживая размер Ø178(^{-0,914} _{-1,544})(Ø180H7) с шероховатостью Ra5 под УЗК.		Расточной блок								
			Сменить инструмент.										
			4. Фрезеровать фаску 10×45° на Ø178(Ø180H7) с уч. П		Фреза для абр.фасок								
			5. Точить l=10мм со снятием фаски 2×45° на Ø300		Спец. резец								
													Лист
													2
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

															Усть-Хантайская ГЭС									
Номер			Наименование и содержание операции												Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (код, наименование)	Коэффициент	Классификация	Объем	Тпа				
Цеха	Участка	Операции															Код профес. сш	Разряд рабочего	Классификация обработки	Единица измерения	Код вида нормы	Объем производственной партии	Тшт	
003		010	Контроль УЗК																					
003		015	Перемещение, Токарно-фрезерная												DMU 210FD									
			Установ Б.																					
			Переустановить заготовку на столе станка, выверить, закрепить.																					
			6 Фрезеровать торец, выдерживая размер $234^{+0,173}_{-0,012}$, с шероховатостью Ra5 под УЗК.												Фреза для плоскостей									
			7. Фрезеровать поверхность $\varnothing 277^{+0,295}_{-0,515}(\varnothing 275g6)$ с шероховатостью Ra5 предварительно.												Фреза для плоскостей									
			8. Фрезеровать поверхность $\varnothing 275^{+0,331}_{-0,121}(\varnothing 275g6)$ с шероховатостью Ra5 под УЗК.												Фреза для плоскостей									
			9. Фрезеровать фаску $2 \times 45^\circ$ на $\varnothing 178^{+0,914}_{+1,544}(\varnothing 180H7)$.												с уч.припуска	Фреза для абр.фасок								
			10. Фрезеровать поверхность уха, выдерживая размер $70 \pm 0,37$ мм с шероховатостью Ra5 под УЗК по программе.													Фреза для плоскостей								
			11. Точить поверхность $\varnothing 275g6^{-0,017}_{-0,049}$ согласно чертежу.													Расточной блок								
			12. Фрезеровать фаску $2 \times 45^\circ$ на диаметре $\varnothing 275$.													Фреза для абр.фасок								
															Лист									
															3									
															Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

«САПР ПП» АВНП v.10.6.4 / Вр1

													Усть-Хантайская ГЭС										
Номер																							
Цеха	Участка	Операции	Наименование и содержание операции										Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (код, наименование)	Коэффициент		Количество рабочих	Количество одновременно обрабатываемой детали	Код тарифной сетки	Объем произведенной партии	Тшт		
															Код профессии	Разряд рабочего					Единица измерения	Код тарифной сетки	Тшт
			13. Расточить отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 180H7$											Расточной блок									
			14.Сверлить 4 отверстия, выдерживая размеры $\varnothing 14^{-0,2}$ под резьбу М16-6Н на глубину 33 мм (см. сеч. Р-Р), с одновременным зенкованием фаски $2 \times 45^\circ$.											Сверло для обр. отверстий под резьбу									
			Сменить инструмент.																				
			15. Нарезать резьбу М16-6Н в 4-х отверстиях на глубину l=25 мм согласно чертежу (см. сеч. Р-Р).											Метчик М16-6Н									
			Сменить инструмент.																				
			16. Сверлить 3 отверстия, выдерживая размеры $\varnothing 17,4^{-0,45}$ под резьбу М20-7Н на глубину 62 мм (см.вын. В).											Сверло $\varnothing 17,4$									
			Сменить инструмент.																				
			17. Рассверлить 3 отверстия, выдерживая размеры $\varnothing 28$, l=10 мм (см.вын. В).											Сверло $\varnothing 28$									
			Сменить инструмент.																				
			18. Нарезать резьбу М20-7Н в 3-х отверстиях на глубину l=48 мм (см.вын. В).											Метчик М20-7Н									
			Сменить инструмент.																				
																	Лист						
																	4						
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата								

Номер			Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (код, наименование)	Коэффициент штучного времени	Количество работ	Количество обработанных деталей	Код периферийной сетки	Объем произведенной партии	Тпа					
Цеха	Участка	Операции										Код прифаски	Разряд работного	Служба инструментов	Код выда нормы	Тшт
		19. Фрезеровать площадку, выдерживая размеры 80±0,37мм, 65 мм (см. глав. вид). Сменить инструмент.		Фреза для плоскостей												
		20. Фрезеровать площадку в размер 80±1 (см. вид. М), выдерживая размер 14,7,5. Сменить инструмент.		Фреза для плоскостей												
		21. Сверлить 2 отверстия Ø5 ^{-0,18} под резьбу М6-7Н на глубину 15 мм (см. сеч. Н-Н и вид М). Сменить инструмент.		Сверло Ø5												
		22. Зенковать 2 фаски 1×45° в отверстия Ø5. Сменить инструмент.		Зенковка												
		23. Нарезать резьбу М6-7Н на глубину 10 мм (см. вид М и сеч. Н-Н). Сменить инструмент.		Метчик М6-7Н												
		24. Сверлить 2 отверстия Ø45 на проход, с поворотом стола. Сменить инструмент.		Сверло Ø45												
		25. Фрезеровать 2 обдирочия, выдерживая размеры Ø80		Фреза для плоскостей												
											Лист					
											5					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Документация							
A1			17.БР.ОТМП.97.01.00.000 СБ	Сборочный чертёж	1		
Детали							
A1	1		17.БР.ОТМП.97.01.00.001	Плечо 25/ ГОСТ 977-88	1		
Стандартные изделия							
				Ушко У-0,25 СТП 2726-2014	1		
17.БР.ОТМП.97.01.00.000							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Бейбулатова ОВ.			И	1	1
Проб.		Расторгуев Д.А.					
Н. контр.		Витколов В.Г.			ТГУ, ИМ, зр.МСБз-1202		
Утв.		Логинов Н.Ю.					

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	
<u>Документация</u>							
A1			17.БР.ОТМП.97.6100.000 СБ	Сборочный чертеж			
<u>Детали</u>							
		1	17.БР.ОТМП.97.6100.001	Плита	1		
		2	17.БР.ОТМП.97.6100.002	Сменная втулка	1		
		3	17.БР.ОТМП.97.6100.003	Упорный палец	2		
		4	17.БР.ОТМП.97.6100.004	Упор	1		
		5	17.БР.ОТМП.97.6100.005	Прихват	2		
		6	17.БР.ОТМП.97.6100.006	Корпус	2		
		7	17.БР.ОТМП.97.6100.007	Штуцер	2		
		8	17.БР.ОТМП.97.6100.008	Дроссель	2		
		9	17.БР.ОТМП.97.6100.009	Шток	2		
		10	17.БР.ОТМП.97.6100.010	Втулка	2		
		11	17.БР.ОТМП.97.6100.011	Пружина	2		
		12	17.БР.ОТМП.97.6100.012	Уплотнение втулки	2		
		13	17.БР.ОТМП.97.6100.013	Кольца	2		
		14	17.БР.ОТМП.97.6100.014	Паклявка	2		
		15	17.БР.ОТМП.97.6100.015	Пружина	2		
		16	17.БР.ОТМП.97.6100.016	Болт	2		
		17	17.БР.ОТМП.97.6100.017	Гайка	2		
17.БР.ОТМП.97.6100.000							
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата			
Разраб.		Бейбулатова ОВ					
Проб.		Расторгуев Д.А.					
Н. контр.		Витколов В.Г.					
Утв.		Логичнов Н.Ю.					
Специальное приспособление					Литер.	Лист	Листов
						1	2
					ТГУ, ИМ, зр.МСБз-1202		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			17.БР.ОТМП.97.62.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>						
A1	1		17.БР.ОТМП.97.62.00.001	Державка	1	
	2		17.БР.ОТМП.97.62.00.002	Твердосплавное основание	1	
	3		17.БР.ОТМП.97.62.00.003	Твердосплавное основание	1	
	4		17.БР.ОТМП.97.62.00.004	Зажим	1	
	5		17.БР.ОТМП.97.62.00.005	Зажим	1	
	6		17.БР.ОТМП.97.62.00.006	Штифт	1	
	7		17.БР.ОТМП.97.62.00.007	Штифт	1	
	8		17.БР.ОТМП.97.62.00.008	Винт	1	
	9		17.БР.ОТМП.97.62.00.009	Многогранная сменная пластина	1	
	10		17.БР.ОТМП.97.62.00.010	Многогранная сменная пластина	1	
	11		17.БР.ОТМП.97.62.00.011	Пружина	1	
	12		17.БР.ОТМП.97.62.00.012	Штифт	1	
17.БР.ОТМП.97.62.00.000						
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Разраб.	Бейбулатова ОВ.		
			Проб.	Расторгуев ДА.		
			Н. контр.	Виткалов В.Г.		
			Утв.	Логинов Н.Ю.		
				Специальный резец		
				Лит.	Лист	Листов
				И	1	1
				ТГУ, ИМ. Гр.МСБэ-1202		