

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Институт открытого и дистанционного образования  
Кафедра «Техника, технологии и строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой,  
\_\_\_\_\_ К.М. Виноградов  
\_\_\_\_\_ 03 июля \_\_\_\_\_ 2020 г.

Проектирование участка механической обработки детали "Основание блока"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–15.03.05.2020.010.00.000 ПЗ ВКР

Строительный раздел,  
ст. преподаватель  
\_\_\_\_\_ А.А. Дериглазов  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Руководитель работы,  
доцент  
\_\_\_\_\_ В.В. Ахлюстина  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Автор работы  
студент группы ДО-505  
\_\_\_\_\_ Н. А. Казаков  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Нормоконтролер,  
преподаватель  
\_\_\_\_\_ О.С. Микерина  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Челябинск 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ .....	9
1.1 Анализ служебного назначения узла .....	9
1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней .....	10
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	10
2.1 Анализ технологичности детали .....	10
2.2 Анализ действующего технологического процесса .....	11
2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса.....	11
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	14
2.2.3 Размерный анализ действующего техпроцесса .....	26
2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса.....	28
2.3 Разработка проектного технологического процесса .....	29
2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса .....	29
2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса.....	30
2.3.3 Выбор исходной заготовки .....	37
2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса .....	39
2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса.....	47
2.3.6 Расчёт режимов резания.....	49
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ .....	61
3.1 Проектирование станочного приспособления .....	61
3.1.1 Расчет режимов резания.....	61
3.1.2 Расчет усилия зажима заготовки .....	62
3.1.3 Расчет точности обработки .....	64
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	65
3.2.1 Расчёт метчика .....	97
3.3 Описание работы контрольного приспособления.....	99
3.3.1 Расчет исполнительных размеров гладких калибров.....	100
3.3.2 Расчет калибра для контроля расположения отверстий в детали.....	104
3.3.3 Расчёт калибра на симметричность поверхностей.....	106

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	108
4.1 Расчет потребного количества оборудования .....	114
4.2 Описание планировки участка.....	115
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	116
5.1 Правила техники безопасности .....	116
5.2 Производственная санитария.....	117
5.3 Шум, вибрация .....	118
5.4 Электробезопасность .....	119
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	120
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	123
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	124
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	

## ВВЕДЕНИЕ

Современное состояние промышленности России определяется невысоким уровнем спроса на новые технологии. Данное обстоятельство объясняется необходимостью смены оборудования, использования более прогрессивных материалов и др. Вместе с тем темпы разработки технологий в машиностроении опережают их внедрение. Это означает, что первоначальные стадии инновационного цикла значительно эффективнее, чем последующие этапы (освоение результатов и выход на рынок). Здесь в качестве причин следует указать слабое использование современных методов управления и маркетинга на предприятии машиностроения. Часть инноваций экспортируется, но остается невостребованной отечественным машиностроением. В машиностроении под влиянием НТП и других факторов постоянно меняется сам организационно-структурный характер производства. В настоящее время массовое производство занимает в машиностроении по объему продукции не более 20%. Остальные 80% приходятся на долю изделия серийного, мелкосерийного и индивидуального производства, которое в обобщенном виде можно назвать многоцелевым. Здесь уровень специализации рабочих мест значительно ниже, а уровень автоматизации всего 10–13%. Для современной России достаточно актуальной является тема инновационного развития, причем практически всех видов полезной для общества деятельности людей. В современной экономике значительно возрастает роль инноваций, что является логическим продолжением постепенного усиления влияния научно-технического прогресса на производственной деятельности предприятия.

Основой хозяйства государств Зарубежной Европы является индустрия. Именно в этом регионе находятся девять из двадцати крупнейших индустриальных государств мира – Великобритания, Италия, Испания, Швеция, Франция, Нидерланды, Швейцария, Германия, и Бельгия.

Модель промышленного производства Зарубежной Европы претерпела ряд изменений в связи с историческими обстоятельствами, которые несколько трансформировали мировой рынок. До начала Второй Мировой войны европейские государства выпускали дорогостоящую уникальную продукцию, в послевоенное время предприятия переориентировались на массового потребителя.

Подобная тенденция сохранилась до 70-х годов: в этот период в промышленности Зарубежной Европы прошло своеобразное разделение труда государства Средиземноморского региона продолжали выпуск массовых товаров, во Франции, Англии и ФРГ делался акцент на производстве судов и авиации, что сократило производственное отставание Европы от США.

В настоящее время основой промышленности Зарубежной Европы является машиностроение. Уровень развития этой отрасли в европейских государствах различный. Безусловное лидерство по автомобильному производству принадлежит Германии, Франции и Англии. Эти страны являются крупнейшими мировыми экспортерами машин и оборудования, легковых и грузо-

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

вых автомобилей и тракторов.

К сожалению, приходится констатировать, что в нынешнем состоянии предприятия российского машиностроения могут осуществлять производство конкурентоспособной продукции только для сравнительно узких сегментов рынка. По оценкам экспертов, на мировом рынке могут конкурировать в соответствующих сегментах незначительное число российских машиностроительных компаний.

Целями данной дипломной работы является:

- полный анализ действующего технологического процесса, применяемого оборудования, режущего инструмента и оснастки;
- проектирование технологического процесса механической обработки детали «Основание блока», зажимного и контрольного приспособлений;
- выбор способа получения заготовки и расчёт её размеров, исходя из размерной цепи;
- расчёт режимов резания на операции механической обработки;
- проектирование специального участка механической обработки.

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

# 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Анализ служебного назначения узла

Деталь «Основание блока» (рисунок 1.1) входит в систему, способную реагировать на изменение углов ориентации тела, на котором оно установлено, относительно инерциальной системы отсчета (рисунок 1.2). Главным свойством системы считается способность сохранять постоянное направление в пространстве оси вращения при отсутствии воздействия на него внешних сил. Данная система используется в приборах, основной частью которых является быстро вращающийся ротор, который имеет несколько степеней свободы (осей возможного вращения).

Основание — консольная опорная деталь или конструкция, применяемая для закрепления на вертикальной плоскости выступающих или выдвинутых в горизонтальном направлении частей машин или сооружений.

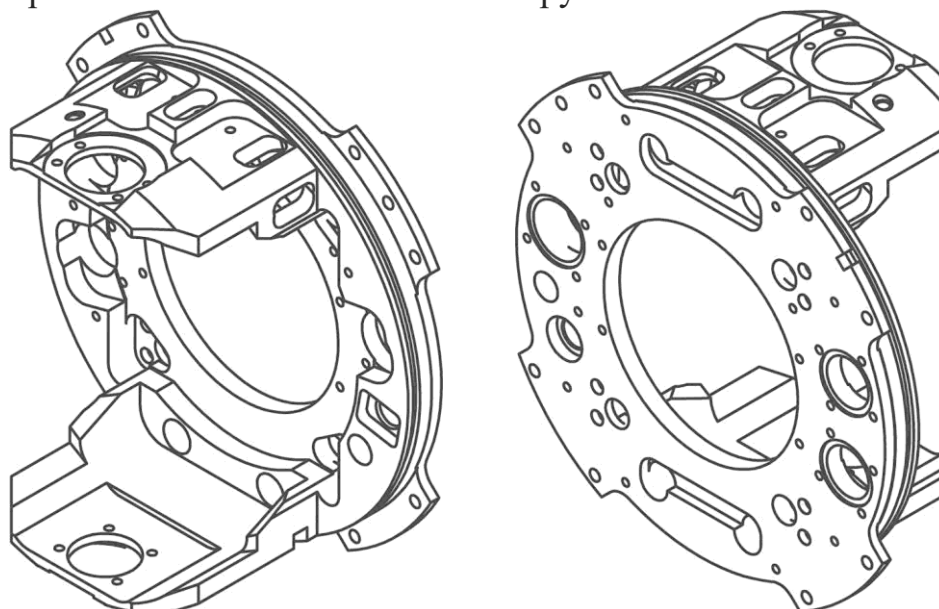


Рисунок 1.1 - 3D модель детали

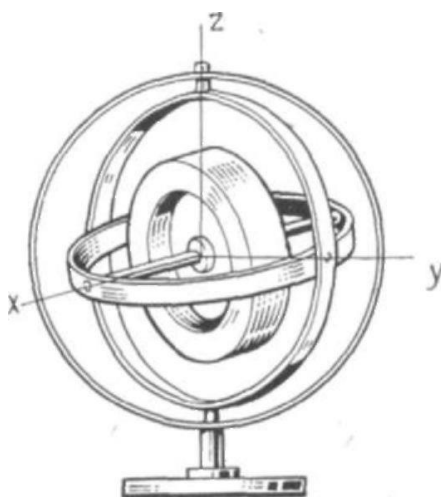


Рисунок 1.2 - Узел

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Основание применяется в приборостроении и радиоаппаратостроении.

Применение: авиастроение, ракетостроение и космическая техника, судостроение, машиностроение, автомобилестроение.

Чертёж детали «Основание блока» представлен на листе формата А0, соответствующего ЕСКД.

Некоторые поверхности имеют различные требования по перпендикулярности, плоскостности, соосности и торцевому и радиальному биению, проставлены различные квалитеты, требования, которые необходимо выполнять. Деталь будет считаться браком если не соблюдаются требования предъявляемые к ней.

Также, имеется ряд технических требований предъявляемых к предоставленной детали. Стабилизация детали 3 по ГОСТ 17535 – 77, который распространяется на высокоточные металлические детали приборов с наибольшим размером до 600 мм и рабочей температурой до 100°С и устанавливает рекомендуемые типовые технологические процессы термической обработки, обеспечивающие стабилизацию размеров деталей приборов.[3]

Неуказанные предельные отклонения размеров по Н12, h12;  $\pm \frac{IT12}{2}$ .

Маркировку наносить электрографом. Использовать шрифт любой Пр 3 ГОСТ 26.020-80.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Анализ технологичности детали

Для изготовления детали применяется материал - сплав ВТ5.

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Таблица 1 – Химический состав в % материала VT5 ГОСТ 19807-91

Fe	C	Si	Mo	V	N	Ti	Al	Zr	O	H	Примесей
до 0,3	до 0,1	до 0,12	до 0,8	до 1,2	до 0,05	90,63-95,2	4,5-6,2	до 0,3	до 0,2	до 0,015	прочих 0,3

VT5 – деформируемый сплав. Сплав VT5 отличается от технического титана большей прочностью и жаропрочностью. Вместе с тем алюминий значительно уменьшает технологическую пластичность титана. Сплав VT5 деформируется в горячем состоянии: куется, прокатывается, штампуется. Из него изготавливают прутки, профили, поковки, штамповки. Тем не менее, его предпочитают применять не в деформированном состоянии, а в виде фасонного литья (в этом случае ему присваивают марку VT5Л). Сплав предназначен для изготовления деталей систем управления, внутреннего набора фюзеляжа, сварных деталей и узлов, длительно работающих (10 000 ч) при температурах до 400 °С.

Если посмотреть на характеристика материала можно сделать вывод, что для механической обработки титана следует применять специальный режущий инструмент и правильно подобранные режимы резания.

Все обрабатываемые поверхности детали достаточно легкодоступны для механической обработки. Возможность подхода режущего инструмента к детали хорошая, так как нет труднодоступных мест, для которых необходимо проектировать специальные режущие инструменты. С этой точки зрения деталь технологична.

Деталь является технологичной, так как большая часть поверхностей имеют простую форму и легкодоступны для обработки. Это позволяет применять автоматизированное и автоматическое оборудование.

Для данного материала (VT5 ГОСТ 19807-91) зарубежные аналоги не известны.

## 2.2 Анализ действующего технологического процесса

### 2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса

Деталь «Основание блока» изготавливается из прутка VT5 130 ГОСТ 26492-85 (рисунок 2.1). Пруток представляет собой круглый прокат Ø130×3000, который режут на плоские заготовки Ø130×62, используя ленточнопильный станок «PEGASUS».

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					11



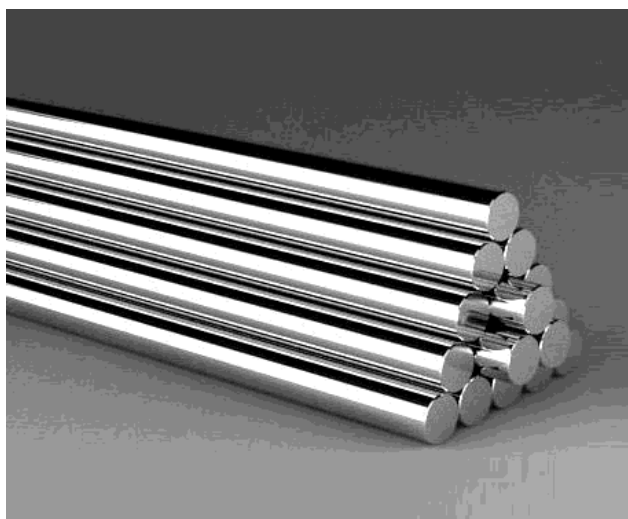


Рисунок 2.1 – Пруток ВТ 5

Техническая документация представлена маршрутными картами. Маршрутные карты показывают представление об операциях (токарная, фрезерная, шлифовальная и т.д), установках (в упрощённом виде), о станках и применяемых на них инструментах, машинном времени. Операционные карты отсутствуют и, следовательно, отсутствует информация о переходах на операциях, затраченном времени на них.

020 Программная №1 Токарная (черновая)

На эскизе выполнен вид, на котором показаны обрабатываемые поверхности. Не показана технологическая база и закрепление детали. Не имеется обозначения шероховатости обрабатываемых поверхностей и предельные отклонения обрабатываемых размеров.

025 Программная №2 Токарная (черновая)

На эскизе выполнен вид, на котором показаны обрабатываемые поверхности, одна из которых не нужна. Не показана технологическая база и закрепление детали. Не имеется обозначение шероховатости обрабатываемых поверхностей, не указаны некоторые размеры и предельные отклонения обрабатываемых размеров.

070 Программа №3 (токарная чистовая)

На эскизе выполнен вид, на котором показаны все обрабатываемые поверхности, указаны предельные отклонения обрабатываемых поверхностей. Отсутствует обозначение технологическая база и закрепление детали. Не показано обозначение шероховатости обрабатываемых поверхностей, не указаны некоторые размеры.

075 Программная №4 (токарная чистовая)

На эскизе выполнен вид, на котором показаны все обрабатываемые поверхности. Указаны размеры обрабатываемых поверхностей, один из которых ( $\varnothing 110,5f7$ ) с прошлого установка увеличился ( $\varnothing 110h11$ ), и предельные отклонения. Отсутствует обозначение технологическая база и закрепление детали. Не показаны

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

бозначения шероховатости обрабатываемых поверхностей и некоторые размеры.

#### 120 Программная №5

На эскизе показаны все необходимые для обработки виды, выделены обрабатываемые поверхности, предельные отклонения обрабатываемых размеров. Не указана технологическая база и закрепление детали. Отсутствуют шероховатости обрабатываемых поверхностей и 2 габаритных диаметра. Для резьбы М7 просверлено отверстие большего диаметра ( $\varnothing 7,5$ ).

#### 135 Программная №6

На эскизе выполнены не все необходимые для обработки виды (нет вида сбоку), выделены обрабатываемые поверхности, указаны предельные отклонения обрабатываемых размеров. Есть повторно обрабатываемые поверхности, окончательные размеры которых получены на предыдущей операции. Не указана технологическая база и закрепление детали. Отсутствуют шероховатости обрабатываемых поверхностей.

#### 150 Программная №7

На эскизе выполнены все необходимые для обработки виды, выделены обрабатываемые поверхности, на одном виде выделены абсолютно все поверхности, даже не обрабатываемые. На виде сверху присутствует фаска  $2 \times 45^\circ$ , которой нет на чертеже. На главном виде не убрана линия после фрезерования в размер  $3Н11 \times 3^{+0,1}$ . Не указана технологическая база и отсутствует закрепление детали. Проставлены предельные отклонения обрабатываемых размеров.

Исходя из перечисленных показателей можно сделать вывод: отсутствие линий разрезов, стрелок взгляда, указания букв видов, повторная обработка уже готовой чистовой поверхности, отсутствие некоторых габаритных и координатных размеров. Эти недостатки могут привести к неправильной механической обработке детали и, соответственно, привести к браку.

Технический контроль прописан в маршрутных картах (рисунок 2.2), но представлен в упрощённом виде. Не указано, как установить деталь для контроля. Нет контрольных приспособлений.

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

А	06	05	090	Контрольная	ИОТ № 219 для контролёра					
Б	07			Стол ОТК						
	08			Исполн. - 100 %; ОТК - 30 %.						
	09									
О	10	1. Проверить отсутствие заусенцев – визуально.								
	11	2. Проверить размеры: $\varnothing 58H8$ ; $\varnothing 80^{-0,35}$ ; $\varnothing 97$ ; $\varnothing 108H8$ ; $\varnothing 110,5f7$ ; $\varnothing 124h11$ ; $4,7_{-0,1}$ ; $2,5h11$ ; $2^{-0,1}$ ; $1,5_{-0,2}$ ; $10_{-0,18}$ ; $5,3^*$ ; $18 \pm 0,2$ ;								
	12	27,5(техн.); 55,5(техн.).								
	13									
	14	3. Проверить угол: $\angle 22^\circ$ (техн.).								
	15	4. Проверить шероховатость $\sqrt{1,25}$								
	16									


А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение					
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	Код.
Б	Код, наименование оборудования										
К-М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код					
О	01	5. Допуск плоскостности  0,02				- обеспечивается настройкой станка.					
	02										
Т	03	Штангенциркуль ШЦ II-250-0,1 ГОСТ 166-89; Угольник УП-0-100-Н ГОСТ 3749-77									
	04	образец шероховатости Ra2,5 – Т ГОСТ 9378-75; микрометр МР 50 ГОСТ 4381-87									
	05	халат ГОСТ 12.4.132-83, рукавицы ГОСТ 12.4.010-75.									
	06										

Рисунок 2.2 – Технический контроль

### 2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

На операции «000 Заготовительная» используется станок ленточный отрезной «PEGASUS» (рисунок 2.3). Фирма изготовитель: FMB (Италия).



Рисунок 2.3 – Станок "PEGASUS"

Таблица 2 – Технические характеристики станка "PEGASUS"

Габаритные размеры, мм	1000x2300x1600
Вес, кг	850
Насос СОЖ, кВт	0,06
Главный двигатель, кВт	3
Размер ленточной пилы, мм	4120x34x1,1
Высота рабочего стола, мм	950
Скорость ленточной пилы, м/мин	16-120

Ленточнопильный станок «PEGASUS» применяется для нарезания заготовок, как из черных, так и из цветных металлов, различной формы и размеров. Данный станок выполнен из пильной рамы, имеющей два шкива на которых закреплена ленточная пила. Рабочая область станка позволяет получить заготовки необходимого диаметра и длины. Станок обеспечивает высокую точность резки, малую ширину пропила, что экономит расход металла.[9]

На операциях «020, 025 Программная №1, №2 Токарная (черновая)» применяется горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway серии GA-2000 (рисунок 2.4). Фирма производитель: Goodway (Тайвань).

Револьверные станки серии GA позволяют произвести высокоскоростную токарную обработку деталей, способны работать в интенсивном режиме, благодаря применению двухдиапазонного двигателя и системы ЧПУ.



Рисунок 2.4 – Токарно-револьверный станок Goodway

Таблица 3 – Технические характеристики станка Goodway

Вес, кг	3500
Диаметр патрона, “	8
Количество позиций в револьверной головке, шт	12 (10-опц.)

Продолжение таблицы 3

Максимальная длина точения, мм	до 624
Максимальный диаметр точения, мм	350
Максимальный диаметр прутка, мм	до 51
Мощность двигателя шпинделя (номинал / 30 мин.), кВт	11 / 15 / 18 (15 / 18,5 / 22 / опц.)
Повторяемость, мм	0,003
Система ЧПУ,	Funic 0i-TD (31i – опц.)
Скорость быстрого перемещения по оси Y, м/мин	20
Скорость быстрого перемещения по оси Z, м/мин	24
Скорость вращения шпинделя, об/мин	48 / 4800
Тип направляющих,	Скольжения
Точность позиционирования, мм	0,005

Станок позволяет получить точность обрабатываемых размеров. Размеры рабочей зоны подходят для обработки детали.

На операциях «070, 075 Программная №3, №4 (токарная чистовая)» применяется токарный станок 16К20Ф3 (рисунок 2.5). Фирма производитель: Московский станкостроительный завод "Красный пролетарий" им. А.И. Ефремова.



Рисунок 2.5 – Токарный станок 16К20Ф3

Станок 16К20Ф3 применяется для токарной обработки в автоматическом режиме наружных и внутренних поверхностей деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем различной сложности по ранее составленной управляющей программе. Обработка происходит в один или несколько проходов в замкнутом автоматическом цикле. Установка заготовок осуществляется в патроне, а длинных заготовок – в центрах. Станок применяется: мелкосерийное и серийное производство.[5]

Станок 16К20Ф3 спроектирован на базе универсального станка и имеет традиционную компоновку.

На данном станке применяется устройство ЧПУ Маяк. Концепция размещения системы - отдельно блок ЧПУ и отдельно пульт оператора, соединенные последовательным интерфейсом. Блок ЧПУ встраивается в электрошкаф станка, а пульт оператора устанавливается в пульт станка или в электрошкаф.

Таблица 4 – Технические характеристики станка 16К20Ф3

Диаметр обработки над станиной, мм	500
Диаметр обработки над суппортом, мм	200
Наибольшая длина обработки, 6-позиционная головка, мм	900
Наибольшая длина обработки, 8-позиционная головка, мм	750
Наибольшая длина обработки, 12-позиционная головка, мм	850
Наибольшая длина обработки в центрах, мм	1000
Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе, мм	55
Наибольший поперечный ход суппорта, мм	210
Наибольший продольный ход суппорта, мм	905
Максимальная рекомендуемая скорость продольной рабочей подачи, мм	2000
Максимальная рекомендуемая скорость поперечной подачи, мм	1000
Количество управляемых координат, шт	2
Количество одновременно управляемых координат, шт	2
Дискретность задания перемещения, мм	0,001
Пределы частот вращения шпинделя, мин-1	20-2500
Скорость быстрых перемещений суппорта – поперечного, мм/мин	2400
Максимальная скорость быстрых продольных перемещений, мм/мин	15000

Продолжение таблицы 4

Максимальная скорость быстрых поперечных перемещений, мм/мин	7500
Количество позиций инструментальной головки	8
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	11
Класс точности по ГОСТ 8-82	П
Габаритные размеры станка (Д×Ш×В), мм	3700×2260×1650
Масса станка, кг	4000

Станок 16К20Ф3 – многофункциональный станок, оснащённый системой ЧПУ. В технических характеристиках не указана точность станка, поэтому точно сказать, что он обеспечит точность размеров, нельзя. Но в целом станок подходит для обработки детали.

На операциях «120, 135, 150 Программная №5, №6, №7» применяется вертикально-фрезерный станок LEADWELL V50L (рисунок 2.6). Фирма производитель: Leadwell CNC Mashines MFG., Corp. Тайвань.



Рисунок 3.6 – Вертикально-фрезерный станок Leadwell V50L

Таблица 5 – Технические характеристики станка Leadwell

Ход по осям X/Y/Z, мм	1270×635×610
Размер стола, мм	1420×610
Нагрузка на стол, кг	1000
Характеристики шпинделя, кВт/об/мин	18,5/8000
Конус шпинделя	BT40
Скорость холостого хода, м/мин	36

Вертикально-фрезерные станки применяются для фрезерования уступов, плоскостей и криволинейных поверхностей, и, также, для обработки отверстий концевым и расточным инструментом. Дополнительные 4ая и 5ая управляемые оси позволяют обрабатывать корпусные детали за 1 установ с нескольких сторон, что как раз необходимо для обработки детали «Основание блока».

На операции «175 Шлифовальная» применяется координатно-шлифовальный станок модели JG-510CM. Координатно-шлифовальные станки применяются для шлифования сложных форм и отверстий, где требуются самые высокие степени точности обработки. По принципу работы данные станки очень похожи на координатно-расточные, но разница в том, что у шлифовальных станков более высокая точность обработки (значительно выше, чем у простого фрезерного или токарного станка) и частота вращения шлифовального шпинделя.[1]

Таблица 6 – Технические характеристики станка JG-510CM

Модель	JG-510CM
<b>Перемещения</b>	
Ось X	500 мм
Ось Y	300 мм
Ось Z	100 мм
Ось W	340 мм
<b>Стол</b>	
Размер стола (Д x Ш)	700x340 мм
Нагрузка на стол	До 300 кг
<b>Рабочие параметры шлифовальной головки</b>	
Частота вращения шпинделя	30000 об/мин
	40000 об/мин
	60000 об/мин
Планетарная частота вращения	5~200 об/мин
Размер растачиваемого отверстия	0,5~100 мм
Максимальный ход по оси U	35 мм
<b>Привода</b>	
X AXIS (Servo)	1,4 кВт (4Нм)
Y AXIS (Servo)	1,6 кВт (8Нм)
W AXIS (Servo)	1,4 кВт (4Нм)
Z AXIS	3,2 кВт
Cs AXIS	0,55 кВт, шпиндель
U AXIS	шаговый



Продолжение таблицы 6

Габаритные размеры и масса	
Длина	2780 мм
Ширина	2733 мм
Высота	2675 мм
Масса	5010 кг

Для обработки детали по данному техпроцессу используется следующий инструмент:

– Резец проходной отогнутый с СНП ГОСТ 18868-73 предназначен для протачивания заготовок вдоль оси её вращения (рисунок 2.7).

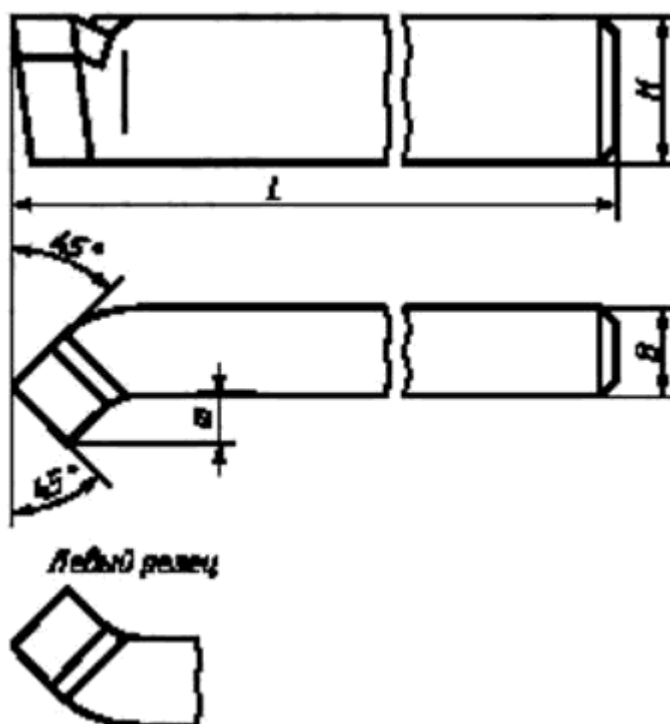


Рисунок 2.7 – Резец проходной отогнутый

– Резец расточной с пластинами из твердого сплава для обработки сквозных отверстий ГОСТ 18882-73 (рисунок 2.8).

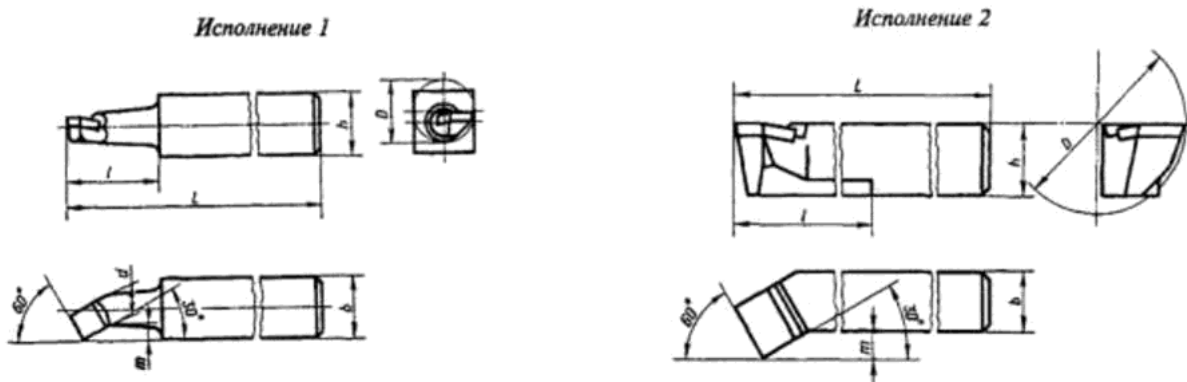


Рисунок 2.8 – Резец расточной

– Резец токарный прорезной и отрезной из быстрорежущей стали ГОСТ 18874-73 для образования канавок на наружных и внутренних цилиндрических поверхностях (рисунок 2.9).

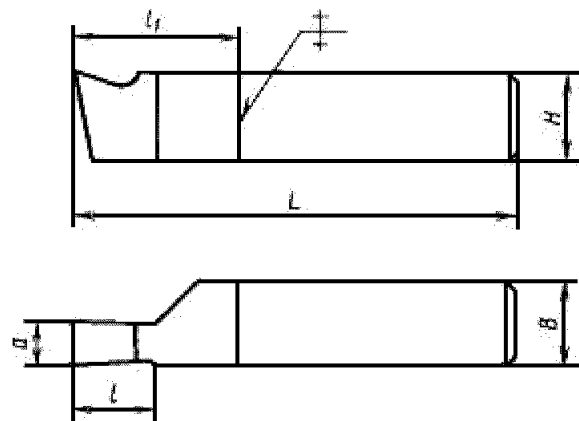


Рисунок 2.9 – Резец прорезной

– Фреза концевая с цилиндрическим хвостовиком, оснащенная винтовыми твердосплавными пластинами ГОСТ Р 53413-2009 (рисунок 2.10).

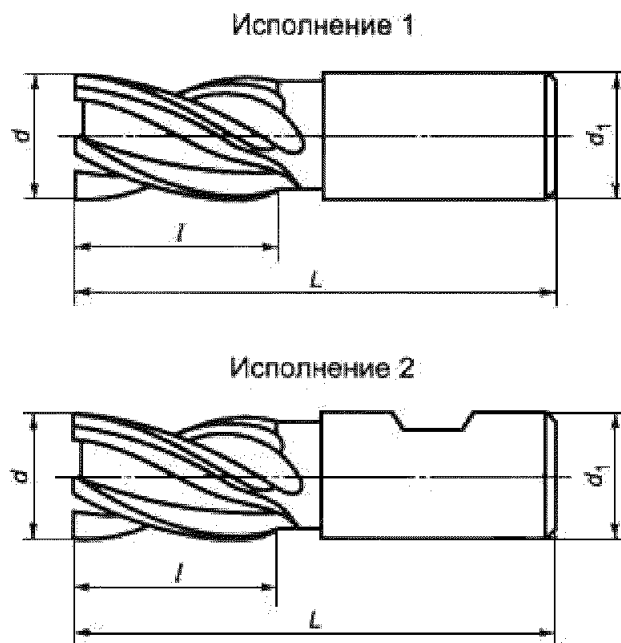


Рисунок 2.10 – Фреза концевая

– Сверло центровочное комбинированное ГОСТ 14952-75 (рисунок 2.11).

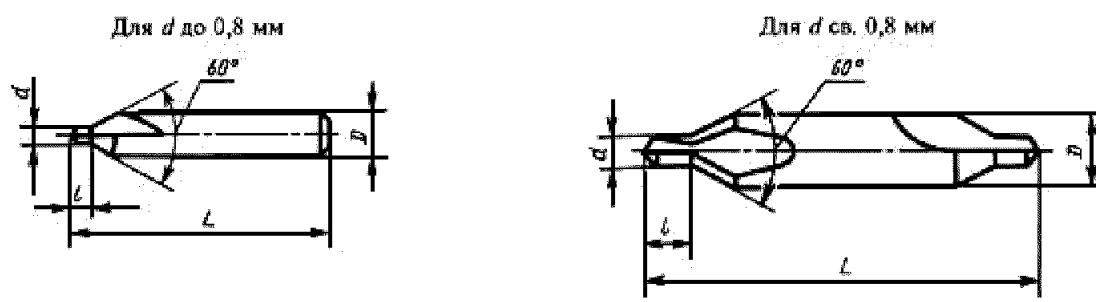


Рисунок 2.11 – Сверло центровочное

– Сверла спиральные цельные твердосплавные ГОСТ 17274-71 (рисунок 2.12)

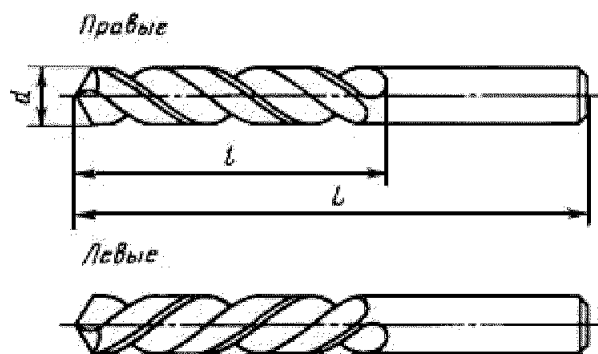


Рисунок 2.12 – Сверло спиральное цельное твердосплавное

Весь перечисленный режущий инструмент стандартный и подобран рационально. При выборе такого инструмента, возможно, ссылались на то, что инструмент с напайными пластинами компактнее, чем со сменными пластинами, более ремонтпригоден, однако, в современном машиностроении большее применения находят инструменты с СМП, что позволяет сократить количество заточного оборудования.[3]

Плюсом подобранных фрез является возможность получения твердосплавного мелкогабаритного инструмента с достаточно большим числом винтовых зубьев и канавок значительной величины, обеспечивающих хороший отвод стружки.

Что касается сверел, то подобранные сверла самые распространенные, с диаметром сверла от 0,1 до 80 мм и длиной рабочей части до 275 мм.

Анализ применяемой оснастки.

– Трехкулачковый патрон. Обычно используется в составе передней бабки (шпинделя) токарного станка для зажима обрабатываемой детали. Различают самоцентрирующиеся патроны (для установки осесимметричных деталей) и патроны с независимыми кулачками (для несимметричных деталей). В трехкулачковых самоцентрирующихся патронах закрепляют детали круглой и шестигранной формы или круглые прутки больших диаметров (рисунок 2.13).

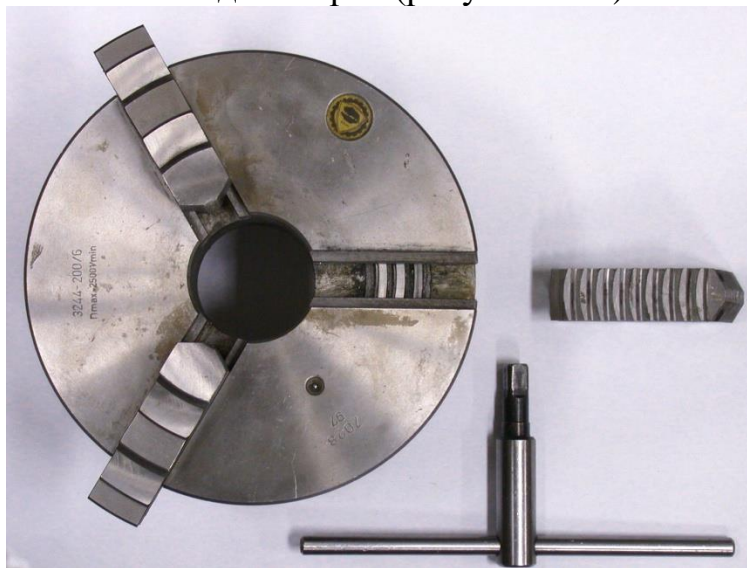


Рисунок 2.13 – Патрон 3-х кулачковый с независимым перемещением кулачков

– Напильник и надфиль.

Напильник – многолезвийный инструмент для обработки металлов, дерева, пластмасс и т. п. Представляет собой металлический стержень с насечкой (рисунок 2.14).

Надфиль - инструмент, с помощью которого можно обработать небольшую деталь, где с помощью обычного напильника это сделать проблематично. (ри-

сунок 2.15).

По форме сечения рабочей части напильники (надфили) бывают:

- а) прямоугольной формы (плоские),
- б) квадратной формы,
- в) треугольные равносторонние,
- г) треугольные тупоугольные,
- д) круглой формы,
- е) полукруглой формы,
- ж) овальной формы,
- з) ромбические,
- и) ножевые и т. д.

Напильники прямоугольной формы имеют две стороны с разной формой поверхности (что можно проверить, направив взгляд вдоль поверхности): одна сторона выгнутая, другая — плоская. Первая используется для черновой обработки — подгонки — обрабатываемой поверхности; вторая — для чистовой обработки (выведению плоскости) обрабатываемой поверхности.

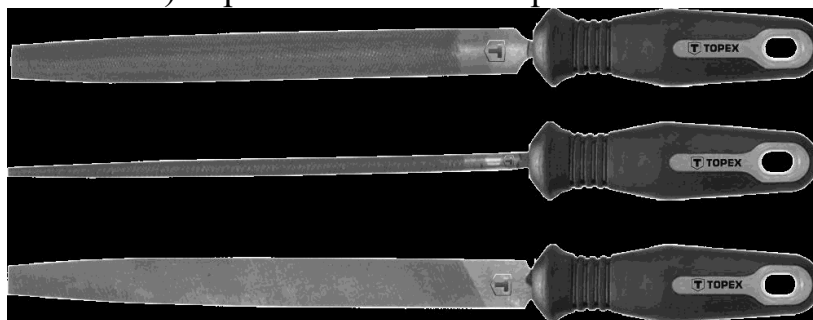


Рисунок 2.14 – Напильник



Рисунок 2.15 – Надфиль

– Метчик (ГОСТ 3266-81) — инструмент для нарезания внутренних резьб, представляет собой винт с прорезанными прямыми или винтовыми стружечными канавками, образующими режущие кромки (рисунок 2.16). Метчик хвостовой частью крепится в вороток, рабочей частью вводится в отверстие, в котором при проворачивании воротка возвратно-поступательными движениями нарезается резьба. Рабочая часть метчика имеет режущую и калибрующую части. Задняя поверхность для исключения трения её об обрабатываемую деталь выполняется затупленной (некруглой). Профиль резьбы метчика должен соответствовать профилю нарезаемой резьбы.[4]

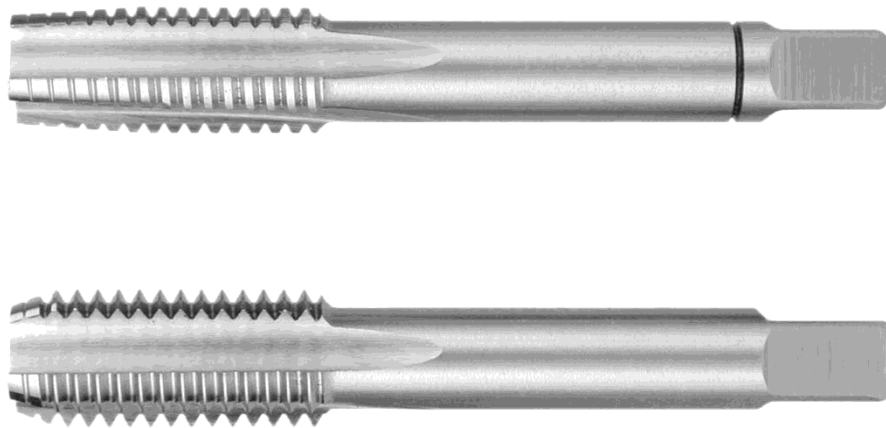


Рисунок 2.16 – Метчик

– Пробки резьбовые со вставками двусторонние диаметром от 1 до 100 мм ГОСТ 17758-72 (рисунок 2.17).

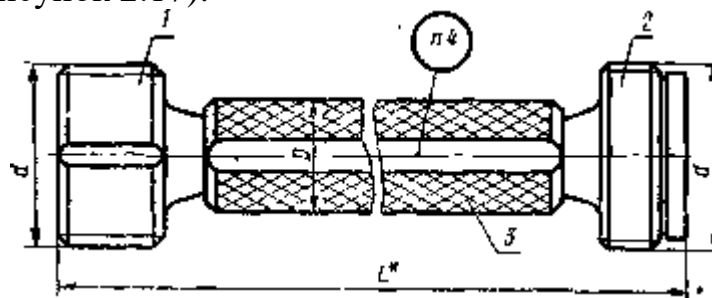


Рисунок 2.17 – Пробка резьбовая

– Зенковки конические ГОСТ 14953-80 (рисунок 2.18).

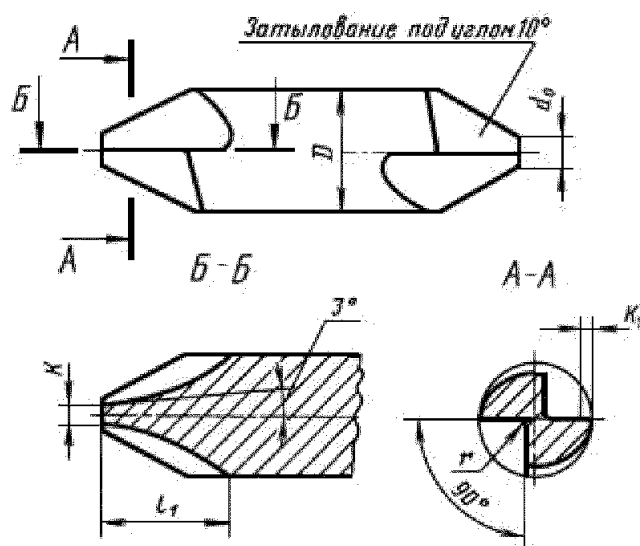


Рисунок 2.18 – Зенковка коническая

– Штангенциркуль ШЦ I-125-0,05 ГОСТ 166-89 (рисунок 2.19)

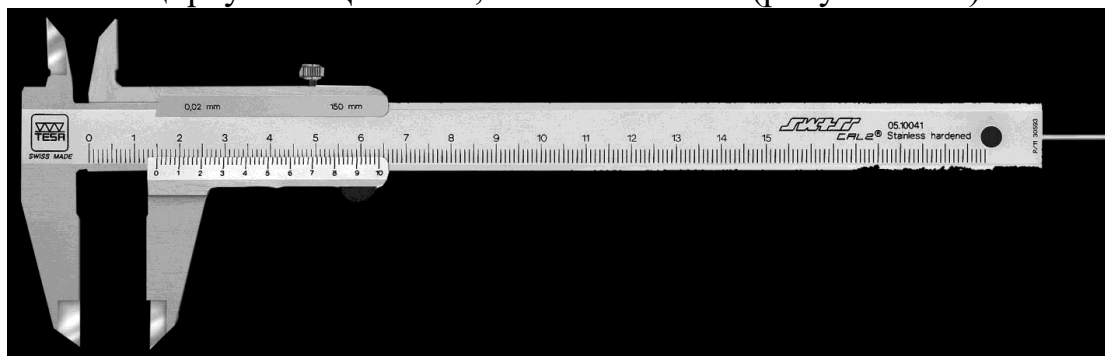


Рисунок 2.19 – Штангенциркуль

Вся оснастка применяемая в дипломном проекте выполнена согласно ГОСТ, а значит отвечает всем техническим требованиям. Но так же используются прижимы и цеховые приспособления, на которые нет ГОСТа и можно сделать вывод, что они не соответствуют технике безопасности и техническим требованиям.

В технологическом процессе на нескольких операциях прописано специальное приспособление для обработки детали на станке, но чертежа его нет. Поэтому сказать о нем что-либо нет возможности.

### 2.2.3 Размерный анализ действующего техпроцесса

По базовому технологическому процессу построена размерная цепь (рисунок 2.20).

В ходе построения размерной цепи было выявлено, что не все чертёжные размеры выдерживаются в технологическом процессе. Присутствуют замыкающие звенья:[2]

$$\Delta 1 = 10_{-0,12} - (1,5_{-0,12} + 2^{+0,12} + 2,5 \pm 0,06) = 4_{-0,3}^{+0,18};$$

$$\Delta 3 = 55,5_{-0,12} - (7 \pm 0,06 + 22 \pm 0,06 + 10_{-0,12} + 10_{-0,12}) = 6,5_{-0,24}^{+0,36};$$

$$\Delta 4 = 55,5_{-0,12} - (10_{-0,12} + 2,5 \pm 0,06) = 43 \pm 0,18$$

$\Delta 2$  невозможно рассчитать, так как не хватает размеров чтобы замкнуть контур.

Для анализа припусков необходимо рассчитать их значения:

$$Z_1 = 57_{-0,2} - 55_{-0,12} = 2_{-0,2}^{+0,12} \Rightarrow Z_{min1}^{\Phi} = 1,8;$$

$$Z_{min1}^T = 0,015 + 0,02 = 0,035.$$

$$Z_2 = 61_{-0,2} - 57_{-0,2} = 4 \pm 0,2 \Rightarrow Z_{min2}^{\Phi} = 3,8;$$

$$Z_{min2}^T = 0,015 + 0,02 = 0,035.$$

$$Z_3 = 62 \pm 0,65 - 61_{-0,2} = 1_{-0,65}^{+0,85} \Rightarrow Z_{min3}^{\Phi} = 0,35;$$

$$Z_{min3}^T = 0,08 + 0,05 = 0,13.$$

Во всех случаях фактические припуски больше теоретических, то есть, завышены, но брака нет.

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27



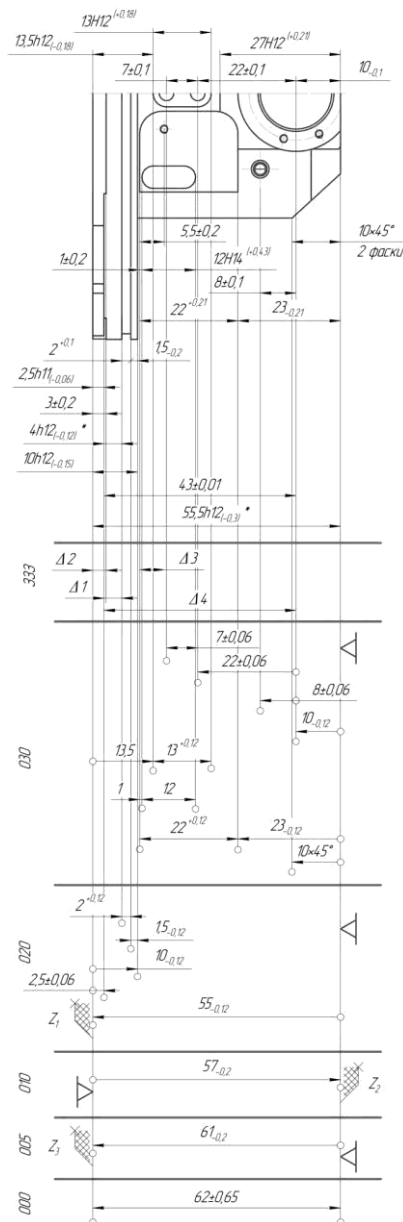


Рисунок 2.20 – Размерная цепь

## 2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса

Проведя полный анализ технологического процесса изготовления детали можно сказать следующее:

- технологический процесс изготовления детали «Основание блока» выполнен с рядом замечаний. Требуется разработка нового, в котором будут приняты во внимание все выявленные ошибки;

- режущий инструмент, применяемый для обработки детали приемлемый, ГОСТы действующие, но является устаревшим. У резцов приходится переплаивать пластины, если это является возможным, а фрезы нужно затачивать. Предлагается применять инструмент с СМП;

						Лист
					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– повышенная материалоемкость материала из-за завышенных припусков на обработку;

– всё применяемое оборудование можно сократить до одного или двух станков.

– в технологическом процессе присутствуют лишние установки – не рационально распределена механическая обработка детали, и, как следствие, затрачивается много времени на переустановку детали и переналадку станка. С усовершенствованием технологического процесса и введением нового оборудования время на обработку детали уменьшится;

– требуется разработка приспособления для обработки детали по новому технологическому процессу на новом оборудовании.

## 2.3 Разработка проектного технологического процесса

### 2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса

Для изготовления детали применяется следующий маршрут:

Таблица 7 – Маршрутный техпроцесс

№ операции	Название операции	Оборудование, применяемое в ТП
000	Заготовительная	Индукционная вакуумная литейная установка Linn SUPERCAS TITAN
005	Транспортная	Электропогрузчик ЭП-103
010	Термическая	Вакуумная камерная электропечь СНВЭ-6.6.4/14-ИВ-НИТТИН
015	Транспортная	Электропогрузчик ЭП-103
020	Токарно - револьверная	Универсальный токарный станок NEF 400
025	Слесарная	Верстак
030	Моечная	Ванна цеховая
035	Контрольная	Стол ОТК
040	Транспортная	Электропогрузчик ЭП-103
045	Термообработка	Вакуумная камерная электропечь СНВЭ-6.6.4/14-ИВ-НИТТИН

Продолжение таблицы 7

050	Транспортная	Электропогрузчик ЭП-103
055	Токарно - револьверная	Универсальный токарный станок NEF 400
060	Слесарная	Верстак
065	Моечная	Ванна цеховая
070	Контрольная	Стол ОТК
075	Комплексная программная	Станок DMG MORI «DMU 50»
080	Комплексная программная	Станок DMG MORI «DMU 50»
085	Слесарная	Верстак
090	Моечная	Ванна цеховая
095	Транспортная	Электропогрузчик ЭП-103
100	Термообработка	ТЦО 3 раза последовательно
105	Транспортная	Электропогрузчик ЭП-103
110	Контрольная	Контрольное приспособление

2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса

Для реализации операции «000 Заготовительная» используется индукционная вакуумная литейная установка для центробежного литья Linn SUPERCAST Titan (рисунок 2.21).



Рисунок 2.21 - Литейная установка Linn SUPERCASET Titan

Автоматизированная линия для литья титана — совместная разработка компаний Linn High Therm, ACCESS e. V. и института RWTH Aachen. По данной технологии можно получить отливки с толщиной стенки от 0,1 мм и очень хорошим качеством поверхности, в том числе деталей сложной конфигурации, которые не могут быть произведены методами механической обработки. Полученные литые детали требуют минимальной механической обработки и могут практически сразу использоваться по назначению.

Компактная комбинированная установка вакуумного центробежного литья. Позволяет реализовать производство точных отливок в вакууме или в атмосфере защитного газа без значительных материальных и временных затрат, в том числе при единичном и мелкосерийном производстве. Устройство способно производить отливку металлов с температурой плавления до 2000°C. Микропроцессорный контроль обеспечивает высочайшую воспроизводимость условий литья и, таким образом, гарантирует отсутствие изменений в структуре серийных отливок. Дополнительным преимуществом прецизионного литья является минимизация отходов при механической обработке конечных деталей.

Таблица 8 – Технические характеристики станка

Размер литейных форм, мм	Ø200
Максимальная длина литейной формы, мм	350
Максимальный вес литейной формы, кг	14

Продолжение таблицы 8

Температура плавления	До 2000°C
Размеры рабочей области литейной камеры (Д×Ш×В), мм	350×200×220

Для реализации «020, 055 Токарно - револьверная» используется станок DMG MORI «NEF 400» (рисунок 2.22).



Рисунок 2.22 - Станок NEF 400

Образец экономичности и гибкости. Станки NEF 400 обеспечивают великолепную производительность, которая до сих пор остается непревзойденной в этом классе соотношения цены и качества и уникальной на мировом рынке. За счет использования высокотехнологичных компонентов новейшее поколение NEF обеспечивает возможность эффективного и точного точения на самом высоком уровне даже для начинающих. Пользователям NEF помогает высокая гибкость при изготовлении деталей и максимальная точность и динамика в производстве. Многочисленные опции позволяют создать индивидуальную конфигурацию станка для максимальной продуктивности производства – от единичных деталей вплоть до малых серий. Серия NEF – это Ваш успех и повышение возможностей на рынке.

Siemens 840D solutionline Высокая динамика и точность гарантируют высокое качество обработки, как в массовом производстве, так и в изготовлении форм. Сочетание таких функций как контроль ускорения, опережающее управление скоростью и ускорением, прогнозирование и контроль ориентации инструмента обеспечивает оптимальное использование технологии и соответствие меняющимся требованиям по скорости, точности и качеству поверхности. Со-

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

временное управление SIEMENS поможет Вам в повышении производительности во всех отношениях, в программировании, обслуживании и обработке.

Отличительные особенности solutionline: Новая системная платформа для оптимизированной коммуникации, инсталляции и диагностики на базе современных операционных систем.

- solutionline: Новая системная платформа для оптимизированной коммуникации, инсталляции и диагностики на базе современных операционных систем.
- Поддержка в «онлайн» с графикой и текстом
- 3D-графика детали / 3D-симуляция
- Функциональность для широкого спектра применения
- Модульная система управления 840D для всех вариантов исполнения

Ключевые аспекты NEF 400:

– интегрированный шпиндель-двигатель ISM: увеличенное отверстие шпинделя, более высокое число оборотов, увеличенная точность/жесткость по оси С, увеличенные диаметры подшипников для повышения жесткости, жидкостное охлаждение для улучшения термической стабильности, удобство сервисного обслуживания так как отсутствует необходимость периодической регулировки ремня;

– новая конструкция: увеличенный обзор рабочей зоны, удобное управление, компактная конструкция;

– технология управления: панель управления DMG ERGOline® с экраном диагональю 19" и 3D математическим обеспечением Siemens 840D solutionline с ShopTurn, Heidenhain CNC Pilot 620 со Smart.Turn или Siemens ShopTurn 3G;

– компактная конструкция за счет очень жесткой, массивной литой станины станка;

– револьверная головка VDI 30 на 12 инструментов и задняя бабка с автоматическим управлением и гидравлическим приводом теперь в стандартной комплектации;

– лучшая приводная технология с цифровыми приводами для высокой точности: биение шпинделя в микронном диапазоне;

– подвижный люнет и задняя бабка благодаря конструкции станины станка с 4 направляющими.

Таблица 9 – Технические характеристики станка NEF 400

Рабочая зона	
Максимальный диаметр устанавливаемой детали через станину, мм	385
Максимальный диаметр обработки через станину, мм	350

Продолжение таблицы 9

Максимальный диаметр обточки через поперечные салазки, мм	350
Быстрый ход (X), мм	255
Продольное перемещение (Z), мм	800
<b>Главный шпиндель</b>	
Шпиндельная головка, size	170h5
Сверление шпинделем, мм	87
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	65
Диаметр в передней опоре, мм	130
Диаметр патронных заготовок, мм	200 / 250
Мощность привода (40/100% цикла нагрузки), кВт	11,5 / 8
Максимальный момент (40/100% цикла нагрузки), Нм	340/240   240/200
Диапазон скорости, об/мин	0 - 4500
<b>Привод подачи</b>	
Быстрый ход (X/Z), м/мин	30 / 30
Мощность подачи X (40/100% цикла нагрузки), кН	6 / 4,5
Момент X (40/100% цикла нагрузки), Нм	10,5 / 7,2
Мощность подачи Z (40/100% цикла нагрузки), кН	8,5 / 6,2
Момент Z (40/100% цикла нагрузки), Нм	14,5 / 10
<b>Держатели инструмента</b>	
Количество позиций инструмента	12
Диаметр хвостовика (DIN 69880), мм	30 (VDI 30)
Driven tool stations*	6
Привод (в соответствии с DIN 5480)	W16×0,8×30×18
Мощность привода, максимальная (40 % цикла нагрузки), кВт	5,5
Момент, максимальный (40% цикла нагрузки), Нм	17,5
Скорость, максимальная, об/мин	4500

Окончание таблицы 9

Задняя бабка	
Ход задней бабки (автоматически проходимая), мм	680
Центральный кернер	MT4
Мощность задней бабки, максимальная, daN	680
Масса	
Станок без транспортера стружки, кг	3500
Станок с транспортером стружки, кг	3700

Для реализации «075 и 080 Комплексная программная» используется станок от DMG MORI «DMU 50» (рисунок 2.23).

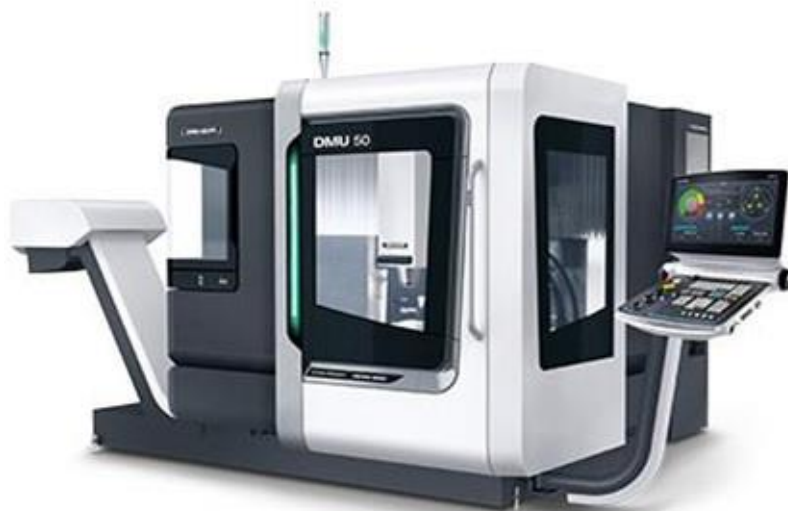


Рисунок 2.23 - Обрабатывающий центр с ЧПУ DMU 50

Станок DMU 50 открывает новые возможности для обработки деталей в цеховых условиях, обучения, лабораторных исследований, производства приспособлений и инструментов. Этот универсальный станок с ЧПУ разработан по инновационной машиностроительной технологии. Оснащен инструментальным магазином с 16/30 или 60 местами. К отличительным особенностям относятся цифровые приводы по всем осям, быстрый ход до 24 м/мин и шпиндельный двигатель со скоростью вращения до 18000 об/мин, которые повышают динамические ха-



рактеристики станка DMU 50. Помимо стандартного жесткого стола дополнительно предлагаются другие варианты исполнения столов, в том числе механический стол, поворотный/вращающийся стол с электроприводом и гидравлической системой зажима инструментов и универсальный стол. Современная конструкция поперечных салазок суппорта с ребристыми литыми элементами создают основу для существенно более высокой точности и жесткости. Самая последняя технология управления с панелью управления DMG ERGOline®, экраном 19" и программным обеспечением 3D гарантирует достижение самой высокой рабочей скорости, точности и надежности.

Таблица 10 – Технические характеристики станка

Поперечный ход по осям X/Y/Z, мм	500 / 450 / 400
Главный привод (стандартное исполнение)	
Диапазон скорости, min <sup>-1</sup>	20 – 14000
Мощность привода (100/40% цикла нагрузки), кВт	14,5 / 20,3
Момент (40% цикла нагрузки), Нм	121
Подача	
Ускоренный ход (X/Y/Z), м/мин	30
Максимальная мощность подачи (X/Y/Z), кН	4,8
Стационарный стол	
Рабочая поверхность поддона, мм	700 × 500
Максимальная нагрузка, кг	500
Интегрированный поворотный/вращающийся стол с ЧПУ	
Рабочая поверхность поддона, мм	Ø630 × 500
Максимальная нагрузка, кг	200 / 300
Диапазон наклона, град	-5 / +110
Устройство смены инструментов Pick Up в качестве опции	
Места	16
Диапазон скорости вращения, мм	300
Диаметр инструмента, мм	80 / 130
Масса инструмента, кг	6
Устройство смены инструментов, цепное с двойным захватом в качестве опции	
Места	30 / 60
Диапазон скорости вращения, мм	300
Диаметр инструмента, мм	80 / 130
Масса инструмента, кг	6
Вес станка / подключенная нагрузка	
Масса, кг	4480
Выходная мощность, кВт	25
Максимальный номинальный ток, А	40

Система управления – панель управления DMG MORI ERGOline® с экраном диагональю 19", а также Heidenhain iTNC 530 (рисунок 2.24).



Рисунок 2.24 - Система управления

CELOS® удобен в использовании благодаря структурированному меню. Функциональный сенсорный экран CELOS® позволяет пользователю в одно касание попасть в "APP SELECTOR".

Подобно смартфону или планшетному компьютеру пользователь CELOS® имеет прямой доступ ко всем приложениям APPs, которые дифференцированы в зависимости от их области применения и могут быть выбраны с помощью одного прикосновения через "APP SELECTOR". На EMO 12 приложения CELOS® APPs будут доступны. Например, такие приложения CELOS® APPs как "JOB MANAGER" или "JOB ASSISTANT", благодаря сетевой интеграции, помогают операторам станка в подготовке, оптимизации и систематизации процесса обработки производственных заказов (с заготовками, оборудованием и программами ЧПУ).

### 2.3.3 Выбор исходной заготовки

По базовому техпроцессу заготовкой являлся пруток ВТ5 130 ГОСТ 26492-85, который нарезали в размер  $L = 62$  мм. Из-за этого большое количество материала переводилось в стружку. Поэтому вместо круглого проката в проектом технологическом процессе предлагается получение заготовки литьём по выплавляемым моделям.

Литьё по выплавляемым моделям, широко используется в машиностроении при изготовлении тонкостенных сложных по конфигурации отливок, является наиболее распространенным методом получения мелких художественных отли-

вок.

Технология литья по выплавляемым моделям имеет ряд специфических особенностей:

— модель служит для получения только одной отливки, потому что вытравливается в процессе изготовления формы;

— металл заливают в тонкостенные неразъемные формы, получаемые путем нанесения огнеупорного покрытия на модель, сушки покрытия, удаления (вытапливания) модели и последующего прокаливания формы;

— формовочная смесь представляет собой суспензию, состоящую из мелкозернистого огнеупорного материала и связующего раствора;

— применение мелкозернистых пылевидных огнеупорных материалов обеспечивает очень высокое качество поверхности отливки;

— высокая точность отпечатка модели достигается путем повышения температуры заливаемого металла, что требует использования высокоогнеупорных формовочных и связующих материалов.

Шероховатость поверхности отливок зависит от их толщины и некоторых особенностей технологии.

Одновременно применяют разные технологии непосредственно самой заливки: это может быть центробежное литье, литье под низким давлением и т.д.

Так, при создании восстановительной атмосферы в форме во время заливки металла высота микронеровностей на поверхности стальных отливок толщиной от 10 до 40 мм снижается с 10—160 до 5—80 мкм.[5]

Восковые модели изготавливают в многоместной пресс-форме на специальном пресс-автомате, а затем собирают припаиванием в модельный блок с общей литниковой системой.

На модельный блок наносят огнеупорную суспензию, состоящую из связующего раствора (как правило, на основе этилсиликата) и огнеупорного порошка.

Для укрепления суспензионного слоя его обсыпают кварцевым песком или крошкой другого огнеупорного материала, после чего просушивают. На блок наносят несколько слоев.

Модель удаляют из керамической оболочки выплавлением, растворением или выжиганием.

Оболочку прокаливают для удаления остатков модельного состава и других органических веществ.

Если прочность оболочки недостаточна, ее перед прокаливанием заформовывают в огнеупорный наполнитель.

После заливки и затвердевания металла блок очищают от огнеупорной оболочки, а отливки отделяют от литниковой системы.

Литье по выплавляемым моделям обеспечивает получение точных и сложных отливок из различных сплавов массой 0,02...15 кг с толщиной стенки 0,5...5 мм.

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Недостатками являются сложность и длительность процесса производства отливок, применение специальной дорогостоящей оснастки.

Литьём по выплавляемым моделям изготавливают детали для приборостроительной, авиационной и другой отраслевой промышленности. Этот способ используют при литье жаропрочных труднообрабатываемых сплавов, коррозионно-стойких сталей, углеродистых сталей в массовом производстве.

#### 2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса

##### **Токарно-револьверная (4111)**

Универсальный токарный станок NEF 400

1. подрезать торец однократно  $\varnothing 124$ мм, Ra 6.3
2. точить  $\varnothing 124$ h11мм однократно, Ra3.2,
3. расточить диаметр  $\varnothing 58$  начисто IT9, Ra 3.2
4. точить наружный диаметр  $\varnothing 110,5$  начисто IT9, Ra 3.2
5. точить канавку  $\varnothing 108$  начисто IT10, Ra 3.2

##### **Токарно-револьверная (4111)**

Универсальный токарный станок NEF 400

1. подрезать торец однократно  $\varnothing 110,5$ мм, Ra 6.3
2. расточить диаметр  $\varnothing 58$  тонко IT7, Ra 2.5
3. точить наружный диаметр 110,5 тонко IT7, Ra 1.25
4. точить канавку  $\varnothing 108$  тонко IT8, Ra 2.5

##### **Комплексная программная (4237)**

Станок DMG MORI «DMU 50»

Фрезеровать карман  $\varnothing 24$ H12мм, Ra 6.3

Фрезеровать контур рожков кронштейна

Фрезеровать боковые стороны рожков кронштейна

Фрезеровать паз глубиной  $4,5^{+0,3}$ мм, шириной 13H12мм, Ra 6.3

Фрезеровать паз глубиной  $3^{+0,2}$ мм, шириной 10H12мм, Ra 6.3

Фрезеровать канавку шириной 4H12мм глубиной 3мм однократно, выдерживая размер  $R52 \pm 0.1$ мм, Ra 6.3

Расточить отверстие  $\varnothing 15$ H10, Ra3.2,

Расточить  $\varnothing 16$ H8, Ra 2.5.

Сверлить 4 отверстия  $\varnothing 1.5$ H12мм, Ra 6,3.

Зенкеровать 4 отверстия  $\varnothing 2$ H10мм, Ra 3,2

Нарезать резьбу в 4 отверстиях M2-6H

Фрезеровать карман  $\varnothing 24$ H12мм, Ra 6.3

Фрезеровать окна шириной 22H12мм, Ra 6.3

Фрезеровать 2 уступа  $34 \times 27,5^{+0,2}$ мм, Ra 6.3

Сверлить 2 отверстия  $\varnothing 3,2$ H12мм, Ra 6.3

Расточить отверстие  $\varnothing 16$ H10, Ra3.2,

Расточить отверстие  $\varnothing 17$ H8, Ra2.5,

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Сверлить 6 отверстий  $\varnothing 1.5H12\text{мм}$ , Ra 6,3.  
 Зенкеровать 6 отверстий  $\varnothing 2\text{мм}$ , Ra 3,2  
 Нарезать резьбу в 6 отверстиях M2-6H  
 Сверлить отверстие  $\varnothing 2,5H12\text{мм}$ , Ra 6,3.  
 Зенкеровать отверстие  $\varnothing 3H10\text{мм}$ , Ra 3,2  
 Нарезать резьбу M3-6H  
 Зенкеровать отверстие 4H10мм на глубину  $1,4^{+0,2}\text{мм}$ , Ra 6,3.  
 Фрезеровать 4 элемента, выдерживая размеры  $15H12\text{мм}$ ,  $56^{\circ}20'$ ,  
 $8\pm 0,1\text{мм}$ , Ra 6.3  
 Сверлить отверстие  $\varnothing 6H12\text{мм}$ , Ra 6,3.  
 Зенкеровать отверстие  $\varnothing 6,75H10\text{мм}$ , Ra 3,2  
 Развернуть отверстие  $\varnothing 7H8\text{мм}$ , Ra 0,8  
 Зенкеровать фаску  $\varnothing 7,5H10\text{мм}$ , Ra 3,2  
 Фрезеровать окно  $9H12\times 12H12\text{мм}$ , Ra 6,3.  
 Фрезеровать 3 паза  $5H12\times 12H12\text{мм}$ , Ra 6,3

### **Комплексная программная (4237)**

Станок DMG MORI «DMU 50»  
 Сверлить 13 отверстий  $\varnothing 1.5H12\text{мм}$ , Ra 6,3  
 Зенкеровать 13 отверстий  $\varnothing 2H10\text{мм}$ , Ra 3,2  
 Нарезать резьбу в 13 отверстиях M2-6H  
 Сверлить 14 отверстий  $\varnothing 1.5H12\text{мм}$ , Ra 6,3  
 Зенкеровать 14 отверстий  $\varnothing 2H10\text{мм}$ , Ra 3,2  
 Нарезать резьбу в 14 отверстиях M2-6H  
 Сверлить 9 отверстий  $\varnothing 3H12\text{мм}$ , Ra 6,3  
 Сверлить отверстие  $\varnothing 6H12\text{мм}$ , Ra 6,3  
 Зенкеровать отверстие  $\varnothing 10,5H10\text{мм}$  на глубину 3мм, Ra 3,2  
 Зенкеровать отверстие  $\varnothing 7H10\text{мм}$ , Ra 3,2  
 Зенкеровать фаску  $\varnothing 7,5\text{мм}$ , Ra 3,2  
 Нарезать резьбу в отверстие M7 $\times$ 0,5-6H  
 Фрезеровать 4 выступа в размер  $35h12\text{мм}$ , Ra 6,3  
 Фрезеровать 2 углубления в размер  $36\pm 0,2\text{мм}$ , выдерживая размеры  
 $74\pm 0,2\text{мм}$ , 6мм, Ra 6,3  
 Сверлить 8 отверстий  $\varnothing 4H12\text{мм}$ , Ra 6,3  
 Сверлить отверстие  $\varnothing 14,5H12\text{мм}$ , Ra 6,3  
 Зенковать отверстие  $\varnothing 17H10\text{мм}$  на глубину 0,5мм, Ra 3,2  
 Сверлить 2 отверстия  $\varnothing 12,5H12\text{мм}$ , Ra 2,5  
 Зенковать 2 отверстия  $\varnothing 15,5H10\text{мм}$  на глубину 0,5мм, Ra 3,2  
 Сверлить 4 отверстия  $\varnothing 7H12\text{мм}$ , Ra 6,3  
 Сверлить 8 отверстий  $\varnothing 3,5H12\text{мм}$ , Ra 6,3

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Таблица 11 – ТП изготовления детали

№	Эскиз	Оборудование
000 Заготовительная	<p>Technical drawing of a cast part. It includes a front view with diameters <math>\phi 126</math> and <math>\phi 79</math>, a side view (A-A) with dimensions 115, 13, 5.3, 4.7, 6.2, and 4, and a top view with diameters <math>\phi 112</math> and <math>\phi 56</math>. Radii <math>R7</math> and <math>R10</math> are specified. Surface finish <math>\sqrt{Ra 6,3}</math> is indicated.</p>	Индукционная вакуумная литейная установка Linn SUPERCAS Titan
020 (У1) Токарно - револьверная	<p>Technical drawing of a turned part. It includes a side view with dimensions 57<sub>-0,3</sub>, 5.2, and 3<sub>-0,1</sub>, and a front view with diameters <math>\phi 57^{+0,74}</math> and <math>\phi 125_{-0,4}</math>. Surface finish <math>\sqrt{Ra 2,5}</math> is indicated. Note: 1. Острые кромки притупить.</p>	Универсальный токарный станок NEF 400

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

15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР

Лист

41

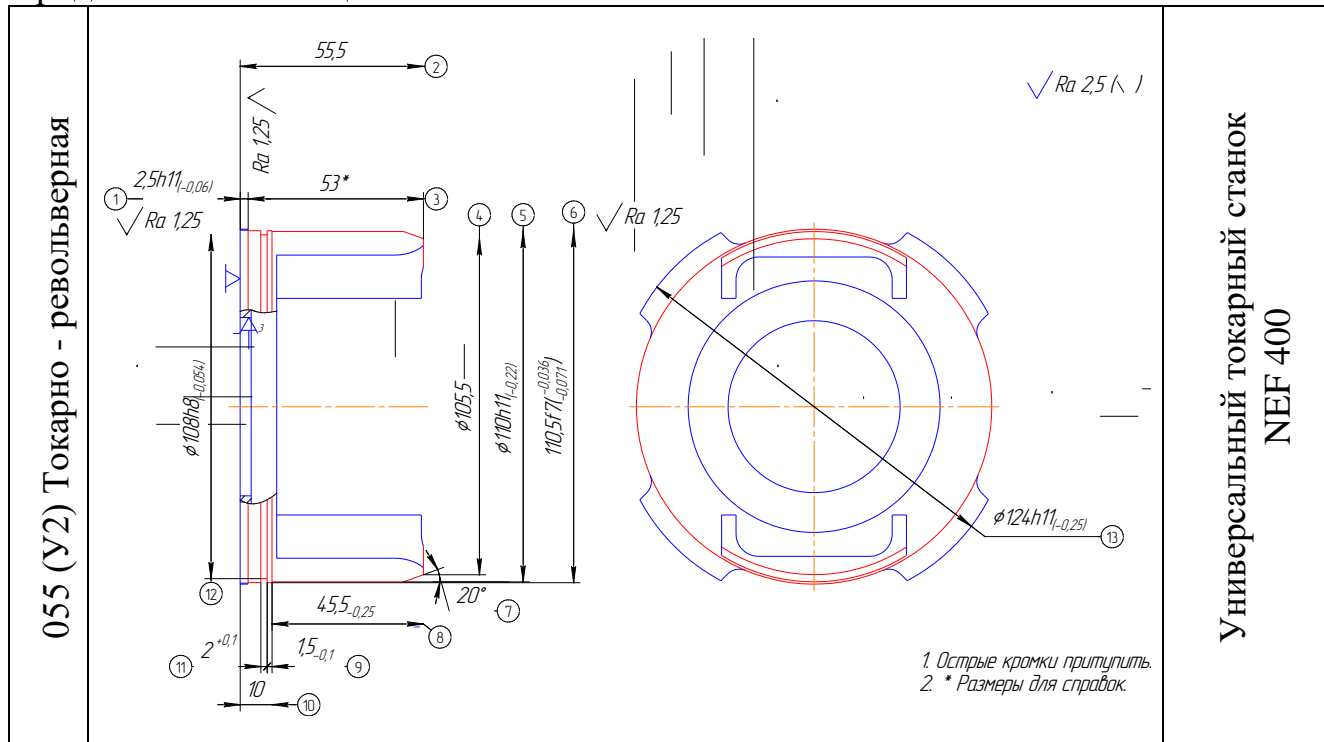
Продолжение таблицы 11

<p>020 (У2) Токарно - револьверная</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra 2,5}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\phi 111_{-0,35}</math></p> <p>1. Острые кромки притупить</p>	<p>Универсальный токарный станок NEF 400</p>
<p>055 (У1) Токарно - револьверная</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra 2,5 (\setminus)}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\phi 58</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\phi 124h11_{(-0,25)}</math></p> <p>1. Острые кромки притупить</p>	<p>Универсальный токарный станок NEF 400</p>

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

15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР

Продолжение таблицы 11



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

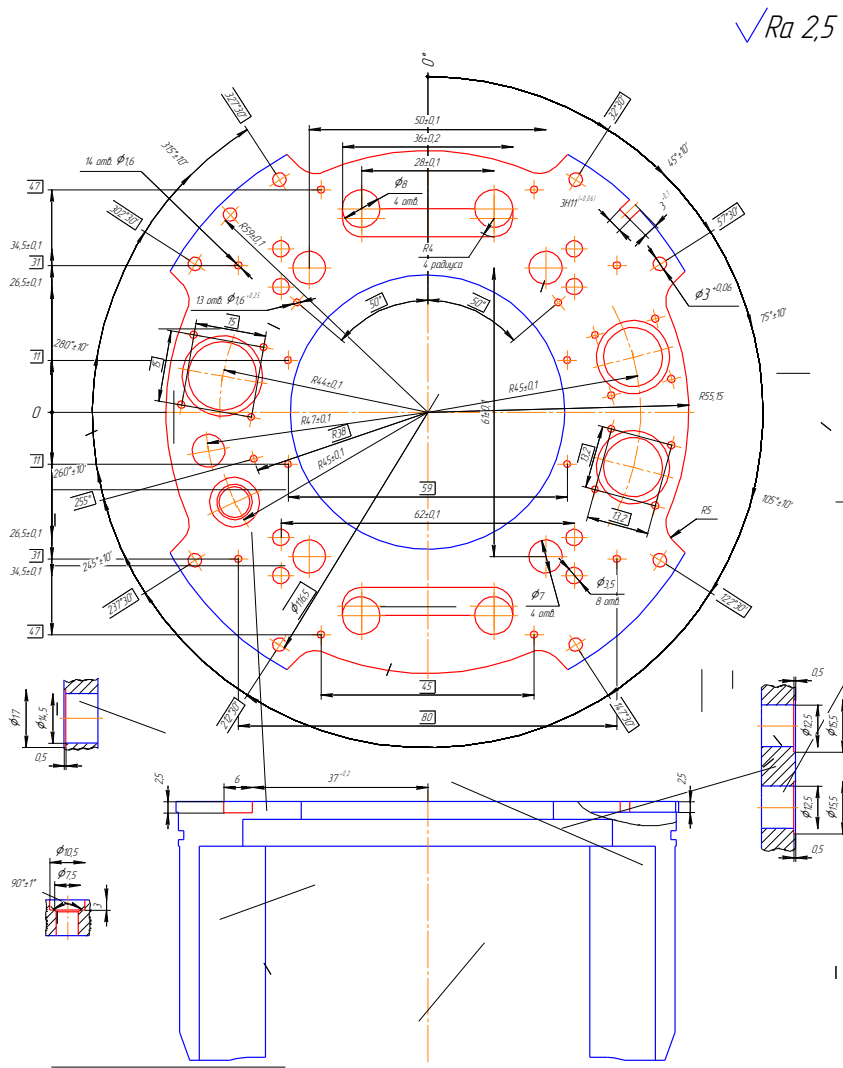
15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР

Лист

43



75 Комплексная программная



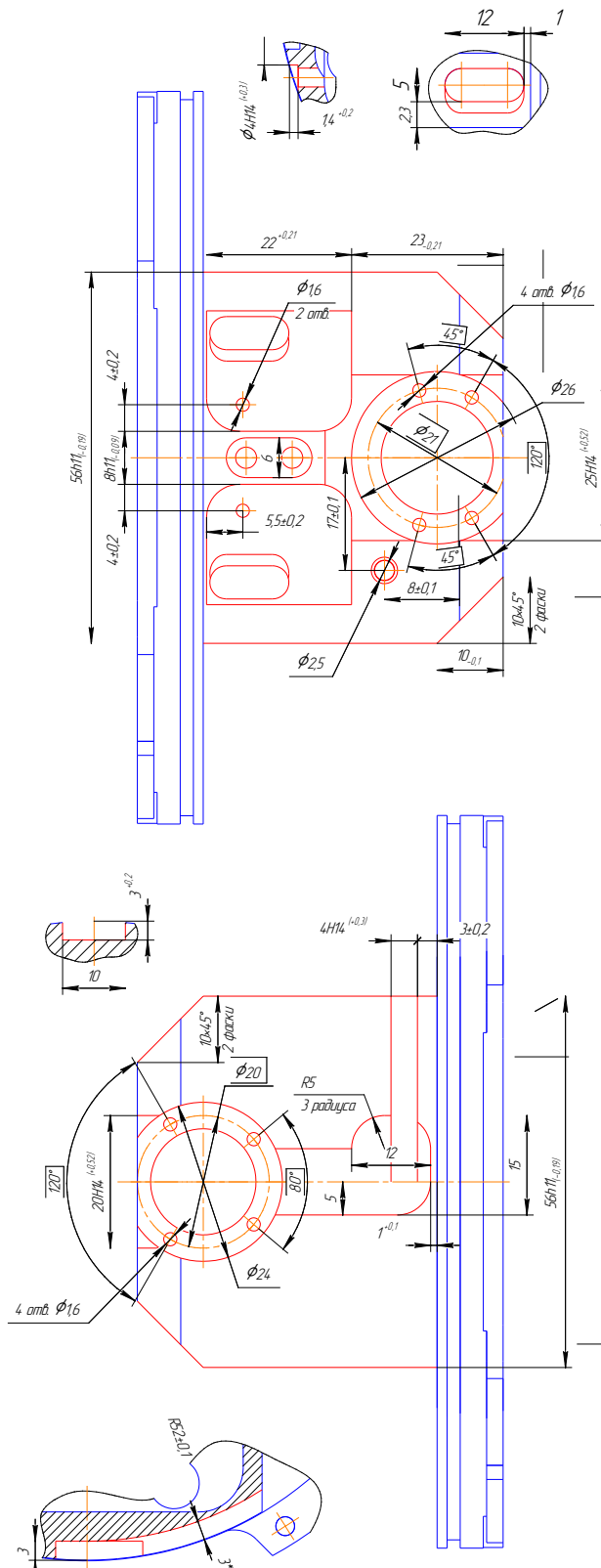
Станок DMG MORI «DMU 50»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР



080 Комплексная программная



Станок DMG MORI «DMU 50»

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

15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР

## 2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса

Составляем уравнения для припусков:

$$\begin{cases} Z_1 = 10 + Д - В + Б - А \\ Z_2 = 2,5 + Г - В + Б - А \\ Z_3 = А - 55,5 \\ Z_4 = Б - А \\ Z_5 = В - Б \\ Z_6 = Е - В \end{cases}$$

Рассчитываем номинал каждого припуска:

$$Z_H = Z_{min} + W/2 - \Delta_0 \quad (1)$$

где  $Z_{min} = Rz_{i-1} + T_{i-1}$  – минимальный припуск; $W$  – поле рассеяния; $\Delta_0$  – координата середины допуска.

$$Z_{H1} = 0,19 + \frac{0,12 + 0,25 + 0,3 + 0,3 + 0,3}{2} - \frac{(0 + (-0,12)) - 0 - (0 + (-0,3)) - (0 + (-0,3)) - (0 + (-0,3))}{2}$$

$$= 0,435;$$

$$Z_{H2} = 0,19 + \frac{0,06 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3}{2} - \frac{(0 + (-0,06)) - 0 - (0 + (-0,3)) - (0 + (-0,3)) - (0 + (-0,3))}{2}$$

$$= 0,4;$$

$$Z_{H3} = 0,11 + \frac{0,3 + 0,3}{2} - \frac{(0 + (-0,3)) - (0 + (-0,3))}{2} = 0,41;$$

$$Z_{H4} = 0,11 + \frac{0,3 + 0,3}{2} - \frac{(0 + (-0,3)) - (0 + (-0,3))}{2} = 0,41;$$

$$Z_{H5} = 0,19 + \frac{0,3 + 0,3}{2} - \frac{(0 + (-0,3)) - (0 + (-0,3))}{2} = 0,49;$$

$$Z_{H6} = 0,19 + \frac{0,3 + 0,3}{2} - \frac{0 - (0 + (-0,3))}{2} = 0,34.$$

$$Д = Z_1 - 10 + В - Б + А = 0,435 - 10 + 57 - 56,4 + 56 = 47,035 \approx 47;$$

$$Г = Z_2 - 2,5 + В - Б + А = 0,4 - 2,5 + 57 - 56,4 + 56 = 54,5;$$

$$А = Z_3 + 55,5 = 55,5 + 0,41 = 55,91 \approx 56;$$



## 2.3.6 Расчёт режимов резания

Расчет режимов резания осуществляется по данным, приведенным в каталогах инструмента фирмы SANDVIK и программного обеспечения «Sandvik Coromant TollGuide» [6]

### 1. Сверление отверстия (рисунок 2.26)

Обрабатываемая поверхность:

диаметр 3 мм,

глубина элемента обработки 2,5 мм.

Обрабатываемый материал ВТ5. Требуемая точность поверхности Н11, шероховатость Ra 2,5.

СВЕРЛЕНИЕ СВЕРЛАМИ С МОНОЛИТНОЙ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТЬ. / ЦЕЛЬНАЯ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ    РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ    ИЗМЕНИТЕ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ    ПРЕДЕЛЫ

VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ	N [1/min] ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ	VF [mm/min] МИНУТНАЯ ПОДАЧА
1 41.8	0.0716	4440	318

PPC [kW] МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	MMC [Nm] КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ	FFF [N] УСИЛИЕ ПОДАЧИ
1 0.128	0.276	144

ПОЯСНЕНИЕ

1 Сверление сверлами с монолитной режущей частью.

CoroDrill Delta-C

R846-0300-30-A1A 1220  
Инструмент

Соединение  
Cylindrical shank without clamping features (without flange) -metric: 6.00  
СОЖ  
Внутренний  
Эмульсия 5%

ЦИЛИНДРИЧЕСКОЕ ОТВЕРСТИЕ В ЦЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛЕ

СВЕРЛЕНИЕ СВЕРЛАМИ С МОНОЛИТНОЙ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТЬ. / ЦЕЛЬНАЯ

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

300 НВ  
BT5-1  
Жаропрочный сплав на основе титана

Универсальный высокопроизводительный станок

200 kW, 5000 1/min

200 kW, 500000 1/min

Хорошие условия

Обрабатываемый диаметр DM 3 mm

Глубина элемента обработки DEPTHMF 2.5 mm

Еще...

CoroDrill Delta-C

R846-0300-30-A1A 1220  
Инструмент

Cylindrical shank without clamping features (without flange) -metric: 6.00

Стойкость, дет. TLIFEC	5720
Отверстия	
Время обработки на элемент TMF	00:00,571 мин:с

ШАГИ

СВЕРЛЕНИЕ СВЕРЛАМИ С МОНОЛИТНОЙ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТЬ.

Скорость резания VC	41.8 m/min
Подача на оборот FN	0.0716 mm
Минутная подача VF	318 mm/min

Рисунок 2.26 – Сверление сквозного отверстия

Скорость резания равна 41,8 м/мин, подача на оборот 0,0716 мм, минутная подача 318 мм/мин, время обработки на элемент составляет 00:00,571 мин:с.

## 2. Сверление глухого отверстия (рисунок 2.27).

Обрабатываемая поверхность: диаметр 1,6 мм, глубина элемента обработки 4 мм. Обрабатываемый материал ВТ5. Требуемая точность поверхности Н12, шероховатость Ra 2,5.

ЦИЛИНДРИЧЕСКОЕ ОТВЕРСТИЕ В ЦЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛЕ      ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАРМАНОВ / ЦЕЛЬНАЯ      РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

**Обрабатываемый материал:** 300 НВ ВТ5-1 Жаропрочный сплав на основе титана

**Универсальный обрабатывающий центр**  
28 kW, 18000 1/min

**Хорошие условия**

Обрабатываемый диаметр ØM: 1.6 mm  
Глубина элемента обработки DEPTH: 4 mm

**Инструмент:** CoroMill Plura 1P260-0100-XA 1620  
Cylindrical shank (DIN1835-A / DIN6535-HA) -metric: 3

**Шаги:**  
1. ФРЕЗЕРОВАНИЕ МЕТОДОМ ВИНТОВОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ  
VC: 46.7 m/min  
FZ: 0.00253 mm  
2. ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА  
VC: 56.5 m/min  
FZ: 0.0181 mm

Параметр	Значение
VC [m/min] / СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	46.7
FZ [mm] / ПОДАЧА НА ЗУБ	0.00253
N [1/min] / ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ	14900
VF [mm/min] / МИНУТНАЯ ПОДАЧА	40.5
VFM [mm/min] / ПОДАЧА НА ОБРАБАТЫВАЕМОМ...	113
AE [mm] / ШИРИНА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	0.78
AP [mm] / ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ	0.0548
NORAE / ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AE	1
QQ [cm <sup>3</sup> /min] / СКОРОСТЬ СЪЕМА МАТЕРИАЛА	0.00173
PPC [kW] / МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	0.000505
RMP [°] / ЭФФЕКТИВНЫЙ УГОЛ ВРЕЗАНИЯ	1.78
NORAP / ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AP	73
QQ [cm <sup>3</sup> /min] / СКОРОСТЬ СЪЕМА МАТЕРИАЛА	0.006
PPC [kW] / МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	0.000789
RMP [°] / ЭФФЕКТИВНЫЙ УГОЛ ВРЕЗАНИЯ	-

**Шаги:**  
1. Фрезерование методом винтовой интерполяции  
2. Чистовая обработка

**Пояснение:**  
1. Фрезерование методом винтовой интерполяции  
2. Чистовая обработка

Рисунок 2.27 – Сверление глухого отверстия

Скорость резания для первого перехода равна 46,7 м/мин, для второго перехода 56,5 м/мин, подача на зуб для первого перехода 0,002530мм, для второго перехода 0,0181, время обработки на элемент составляет 03:10,800 мин:с.


### 3. Обработка торца (рисунок 2.28).

Обрабатываемая поверхность: обрабатываемый диаметр 126 мм, обработанный диаметр 56 мм, ширина элемента обработки 0,5 мм. Обрабатываемый материал ВТ5. Требуемая точность поверхности Н12, шероховатость Ra 0,8.

ОБРАБОТКА ТОРЦА ТРУБЫ

ТОЧЕНИЕ НАРУЖНОЕ, ТОЛЬКО ОБРАБОТКА ТОРЦА / СМЕННАЯ

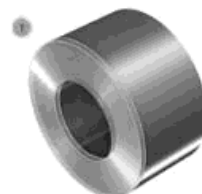
РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ



**S** 300 HB  
BT5-1  
Жаропрочный сплав на основе титана

Токарный станок 03 - Средний (патрон 6-12")  
25 kW, 3000 1/min

Обрабатываемый диаметр DMS: 126 mm  
Обработанный диаметр DME: 56 mm  
Ширина WIDTH: 0.5 mm  
Значение шероховатости Ra RRA: 0.8 μm



T-Max P

Инструмент: DCKNR 2020K 12  
Пластина: CNMG 12 04 16-SMR 1105

Rectangular shank -metric: 20 x 20

Стойкость, дет. TLIFEC: 22.1 Поверхности  
Время обработки на элемент TMF: 00:32,820 мин.с

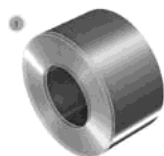
ШАГИ 1

ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА

Скорость резания VC: 74.5 m/min  
Подача на оборот FN: 0.211 mm  
Число проходов в направлении AP NORAP: 1  
Глубина резания AP: 0.5 mm

ТОЧЕНИЕ НАРУЖНОЕ, ТОЛЬКО ОБРАБОТКА ТОРЦА / СМЕННАЯ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ



VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ	NORAP ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AP	AP [mm] ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ
1 74.5	0.211	1	0.5

RPMX [1/min] МАХ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ	PPCX [kw] МАКСИМАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	MMCX [Nm] МАХ КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ
1 424	0.318	16.1

T-Max P

Инструмент: DCKNR 2020K 12  
Пластина: CNMG 12 04 16-SMR 1105

Соединение: Rectangular shank -metric: 20 x 20

СОЖ: Наружный, Эмульсия 10%

ПОЯСНЕНИЕ 1 Чистовая обработка

Рисунок 2.28 – Обработка торца


Скорость резания равна 74,5 м/мин, подача на оборот 0,211 мм, время обработки на элемент составляет 00:32,820 мин:с.



#### 4. Токарная обработка канавки (рисунок 2.29).

Обрабатываемая поверхность: обрабатываемый диаметр 110,5 мм, обработанный диаметр 108 мм, ширина канавки 2 мм. Обрабатываемый материал ВТ5. Требуемая точность поверхности h8, шероховатость Ra 1,25.

НАРУЖНАЯ КАНАВКА




**S** 300 НВ  
BT5-1  
Жаропрочный сплав на основе титана

Токарный станок 03 - Средний (патрон 6-12")  
25 kW, 3000 1/min

Обрабатываемый диаметр DMS: 110,5 mm  
Обработанный диаметр DME: 108 mm  
Machined width WIDTHMF: 2 mm

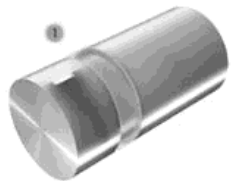
ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ КАНАВОК / СМЕННАЯ



CoroCut 1-2  
RF123E08-2020B Инструмент  
N123E2-0200-0002-GM H13A Пластина  
Rectangular shank -metric: 20 x 20

Стойкость, дет. TLIFEC: 142 Канавки  
Время обработки на элемент TMF: 00:05,562 мин:с

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

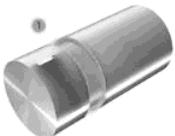


ШАГИ: 1

ОБРАБОТКА КАНАВОК

Скорость резания VC: 66.1 m/min  
Подача на оборот FN: 0.07 mm  
Мах частота вращения RPMX: 195 1/min

ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ КАНАВОК / СМЕННАЯ



CoroCut 1-2  
RF123E08-2020B Инструмент  
N123E2-0200-0002-GM H13A Пластина  
Соединение Rectangular shank -metric: 20 x 20  
СОЖ  
Наружный  
Эмульсия 10%

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

DMS [mm] ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ ДИАМЕТР	NOPAP ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AP	AP [mm] ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ	VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ
1 110.5	1	2	66.1
FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ	RPMN [1/min] МИН ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ	RPMX [1/min] МАХ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ	VCAVG [m/min] СРЕДНЯЯ СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ
1 0.07	190	195	66.1
MMCX [Nm] МАХ КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ	1 18.3		

Рисунок 2.29 – Токарная обработка канавки

Скорость резания равна 66,1 м/мин, подача на оборот 0,07 мм, время обработки на элемент составляет 00:05,562 мин:с.

## 5. Фрезерование паза (рисунок 2.30).

Обрабатываемая поверхность: глубина элемента обработки 2,5 мм, ширина 6 мм, длина 36 мм, радиус 3 мм. Обрабатываемый материал VT5. Требуемая точность поверхности H12, шероховатость Ra 2,5.

ПРЯМОЙ ПАЗ БЕЗ ОТКРЫТЫХ КОНЦОВ
ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАРМАНОВ / ЦЕЛЬНАЯ
РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ



**S**  
300 HB  
BT5-1  
Жаропрочный сплав на основе титана

Универсальный обрабатывающий центр  
28 kW, 18000 1/min

Черновая и чистовая обработка

Глубина элемента обработки DEPTHMF: 2.5 mm

Ширина WIDTH: 6 mm


Длина LENGTH: 36 mm

Радиус RADIUS: 3 mm

Мах радиус при вершине REX: mm

Шероховатость Ra на уступе RRA: 2.5 µm

Шероховатость Ra на основании RRA: 2.5 µm



CoroMill Plura  
R216.13-05830-BS07P 1630  
Инструмент

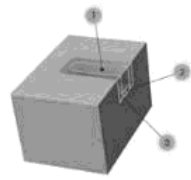
Weldon (DIN1835-B / DIN6335-HB) -metric: 6

Диаметр резания DC: 5.75 mm

Мах глубина резания APMX: 7 mm

Стойкость, дет. TLIFEC: 7.99 Поверхности

Время обработки на элемент TMF: 01:48,600 мин:с



ШАГИ: 1 ... 3

СВЕРЛЕНИЕ

Скорость резания VC: 14.8 m/min

Подача на зуб FZ: 0.0152 mm

ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАРМАНОВ / ЦЕЛЬНАЯ
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ
ИЗМЕНИТЕ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛА ПРОХОДОВ: ПРОГИБ СТРАТЕГИЯ ОБРАБОТКИ

Параметры		1	2	3		
Скорость резания	VC [m/min]	14.8	29.5	34.3	34.3	77
Подача на зуб	FZ [mm]	0.0152	0.0254	0.0203	0.0254	0.0786
Частота вращения шпинделя	N [1/min]	817	1630	1900	1900	4260
Подача на обрабатываемом диаметре	VFM [mm/min]	37.3	124	116	145	1010
Ширина фрезерования	AE [mm]	5.75	5.75	5.75	5.75	0.115
Глубина резания	AP [mm]	2.38	2.38	0.115	0.115	2.5
Число проходов в направлении AE	NOPAE	-	1	-	1	1
Число проходов в направлении AP	NOPAP	-	1	1	1	1
Скорость съема материала	QQ [cm³/min]	-	1.71	-	0.0958	0.289
Мощность резания	PPC [kW]	-	0.106	-	0.00595	0.0197
Эффективный угол врезания	RMP [°]	-	-	1.9	-	-

ПОЯСНЕНИЕ

- Сверление
- 1 Предварительная обработка
- 2 Фрезерование с врезанием под углом
- 3 Чистовая обработка основания
- 4 Чистовая обработка стенки



CoroMill Plura  
R216.13-05830-BS07P 1630  
Инструмент

Соединение Weldon (DIN1835-B / DIN6335-HB) -metric: 6

СОЖ: Наружный Эмульсия 10%

Прямой паз без открытых концов

S BT5-1 300 HB

Универсальный обрабатывающий центр 28 kW, 18000 1/min


Рисунок 2.30 – Фрезерование паза

Скорость резания для первого перехода равна 14,8 м/мин, для второго перехода 29,5 м/мин, для третьего и четвертого переходов 34,3 м/мин, для пятого перехода 77 м/мин, подача на зуб для первого перехода 0,0152 мм, для второго и четвертого переходов 0,0254 мм, для третьего перехода 0,0203 мм, для пятого перехода 0,0786 мм, время обработки на элемент составляет 01:48,600 мин:с.

б. Фрезерование резьбы в сквозном отверстии (рисунок 2.31).

Обрабатываемая поверхность: размер резьбы М7, направление резьбы правое, диаметр резьбы 7 мм, шаг резьбы 0,5 мм, длина нарезания резьбы 7 мм. Обрабатываемый материал ВТ5. Требуемая точность отверстия 6Н.

**РЕЗЬБА В СКВОЗНОМ ОТВЕРСТИИ**



**S**  
300 НВ  
ВТ5-1  
Жаропрочный сплав на основе титана

Универсальный обрабатывающий центр  
28 kW, 18000 1/min

Хорошие условия


Направление резьбы: Правая

Диаметр резьбы: 7 mm

Шаг резьбы: 0.5 mm

Длина нарезания резьбы: 7 mm

**РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЕ КРУГОВОЕ / ЦЕЛЬНАЯ**

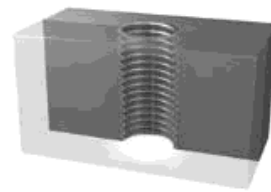


CoroMill 326  
326R06-B15050VM-TH 1025  
Инструмент

Whistle Notch (DIN1835-E / DIN6535-HE) -metric: 6

Диаметр резания	5.8 mm
DC	mm
Мак глубина резания	1.94 mm
APMX	mm
Стойкость: дет.	125 Резьба
TLIFEC	
Время обработки на элемент	00:12,000 мин:с
TMF	

**РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ**

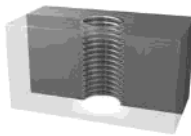


ШАГИ 1

**ФРЕЗЕРОВАНИЕ РЕЗЬБЫ**

Скорость резания	128 m/min
VC	m/min
Подача на зуб	0.0784 mm
FZ	mm

РЕЗЬБОФРЕЗЕРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЕ КРУГОВОЕ / ЦЕЛЬНАЯ



CoroMill 326  
326R06-B15050VM-TH 1025  
Инструмент

Соединение: Whistle Notch (DIN1835-E / DIN6535-HE) -metric: 6

СОЖ: Наружный, Эмульсия 10%

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ	РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ	ИЗМЕНИТЕ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ	ОТВЕРСТИЕ ПОД РЕЗЬБУ
ПРОГИБ NC-КОД	VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	FZ [mm] ПОДАЧА НА ЗУБ	N [1/min] ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ
1	128	0.0784	7020
	VFM [mm/min] ПОДАЧА НА ОБРАБАТЫВАЕМОМ...	AE [mm] ШИРИНА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	VF [mm/min] МИНУТНАЯ ПОДАЧА
1	1650	0.25	283
	NOPAR ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AP	QQ [cm <sup>3</sup> /min] СКОРОСТЬ СЪЕМА МАТЕРИАЛА	AP [mm] ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ
1	15	0.206	0.5
		PPC [kW] МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	NORAE ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AE
		0.0136	1

**ПОЯСНЕНИЕ**

1 Фрезерование резьбы

Рисунок 2.31 – Фрезерование резьбы в сквозном отверстии

Скорость резания равна 128 м/мин, подача на зуб 0,0784 мм, время обработки на элемент составляет 00:12,000 мин:с.

Режимы резания на все операции механической обработки представлены в таблице 12. Номера размеров, указанных в таблице, смотреть в картах эскизов в Приложении 1.

Таблица 12 – Режимы резания на все операции

Операция	Режимы резания					
	$V$ , м/мин	$S_z$ , мм	$n$ , 1/мин	$S_m$ , мм/мин	$t$ , мм	$P_z$ , кВт
020 Токарно - револьверная (У1)						
Точить торец, выдерживая размер 1	63,3	0,362	360	–	1	0,778
Расточить отверстие, выдерживая размеры 2, 4	63,3	0,313	354	–	0,5	0,333
Точить наружный диаметр, выдерживая размеры 3, 5	63,3	0,362	161	–	0,5	0,406
020 Токарно - револьверная (У2)						
Точить торец, выдерживая размер 1	63,3	0,362	214	–	1	0,778
Точить наружный диаметр, выдерживая размеры 2, 3	63,3	0,362	181	–	0,5	0,406
055 Токарно - револьверная (У1)						
Точить торец, выдерживая размер 1	74,4	0,264	415	–	0,3	0,239
Расточить отверстие, выдерживая размеры 2, 4	68,3	0,229	375	–	0,5	0,283
Точить наружный диаметр, выдерживая размеры 3, 5	63,3	0,362	162	–	0,5	0,406
055 Токарно - револьверная (У2)						
Точить торец, выдерживая размер 2	78,5	0,229	266	–	0,2	0,153
Точить наружный диаметр с уступом, выдерживая размеры 1, 3, 6, 13	72,2	0,181	209	–	0,25	0,127
Точить наружный диаметр, выдерживая размеры 4, 5, 7, 8	63,3	0,313	354	–	0,5	0,333

Продолжение таблицы 12

Точить канавку, выдерживая размеры 9, 10, 11, 12	66,1	0,07	195	–	2	–
075 Комплексная программная						
Фрезеровать контур, выдерживая размеры 39, 43, 74, 73	73	0,0702	2440		3	0,52
	78,4	0,501	2620	–	3	–
	78,3	0,2	2620		3	0,0363
Сверлить 9 сквозных отверстий, выдерживая размеры 3, 4, 5, 18, 20, 21, 22, 30, 34, 36, 44, 47, 72	41,8	0,0716	4440	318	2,5	0,128
Сверлить 2 сквозных отверстия ø11, выдерживая размеры 37, 38, 42, 52	41,8	0,174	1210	210	10	0,903
	74,7	0,0598	2970	1070	10	0,392
	97,4	0,0956	3880	2220	10	0,231
Сверлить сквозное отверстие ø13, выдерживая размеры 16, 75	41,8	0,205	1020	2090	10	1,23
	81,2	0,0863	2580	1340	10	0,434
	99,6	0,107	3170	2030	10	0,257
Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размеры 6, 8, 76	41,8	0,109	2050	224	10	0,383
Фрезеровать резьбу М7, выдерживая размеры 6, 8, 77, 78	128	0,0784	7020	283	0,5	0,0136
Сверлить сквозное отверстие ø7, выдерживая размеры 11, 13, 52	41,8	0,109	1900	208	10	0,406
Сверлить 4 сквозных отверстия, выдерживая размеры 23, 35, 46	41,8	0,109	1900	208	10	0,406
Сверлить 8 сквозных отверстий, выдерживая размеры 7, 45, 63, 65, 68, 70,	41,8	0,0716	3800	272	10	0,144
Сверлить 13 сквозных отверстий, выдерживая размеры 9, 10, 12, 14, 15, 17, 28, 29, 40, 41, 52, 66, 67	57,2	0,00277	18200	37,1	0,057	0,000511
	129	0,0201	41000	–	5	0,00186

Продолжение таблицы 12

Сверлить 14 отверстий, выдерживая размеры 1, 2, 14, 15, 19, 40, 41, 62, 64, 69, 71	46,7	0,00253	14900	40,5	0,054	0,000505
	56,5	0,0181	18000	–	8 4	0,000789
Сверлить 4 сквозных отверстия, выдерживая размеры 25, 26, 52, 76	41,8	0,143	1660	238	10	0,551
Фрезеровать 2 паза, выдерживая размеры 24, 27, 59, 60, 61	14,8	0,0152	817	37,3	2,38	–
	29,5	0,0254	1630	124	2,38	0,106
	34,3	0,0203	1900	116	0,115	–
	34,3	0,0254	1900	145	0,115	0,000595
Фрезеровать 2 кармана, выдерживая размеры 38, 37, 42, 56, 53, 54, 55	77	0,0786	4260	1010	2,5	0,0197
	77,6	0,127	2690	–	0,31	0,0156
	74,8	0,0867	2660	170	0,19	0,0406
	78,3	0,215	2650	–	0,5	0,00729
Фрезеровать карман, выдерживая размеры 16, 56, 57, 58, 75	77,6	0,109	2630	–	0,5	0,0209
	78,3	0,215	2650	–	0,5	0,00729
Фрезеровать карман, выдерживая размеры 6, 8, 49, 50, 51	53,8	0,0257	3430	–	2,9	0,154
	45,2	0,0231	2880	166	0,1	0,0105
	109	0,07	6930	–	0,1	0,00242
	99,7	0,07	6350	–	3	0,0466
Фрезеровать паз, выдерживая размеры 31, 32, 33, 72	30,7	0,0185	3260	–	3	0,0554
<b>080 Комплексная программная</b>						
Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры 13, 39, 40, 46, 60, 64, 65, 66, 67, 78, 105, 106	74,7	0,0757	2410	–	0,5	0,0703
	74,6	0,0849	2510	–	0,2	0,0441
Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры 40, 60, 109	74,6	0,0725	2380	–	0,3	0,0406
	75,3	0,0648	2420	–	0,2	0,0264
Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры 43, 80, 98, 99, 110	57,9	0,041	1880	51,5	0,193	0,0196
	38,8	0,0346	1240	–	6,75	0,666
	98,1	0,14	3120	–	13,5	0,28
Фрезеровать карман, выдерживая размеры 55, 111, 112, 113	73	0,0702	2440	–	5	0,856
	78,3	0,2	2620	–		0,0592

Продолжение таблицы 12

Фрезеровать карман, выдерживая размеры 83, 111, 114	73 78,3	0,0702 0,2	2440 2620	—	5	0,856 0,0592
Фрезеровать карман, выдерживая размеры 68, 115, 116	73 78,3	0,0702 0,2	2440 2620	—	5	0,856 0,0592
Фрезеровать 4 кармана, выдерживая размеры 72, 73, 74, 75, 76, 77, 117, 119	52,6 40 94,9	0,0208 0,0231 0,07	3350 2550 6040	99,5 — —	0,19 1,14 8	0,0147 0,107 0,118
Фрезеровать карман, выдерживая размеры 69, 70, 71, 102	30,7 77,6	0,0185 0,049	3260 8240	—	1,5 3	0,0554 0,0169
Сверлить 4 отверстия, выдерживая размеры 52, 53, 54, 84, 120	46,7 130	0,00253 0,0198	14900 41400	40,5 —	0,0541 2	0,00049 9 0,00168
Фрезеровать карман, выдерживая размеры 33, 41, 42, 44	73,4 73 74,3 74,2 78,3	0,0702 0,0702 0,0867 0,0867 0,2	2450 2440 2640 2630 2620	156 — 208 — —	1,9 3,81 0,19 0,19 4	0,3 0,0656 0,0467 0,048 0,0481
Фрезеровать 2 кармана, выдерживая размеры 19, 20, 17, 62	73,4 73 74,3 74,2 78,3	0,0702 0,0702 0,0867 0,0867 0,2	2450 2440 2640 2630 2620	156 — 208 — —	2,3 4,61 0,19 0,19 4,8	0,36 0,79 0,0467 0,048 0,0574
Фрезеровать паз, выдерживая размеры 22, 36, 37, 38,	14,8 29,6 74,8	0,0152 0,0254 0,084	819 1640 4140	—	2,25 2,25 4,5	— 0,1 0,0361
Фрезеровать 4 паза, выдерживая размеры 64, 92, 93, 94, 95	14,8 29,7 73,4	0,0152 0,0254 0,07	983 1970 4870	—	1,67 1,67 3	— 0,0744 0,0343
Сверлить отверстие, выдерживая размеры 27, 43, 44, 45	41,8 101 126	0,205 0,0629 0,0623	887 5060 6300	181 — —	3	1,41 0,218 0,104
Фрезеровать карман, выдерживая размеры 27, 32, 42, 44	75,9 78,3	0,0769 0,215	2090 2150	—	0,5	0,0677 0,0109

## Окончание таблицы 12

Сверлить 6 отверстий, выдерживая размеры 16, 17, 18, 21, 23, 34, 35, 30, 29, 31	57,2 129	0,00277 0,0201	18200 41000	37,1 –	0,0568 1	0,00051 1 0,00186
Сверлить 2 отверстия, выдерживая размеры 96, 97, 100	41,8	0,0716	4160	298	4	0,135
Сверлить отверстие, выдерживая размеры 24, 25, 26, 27	52,3 107	0,0137 0,035	8990 17000	69,1 –	0,0444 2	0,00145 0,0064
Нарезать резьбу М3, выдерживая размеры 24, 26, 27	9,5	0,5	1010	–	3	0,0504
Фрезеровать карман, выдерживая размеры 24, 26, 90, 91	60,1 109	0,0145 0,035	9560 17300	–	1,4 1,4	0,0168 0,00456
Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры 13, 109	74,6 75,3	0,0725 0,0648	2380 2420	–	0,3 0,2	0,0406 0,0264
Фрезеровать карман, выдерживая размеры 5, 27, 44, 47	45 42,6 111	0,0254 0,0254 0,084	2390 2260 5910	121 – –	1 3 3	0,0904 0,257 0,0479
Фрезеровать паз, выдерживая размеры 8, 9, 10, 11, 12, 88, 89	52,3 42,6 111	0,0223 0,0254 0,084	2780 2260 5910	99,1 – –	0,6 3 3	0,0461 0,257 0,0479
Фрезеровать паз, выдерживая размеры 14, 15, 85, 86, 87	30,2 99,5 79	0,0214 0,063 0,063	2530 8340 6620	–	3	0,0813 0,00633 0,0139
Сверлить отверстие, выдерживая размеры 27, 47, 44, 48,	41,8 101 126	0,235 0,0629 0,0623	832 5060 6300	196 – –	3	1,65 0,218 0,104
Фрезеровать карман, выдерживая размеры 2, 27, 47	72,6 78,1 78,3	0,0702 0,179 0,2	1980 2130 2130	201 – –	1,75 3,5 3,5	0,431 0,0826 0,0624
Сверлить 4 отверстия, выдерживая размеры 1, 3, 4, 7	57,2 129	0,00277 0,0201	18200 41000	37,1 –	0,0568 1	0,00051 1 0,00186



Нормы времени представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Нормы времени

Переход	T <sub>о.</sub> , МИН	T <sub>всп.</sub> , МИН	T <sub>обсл.</sub> , МИН	T <sub>олн.</sub> , МИН	T <sub>п.з.</sub> , МИН
020 Токарно - револьверная	1,42	0,95	0,71	1,18	24
055 Токарно - револьверная	3,4	1,18	1,37	2,3	24
075 Комплексная программная	136,9	2,4	57,24	95,4	16
080 Комплексная программная	39	3,8	13,19	21,82	16

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

Зажимное устройство служит для создания надёжной фиксации заготовки на неподвижных установочных опорах и сохранение этого положения в процессе обработки.

Приспособление состоит из корпуса (3). В нижней части корпуса установлен пневмоцилиндр (12). Шток пневмоцилиндра (10) связан с траверсой (13) специальными гайками (26, 27). Соединение поршня пневмоцилиндра (11) со штоком (10) осуществляется тягой (28).

Базирование заготовки осуществляется на опоры, которые в свою очередь запрессованы в ложемент (31). Опоры установлены по прессовой посадке в ложементе (19).

Закрепление заготовки осуществляется двумя прижимами (18). Прижимы установлены на стержнях (17). При подаче воздуха в верхнюю полость осуществляется зажим. При сбросе давления под действием пружин (7, 15) прижимы (18) поднимаются и поворачиваются на 90° освобождая деталь.

Зажимное приспособление устанавливается на стол обрабатывающего центра с ЧПУ.

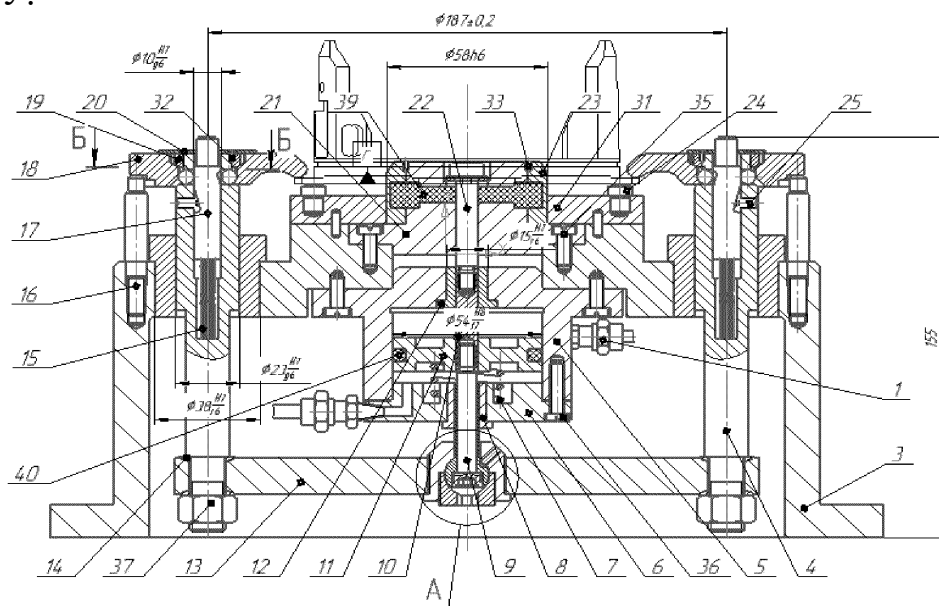


Рисунок 3.1 – Приспособление зажимное

##### 3.1.1 Расчет режимов резания

Расчет усилия зажима производится на переход, где на заготовку действуют максимальные силы резания, так как при обработке резанием создаются значительные усилия и возникает риск самораскрепления заготовки.

Операция – фрезерование резьбы.

Материал – ВТ5.

Материал режущей части инструмента сплав 1025, соответствует отече-

ственной марки стали 25.

1) Скорость резания:  $V = 128$  м/мин.

4) Расчет силы резания:

$$P_z = \frac{2 \cdot M_{кр}}{D_{ср}} \cdot 10; \quad (2)$$

$$D_{ср} = D - 1 + 0,675; \quad (3)$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p; \quad (4)$$

где:  $K_p, C_M, y, q$  – коэффициенты и показатели степени табличные

$$K_p = K_{mp} = 1,5;$$

$$C_M = 0,027;$$

$$y = 1,5;$$

$$q = 1,4.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,027 \cdot 7^{1,4} \cdot 0,5^{1,5} \cdot 1,5 = 2,18296759 \approx 2,18 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$D_{ср} = 7 - 1 + 0,675 = 6,675 \text{ мм};$$

$$P_z = \frac{2 \cdot 2,18}{6,675} \cdot 10 = 6,5318352 \approx 6,53 \text{ Н};$$

### 3.1.2 Расчет усилия зажима заготовки

Закрепление заготовки осуществляется силой  $W$ .

Условие равновесия заготовки при обработке записывается уравнением:

$$\Sigma M_{y0} = k \cdot \Sigma M_{сдв} \quad (5)$$

где  $k$  – коэффициент запаса надёжности закрепления.

Величину сил закрепления можно определить, решая задачу статики на равновесие твердого тела, находящегося под действием всех приложенных к нему сил и моментов. К силам, действующим на деталь в процессе обработки, будут относиться:

- силы резания,
- вес детали,
- силы крепления и реакции опор,
- при определенных условиях центробежные и инерционные силы.

Величину сил резания определяют из условий и режимов обработки по формулам теории резания или по нормативам. А так как в процессе обработки эти силы могут изменяться, то для обеспечения надежности при расчете необходимых сил закрепления их увеличивают на коэффициент запаса  $K$ . Коэффициент запаса  $K$  может быть определён по формуле:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (6)$$

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

где  $k_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса, для всех случаев обработки;

$k_1 = 1,0$  – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на заготовке;

$k_2 = 1,6$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления режущего инструмента в зависимости от метода обработки и материала заготовки;

$k_3 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистой обработке;

$k_4 = 1,0$  – коэффициент, учитывающий изменения зажимного усилия. Для гидравлических приводов;

$k_5 = 1,0$  – коэффициент, зависящий от удобства расположения рукояток в ручных зажимных устройствах в данном расчете не учитывается, т.к. приспособление не требует приложения физических сил рабочего;

$k_6 = 1,0$  – коэффициент, учитывающий неопределенность мест контакта плоских базовых поверхностей с плоскими поверхностями;

$$k = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,88.$$

В данном случае сила зажима  $W$  и сила резания  $P_z$  действуют на установленную деталь в приспособлении во взаимно перпендикулярных направлениях. Уравнение сил, обеспечивающее неизменность положения детали, будет иметь следующий вид:

$$W = \frac{k \cdot P_z}{f_1 + f_2} \text{ Н} \quad (7)$$

Подставив полученную величину силы резания  $P_z$ , в формулу для расчёта силы закрепления,  $W$  имеет окончательный результат:

$$W = \frac{2,88 \cdot 6,47}{0,16 + 0,16} = 58,23 \text{ Н.}$$

Схема зажимного устройства (рисунок 3.2) и его параметры:

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

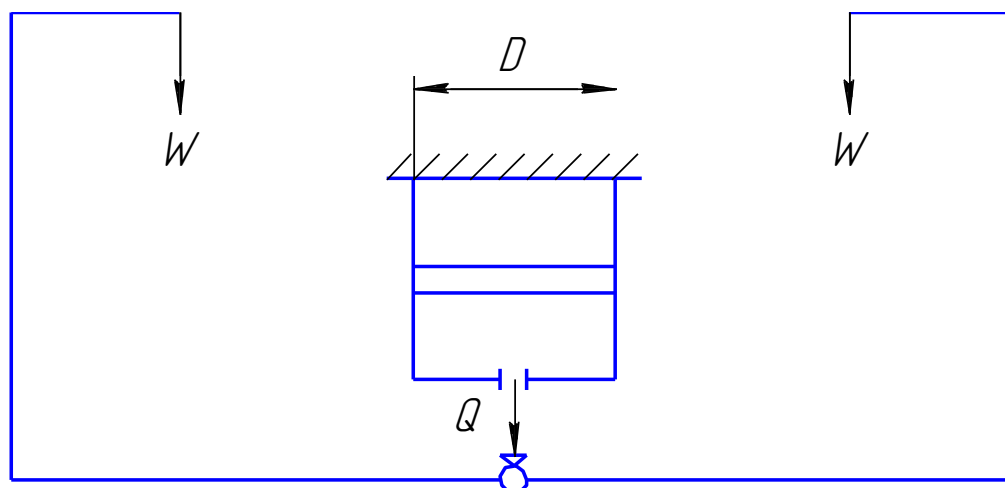


Рисунок 3.2 – Схема зажимного устройства

Тяговое усилие, создаваемое силовым приводом:

$$Q = \frac{W}{\eta}, \text{ Н.} \quad (8)$$

Коэффициент полезного действия, учитывающий потери на трении во всех структурных элементах зажимного устройства,  $\eta = 0,85$ .

$$Q = \frac{58,23}{0,85} = 68,51, \text{ Н.}$$

Определение диаметра пневмоцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p}}, \text{ мм.} \quad (9)$$

где  $p$  – давление пневматической среды от насоса (принимается  $p = 4 \text{ атм} \approx 0,4 \text{ МПа}$ ).

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 68,51}{3,14 \cdot 0,4}} = \sqrt{\frac{274,04}{1,256}} = \sqrt{218,185} = 14,771 \text{ мм.}$$

Выбирается диаметр цилиндра равный 54 мм, а штока 15 мм.

### 3.1.3 Расчет точности обработки

Несмотря на то, что приспособления позволяют получить статически определённую и достаточно точную установку обрабатываемой поверхности детали относительно режущего инструмента и значительно повысить точность изготовления, обеспечить выполнение размеров, геометрической формы и взаимного расположения поверхностей без погрешности нельзя. Основными видами возникающих в процессе изготовления деталей погрешностей будут являться:

$\Delta_c$  – погрешность, обусловленная геометрическими неточностями станка,  $\Delta_c = 0,001$ ;

$\Delta_{И} = 0,005$  – погрешность изготовления режущего инструмента и его износа;

$\Delta_{ИЗМ} = 30\% \cdot 0,02 = 0,006$  – погрешность измерения, определяется в зависимости от точности проверяемого параметра;

$\Delta_{П.Б} = 0,0023$  – погрешность базирования, появляется в следствии отклонения фактически достигнутого положения заготовки от требуемого;

$\Delta_{П.З} = 0,001$  – погрешность закрепления в СП, определяется величиной отклонения расположения базы заготовки от её положения, достигнутого при базировании;

$\Delta_{П.И}$  – погрешность изготовления и износа установочных элементов СП.

Погрешности  $\Delta_{П.Б}, \Delta_{П.З}, \Delta_{П.И}$  являются составляющими погрешности установки  $\Delta_{П.У}$ , которая равна  $\Delta_{П.У} = 0,005$  мм.

$\Delta_{П.Н}$  – погрешность пространственного расположения (настройки) инструмента относительно установочных поверхностей СП, в нашем случае  $\Delta_{П.Н} = 0$ ;

$\Delta_{П.Р}$  – погрешность пространственного расположения установочных поверхностей СП по отношению к посадочным (на станок) поверхностям [1].

Определяем суммарную погрешность по предельным значениям:

$$\Delta_{\Sigma} = (k_1 \cdot \Delta_{М.О})^2 + \Delta^2_{С} + \Delta^2_{ИЗМ} + \Delta^2_{И} + \Delta^2_{П.У} + \Delta^2_{П.Н} + \Delta^2_{П.Р} = 0,035$$

$$\Delta_{\Sigma} = 0 + 0,001 + 0,006 + 0,005 + 0,005 + 0 + 0 = 0,017$$

$$0,017 < 0,02.$$

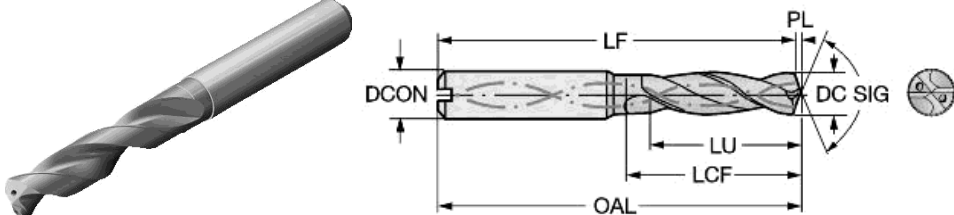
Анализ результатов показывает, что при расчёте вероятностным методом условие точности выполняется  $\Delta_{\Sigma} < T$ .

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

Основным режущим инструментом, применяемым для обработки детали «Основание блока» являются: торцевая фреза, твердосплавная концевая фреза, концевая фреза для резьбофрезерования, канавочный резец, твердосплавное сверло, сверло с СМП, метчик. Торцевая фреза и твердосплавная концевая фреза применяются при обработки различных поверхностей, концевая фреза для резьбофрезерования, твердосплавное сверло и метчик предназначены для обработки отверстий. Подбор режущего инструмента, применяемого при обработке детали, осуществлялся по каталогам фирмы SANDVIK. В таблицах 14 и 15 приведен основной режущий инструмент.

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Таблица 14 – Цельный инструмент

Вид обработки	Эскиз и маркировка РИ
Сверление отверстий	<p>Твердосплавное сверло CoroDrill® Delta-C – R846-0300-30-A1A 1220</p>  <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– диаметр резания (DC) – 3 мм;</li> <li>– точность отверстия (ТЧА) – Н9;</li> <li>– рабочая длина (LU) – 9,5 мм;</li> <li>– отношение рабочей длины к диаметру (ULDR) – 3,167;</li> <li>– допуск на диаметр соединения (ТCDCON) – h6;</li> <li>– сплав (GRADE) – 1220;</li> <li>– основа сплава (SUBSTRATE) – HC;</li> <li>– покрытие (COATING) – PVD (Ti,Al) N;</li> <li>– стандарт (BSG) – DIN 6537 K;</li> <li>– давление СОЖ (СР) – 20 бар;</li> <li>– диаметр соединения (DCON) – 6 мм;</li> <li>– угол при вершине (SIG) – 140°;</li> <li>– высота режущей части (PL) – 0,5 мм;</li> <li>– общая длина (OAL) – 62 мм;</li> <li>– функциональная длина (LF) – 61,5 мм;</li> <li>– длина стружечной канавки (LCF) – 20 мм;</li> <li>– тах число переточек (NORGMX) – 3;</li> <li>– тах частота вращения (RPMX) – 5305 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,027 кг.</li> </ul>
	<p>R846-0320-30-A1A 1220</p> <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– диаметр резания (DC) – 3,1 мм;</li> <li>– точность отверстия (ТЧА) – Н9;</li> <li>– рабочая длина (LU) – 10,1 мм;</li> <li>– отношение рабочей длины к диаметру (ULDR) – 3,156;</li> </ul>

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





Продолжение таблицы 14

Сверление отверстий	<ul style="list-style-type: none"> <li>– max число переточек (NORGMX) – 3;</li> <li>– max частота вращения (RPMX) – 4547 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,026 кг.</li> </ul>
	<p>R846-0650-50-A1A 1220</p> <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– диаметр резания (DC) – 6,5 мм;</li> <li>– точность отверстия (TCHA) – H9;</li> <li>– рабочая длина (LU) – 20,6 мм;</li> <li>– отношение рабочей длины к диаметру (ULDR) – 3,169;</li> <li>– допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;</li> <li>– сплав (GRADE) – 1220;</li> <li>– основа сплава (SUBSTRATE) – HC;</li> <li>– покрытие (COATING) – PVD (Ti,Al)N;</li> <li>– стандарт (BSG) – DIN 6537 K;</li> <li>– давление СОЖ (CP) – 20 бар;</li> <li>– диаметр соединения (DCON) – 8 мм;</li> <li>– угол при вершине (SIG) – 140°;</li> <li>– высота режущей части (PL) – 1,1 мм;</li> <li>– общая длина (OAL) – 79 мм;</li> <li>– функциональная длина (LF) – 77,9 мм;</li> <li>– длина стружечной канавки (LCF) – 34 мм;</li> <li>– max число переточек (NORGMX) – 3;</li> <li>– max частота вращения (RPMX) – 2449 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,049 кг.</li> </ul>
	<p>R846-0700-30-A1A 1220</p> <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– диаметр резания (DC) – 7 мм;</li> <li>– точность отверстия (TCHA) – H9;</li> <li>– рабочая длина (LU) – 22,2 мм;</li> <li>– отношение рабочей длины к диаметру (ULDR) – 3,171;</li> <li>– допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;</li> <li>– сплав (GRADE) – 1220;</li> <li>– основа сплава (SUBSTRATE) – HC;</li> </ul>

Продолжение таблицы 14

Сверление отверстий	<ul style="list-style-type: none"> <li>– покрытие (COATING) – PVD (Ti,Al) N;</li> <li>– стандарт (BSG) – DIN 6537 K;</li> <li>– давление СОЖ (CP) – 20 бар;</li> <li>– диаметр соединения (DCON) – 8 мм;</li> <li>– угол при вершине (SIG) – 140°;</li> <li>– высота режущей части (PL) – 1,2 мм;</li> <li>– общая длина (OAL) – 79 мм;</li> <li>– функциональная длина (LF) – 77,8 мм;</li> <li>– длина стружечной канавки (LCF) – 34 мм;</li> <li>– max число переточек (NORGMX) – 3;</li> <li>– max частота вращения (RPMX) – 2274 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,052 кг.</li> </ul>
	<p>R846-0800-30-A1A 1220</p> <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– диаметр резания (DC) – 8 мм;</li> <li>– точность отверстия (TCHА) – H9;</li> <li>– рабочая длина (LU) – 25,4 мм;</li> <li>– отношение рабочей длины к диаметру (ULDR) – 3,175;</li> <li>– допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;</li> <li>– сплав (GRADE) – 1220;</li> <li>– основа сплава (SUBSTRATE) – HC;</li> <li>– покрытие (COATING) – PVD (Ti,Al) N;</li> <li>– стандарт (BSG) – DIN 6537 K;</li> <li>– давление СОЖ (CP) – 20 бар;</li> <li>– диаметр соединения (DCON) – 8 мм;</li> <li>– угол при вершине (SIG) – 140°;</li> <li>– высота режущей части (PL) – 1,4 мм;</li> <li>– общая длина (OAL) – 79 мм;</li> <li>– функциональная длина (LF) – 77,6 мм;</li> <li>– длина стружечной канавки (LCF) – 41 мм;</li> <li>– max число переточек (NORGMX) – 3;</li> <li>– max частота вращения (RPMX) – 1989 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,053 кг.</li> </ul>

Продолжение таблицы 14

Сверление отверстий	<p>R846-1100-30-A1A 1220</p> <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– диаметр резания (DC) – 11 мм;</li> <li>– точность отверстия (TCHA) – H9;</li> <li>– рабочая длина (LU) – 34,9 мм;</li> <li>– отношение рабочей длины к диаметру (ULDR) – 3,173;</li> <li>– допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;</li> <li>– сплав (GRADE) – 1220;</li> <li>– основа сплава (SUBSTRATE) – HC;</li> <li>– покрытие (COATING) – PVD (Ti,Al)N;</li> <li>– стандарт (BSG) – DIN 6537 K;</li> <li>– давление СОЖ (CP) – 20 бар;</li> <li>– диаметр соединения (DCON) – 12 мм;</li> <li>– угол при вершине (SIG) – 140°;</li> <li>– высота режущей части (PL) – 1,9 мм;</li> <li>– общая длина (OAL) – 102 мм;</li> <li>– функциональная длина (LF) – 100,1 мм;</li> <li>– длина стружечной канавки (LCF) – 55 мм;</li> <li>– max число переточек (NORGMX) – 3;</li> <li>– max частота вращения (RPMX) – 1447 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,121 кг.</li> </ul>
	<p>R846-1300-30-A1A 1220</p> <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– диаметр резания (DC) – 13 мм;</li> <li>– точность отверстия (TCHA) – H9;</li> <li>– рабочая длина (LU) – 41,2 мм;</li> <li>– отношение рабочей длины к диаметру (ULDR) – 3,169;</li> <li>– допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;</li> <li>– сплав (GRADE) – 1220;</li> <li>– основа сплава (SUBSTRATE) – HC;</li> <li>– покрытие (COATING) – PVD (Ti,Al)N;</li> <li>– стандарт (BSG) – DIN 6537 K;</li> <li>– давление СОЖ (CP) – 20 бар;</li> </ul>

Продолжение таблицы 14

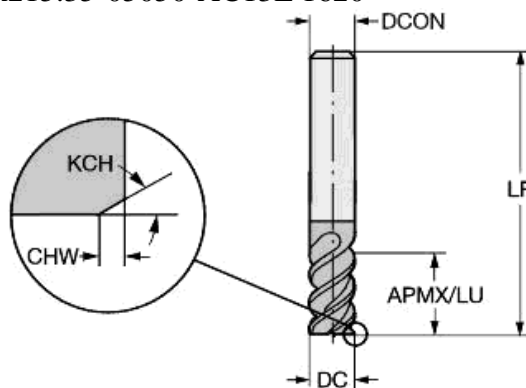
Сверление отверстий	<ul style="list-style-type: none"> <li>– диаметр соединения (DCON) – 14 мм;</li> <li>– угол при вершине (SIG) – 140°;</li> <li>– высота режущей части (PL) – 2,2 мм;</li> <li>– общая длина (OAL) – 107 мм;</li> <li>– функциональная длина (LF) – 104,8 мм;</li> <li>– длина стружечной канавки (LCF) – 60 мм;</li> <li>– тах число переточек (NORGMX) – 3;</li> <li>– тах частота вращения (RPMX) – 1224 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,185 кг.</li> </ul>
	<p>R846-1500-30-A1A 1220</p> <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– диаметр резания (DC) – 15 мм;</li> <li>– точность отверстия (TCHА) – Н9;</li> <li>– рабочая длина (LU) – 47,5 мм;</li> <li>– отношение рабочей длины к диаметру (ULDR) – 3,167;</li> <li>– допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;</li> <li>– сплав (GRADE) – 1220;</li> <li>– основа сплава (SUBSTRATE) – НС;</li> <li>– покрытие (COATING) – PVD (Ti,Al)N;</li> <li>– стандарт (BSG) – DIN 6537 К;</li> <li>– давление СОЖ (СР) – 20 бар;</li> <li>– диаметр соединения (DCON) – 16 мм;</li> <li>– угол при вершине (SIG) – 140°;</li> <li>– высота режущей части (PL) – 2,5 мм;</li> <li>– общая длина (OAL) – 115 мм;</li> <li>– функциональная длина (LF) – 112,5 мм;</li> <li>– длина стружечной канавки (LCF) – 65 мм;</li> <li>– тах число переточек (NORGMX) – 3;</li> <li>– тах частота вращения (RPMX) – 1061 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,249 кг.</li> </ul>
	<p>R846-1600-30-A1A 1220</p> <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– диаметр резания (DC) – 16 мм;</li> </ul>

Продолжение таблицы 14

- точность отверстия (ТЧА) – Н9;
- рабочая длина (LU) – 49 мм;
- отношение рабочей длины к диаметру (ULDR) – 3,063;
- допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;
- сплав (GRADE) – 1220;
- основа сплава (SUBSTRATE) – HC;
- покрытие (COATING) – PVD (Ti,Al)N;
- стандарт (BSG) – DIN 6537 K;
- давление СОЖ (CP) – 20 бар;
- диаметр соединения (DCON) – 16 мм;
- угол при вершине (SIG) – 140°;
- высота режущей части (PL) – 2,7 мм;
- общая длина (OAL) – 115 мм;
- функциональная длина (LF) – 112,3 мм;
- длина стружечной канавки (LCF) – 65 мм;
- max число переточек (NORGMX) – 3;
- max частота вращения (RPMX) – 995 об/мин;
- масса элемента (WT) – 0,257 кг.

Фрезерование поверхности

Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura для обработки прямоугольных уступов – R215.35-05050-AC13L 1620



Размеры:

- диаметр резания (DC) = 5 мм;
- диаметр резания, контакт по торцу (DCF) = 4,8 мм;
- фаска при вершине (KCH) = 45°;
- ширина фаски при вершине (CHW) = 0,1 мм;
- max глубина резания (APMX) = 13 мм;

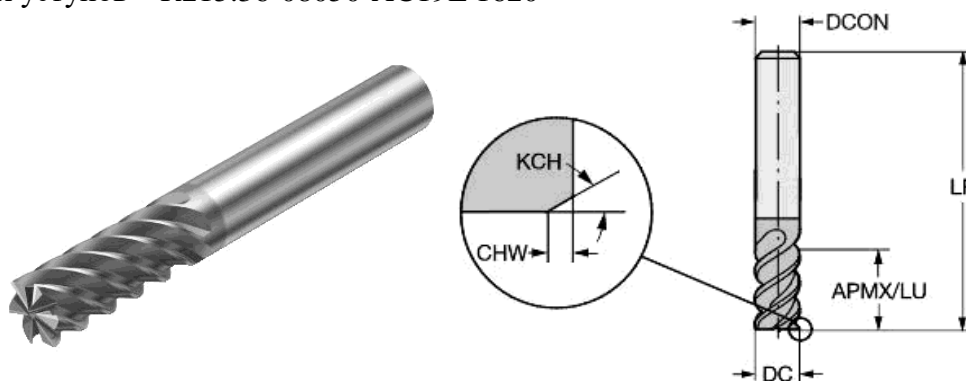
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 14

Фрезерование поверхности

- число эффективных периферийных реж. кромок(ZEFP) = 5;
- допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;
- диаметр соединения (DCON) = 6 мм;
- функциональная длина (LF) = 57 мм;
- угол подъема стружечной канавки (FHA) = 50°;
- главный передний угол радиальный (GAMF) = 10,5°;
- главный передний угол осевой (GAMP) = 13,5°;
- диаметр резания, контакт по торцу (DCF) = 4,8 мм;
- фаска при вершине (KCH) = 45°;
- ширина фаски при вершине (CHW) = 0,1 мм;
- max глубина резания (APMX) = 13 мм;
- max угол врезания (RMPX) = 3°;
- рабочая длина (LU) = 13 мм;
- функциональная длина (LF) = 57 мм.

Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura для обработки прямоугольных уступов – R215.36-08050-AC19L 1620



Размеры:

- диаметр резания (DC) – 8 мм;
- диаметр резания, контакт по торцу (DCF) – 7,8 мм;
- фаска при вершине (KCH) – 45°;
- ширина фаски при вершине (CHW) – 0,1 мм;
- max глубина резания (APMX) – 19 мм;
- max угол врезания (RMPX) – 3°;
- возможность сверления (ССС) – нет;
- рабочая длина (LU) – 19 мм;
- число эффективных периферийных реж. кромок(ZEFP) – 6;

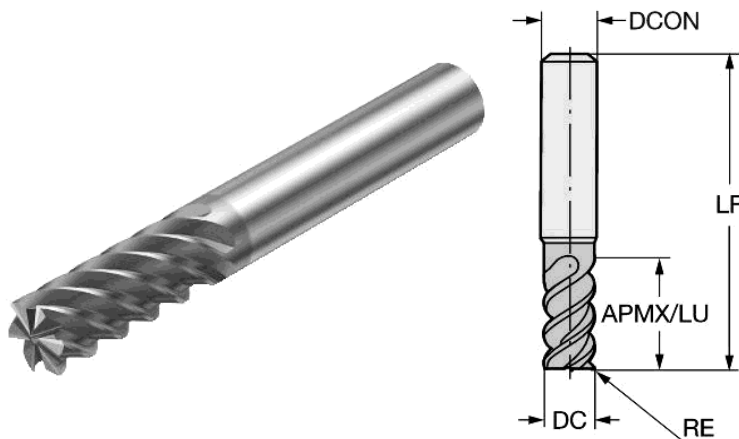
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 14

Фрезерование поверхности

- допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;
- сплав (GRADE) – 1630;
- основа сплава (SUBSTRATE) – HC;
- покрытие (COATING) – PVD Ti,AlN;
- стандарт (BSG) – DIN 6527 L;
- диаметр соединения (DCON) – 8 мм;
- функциональная длина (LF) – 63 мм;
- угол подъема стружечной канавки (FHA) – 50°;
- главный передний угол радиальный (GAMF) – 10,5°;
- главный передний угол осевой (GAMP) – 13,5°;
- max число переточек (NORGMX) – 2;
- max частота вращения (RPMX) – 80000 об/мин;
- масса элемента (WT) – 0,053 кг.

Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura для обработки прямоугольных уступов – RA215.26-1650AAK08H 1610



Размеры:

- диаметр резания (DC) – 6,35 мм;
- диаметр резания, контакт по торцу (DCF) – 5,556 мм;
- радиус при вершине (RE) – 0,397 мм;
- max глубина резания (APMX) – 12,7 мм;
- max угол врезания (RMPX) – 2°;
- возможность сверления (CCC) – нет;
- рабочая длина (LU) – 12,7 мм;
- число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) – 6;
- допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;9

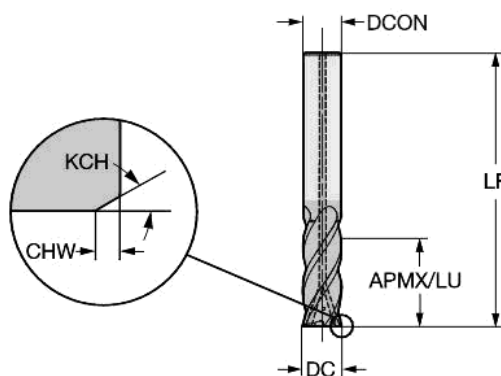
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 14

Фрезерование поверхности

- сплав (GRADE) – 1610;
- основа сплава (SUBSTRATE) – HC;
- покрытие (COATING) – PVD (Ti,Al)N2;
- стандарт (BSG) – COROMANT;
- диаметр соединения (DCON) – 6,35 мм;
- функциональная длина (LF) – 76,2 мм;
- угол подъема стружечной канавки (FHA) – 50°;
- главный передний угол радиальный (GAMF) – -8,5°;
- главный передний угол осевой (GAMP) – 1,5°;
- тах число переточек (NORGMX) – 2;
- тах частота вращения (RPMX) – 80000 об/мин;
- масса элемента (WT) – 0,042 кг.

Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura для обработки прямоугольных уступов – 2P342-0600-CMA 1740



Размеры:

- диаметр резания (DC) – 6 мм;
- диаметр резания, контакт по торцу (DCF) – 5,8 мм;
- фаска при вершине (KCH) – 45°;
- ширина фаски при вершине (CHW) – 0,1 мм;
- тах глубина резания (APMX) – 13 мм;
- тах угол врезания (RMPX) – 5°;
- возможность сверления (ССС) – да;
- рабочая длина (LU) – 13 мм;
- число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) – 4;
- допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;
- сплав (GRADE) – 1740;

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

15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР

Лист

75

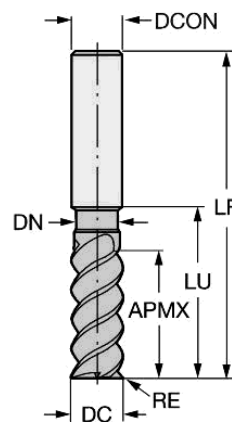


Продолжение таблицы 14

Фрезерование поверхности

- основа сплава (SUBSTRATE) – HC;
- покрытие (COATING) – PVD AlTiN;
- стандарт (BSG) – COROMANT;
- давление СОЖ (CP) – 20 бар;
- диаметр соединения (DCON) – 6 мм;
- функциональная длина (LF) – 57 мм;
- угол подъема стружечной канавки (FHA) – 38°;
- главный передний угол радиальный (GAMF) – 10,5°;
- главный передний угол осевой (GAMP) – 10,5°;
- тах число переточек (NORGMX) – 1;
- тах частота вращения (RPMX) – 80000 об/мин;
- масса элемента (WT) – 0,023 кг.

Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura для обработки прямоугольных уступов – R216.23-02050ACC07P 1620



Размеры:

- диаметр резания (DC) – 2 мм;
- диаметр резания, контакт по торцу (DCF) – 1,6 мм;
- радиус при вершине (RE) – 0,2 мм;
- тах глубина резания (APMX) – 7 мм;
- тах угол врезания (RMPX) – 8°;
- возможность сверления (CCC) – да;
- рабочая длина (LU) – 9,5 мм;
- число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) – 3;
- допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;
- сплав (GRADE) – 1620;

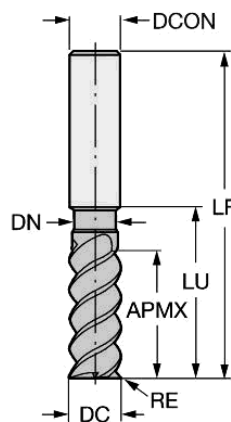
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 14

Фрезерование поверхности

- основа сплава (SUBSTRATE) – HC;
- покрытие (COATING) – PVD TiAlN;
- стандарт (BSG) – DIN 6527 L;
- диаметр соединения (DCON) – 6 мм;
- функциональная длина (LF) – 57 мм;
- диаметр шейки (DN) – 1,92 мм;
- угол подъема стружечной канавки (FHA) – 50°;
- главный передний угол радиальный (GAMF) – 10,5°;
- главный передний угол осевой (GAMP) – 13,5°;
- тах число переточек (NORGMX) – 0;
- тах частота вращения (RPMX) – 80000 об/мин;
- масса элемента (WT) – 0,03 кг.

Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura для обработки прямоугольных уступов – R216.24-10050BCC22P 1620



Размеры:

- диаметр резания (DC) – 10 мм;
- диаметр резания, контакт по торцу (DCF) – 9 мм;
- радиус при вершине (RE) – 0,5 мм;
- тах глубина резания (APMX) – 22 мм;
- тах угол врезания (RMPX) – 5°;
- возможность сверления (CCC) – да;
- рабочая длина (LU) – 30 мм;
- число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) – 4;
- допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;
- сплав (GRADE) – 1620;

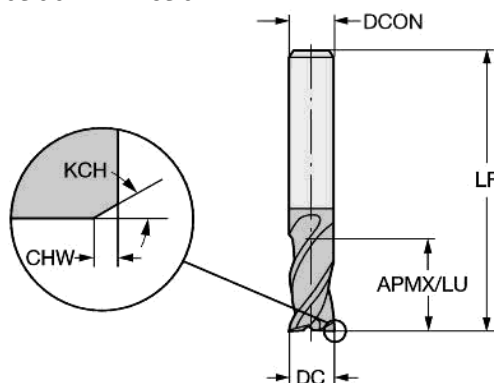
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 14

Фрезерование поверхности

- основа сплава (SUBSTRATE) – HC;
- покрытие (COATING) – PVD TiAlN;
- стандарт (BSG) – DIN 6527 L;
- диаметр соединения (DCON) – 10 мм;
- функциональная длина (LF) – 72 мм;
- диаметр шейки (DN) – 9,5 мм;
- угол подъема стружечной канавки (FHA) – 50°;
- главный передний угол радиальный (GAMF) – 10,5°;
- главный передний угол осевой (GAMP) – 13,5°;
- тах число переточек (NORGMX) – 3;
- тах частота вращения (RPMX) – 80000 об/мин;
- масса элемента (WT) – 0,085 кг.

Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura для обработки прямоугольных уступов – 1P221-0300-XA 1630



Размеры:

- диаметр резания (DC) – 3 мм;
- нижнее отклонение диаметра резания (DCTOLL) – -0,04 мм;
- верхнее отклонение диаметра резания (DCTOLU) – 0 м;
- диаметр резания, контакт по торцу (DCF) – 2,84 мм;
- фаска при вершине (KCH) – 45°;
- ширина фаски при вершине (CHW) – 0,08 мм;
- тах глубина резания (APMX) – 5,5 мм;
- тах угол врезания (RMPX) – 5°;
- рабочая длина (LU) – 5 мм;
- число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) – 4;
- допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;

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

15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР

Лист

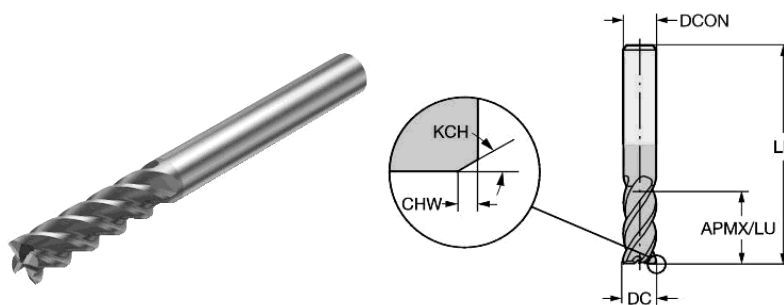
78

Продолжение таблицы 14

Фрезерование поверхности

- диаметр соединения (DCON) – 6 мм;
- функциональная длина (LF) – 50 мм;
- половина угла конусности (ВНТА) – 30°;
- угол подъема стружечной канавки (FHA) – 35°;
- главный передний угол радиальный (GAMF) – 9°;
- главный передний угол осевой (GAMP) – 5,5°;
- тах число переточек (NORGMX) – 0;
- тах частота вращения (RPMX) – 80000 об/мин;
- масса элемента (WT) – 0,026 кг.

Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura для обработки прямоугольных уступов – 1P360-1400-XA 1620



Размеры:

- диаметр резания (DC) – 14 мм;
- нижнее отклонение диаметра резания (DCTOLL) – -0,07 мм;
- верхнее отклонение диаметра резания (DCTOLU) – 0 мм;
- диаметр резания, контакт по торцу (DCF) – 13,7 мм;
- фаска при вершине (KCH) – 45°;
- ширина фаски при вершине (CHW) – 0,15 мм;
- тах глубина резания (APMX) – 50 мм;
- тах угол врезания (RMPX) – 4°;
- возможность сверления (CCC) – да;
- рабочая длина (LU) – 50 мм;
- число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) – 4;
- допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;
- сплав (GRADE) – 1620;
- основа сплава (SUBSTRATE) – HC;
- покрытие (COATING) – PVD (Ti,Al)N2;

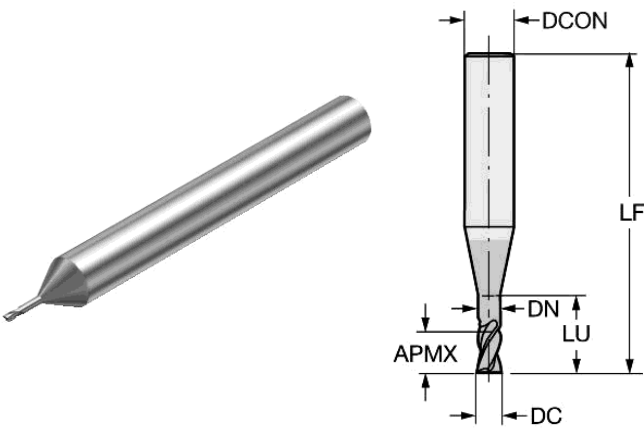
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР

Лист


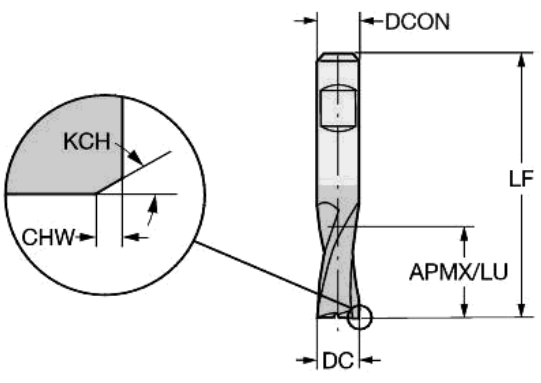
79

Продолжение таблицы 14

Фрезерование по- верхности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– стандарт (BSG) – COROMANT;</li> <li>– диаметр соединения (DCON) – 14 мм;</li> <li>– функциональная длина (LF) – 104 мм;</li> <li>– угол подъема стружечной канавки (FHA) – 45°</li> <li>– главный передний угол радиальный (GAMF) – 10,5°;</li> <li>– главный передний угол осевой (GAMP) – 13,5°;</li> <li>– тах число переточек (NORGMX) – 4;</li> <li>– тах частота вращения (RPMX) – 80000 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,216 кг.</li> </ul>
Фрезерование отверстия	<p>Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura для обработки прямоугольных уступов 2P212-0100-PC 1620</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– диаметр резания (DC) – 1 мм;</li> <li>– радиус при вершине (RE) – 0 мм;</li> <li>– тах глубина резания (APMX) – 1 мм;</li> <li>– тах угол врезания (RMPX) – 5°</li> <li>– возможность сверления (CCC) – да;</li> <li>– рабочая длина (LU) – 5 мм;</li> <li>– число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) – 2;</li> <li>– допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;</li> <li>– сплав (GRADE) – 1620;</li> <li>– основа сплава (SUBSTRATE) – HC;</li> <li>– покрытие (COATING) – PVD (TiAl)N2;</li> <li>– стандарт (BSG) – COROMANT;</li> <li>– диаметр соединения (DCON) – 3 мм;</li> </ul>

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

Продолжение таблицы 14

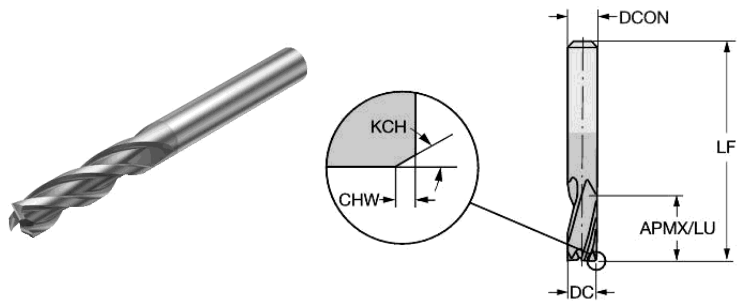
Фрезерование отверстия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– функциональная длина (LF) – 60 мм;</li> <li>– диаметр корпуса (BD1) – 0,96 мм;</li> <li>– диаметр корпуса (BD2) – 0,96 мм;</li> <li>– диаметр шейки (DN) – 0,96 мм;</li> <li>– длина корпуса (LB1) – 2,7 мм;</li> <li>– длина корпуса (LB2) – 8,3 мм;</li> <li>– половина угла конусности (BHТА1) – 0°;</li> <li>– половина угла конусности (BHТА2) – 10°;</li> <li>– угол подъема стружечной канавки (FHA) – 30°;</li> <li>– главный передний угол радиальный (GAMF) – 1,5°;</li> <li>– главный передний угол осевой (GAMP) – 1,5°;</li> <li>– max число переточек (NORGMX) – 0;</li> <li>– max частота вращения (RPMX) – 80000 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,017 кг.</li> </ul>
Фрезерование поверхности	<p>Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura для обработки прямоугольных уступов R216.13-05830-BS07P 1630</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">   </div> <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– диаметр резания (DC) – 5,75 мм;</li> <li>– диаметр резания, контакт по торцу (DCF) – 5,49 мм;</li> <li>– фаска при вершине (KCH) – 45°;</li> <li>– ширина фаски при вершине (CHW) – 0,13 мм;</li> <li>– max глубина резания (APMX) – 7 мм;</li> <li>– max угол врезания (RMPX) – 5°;</li> <li>– возможность сверления (CCC) – да;</li> <li>– рабочая длина (LU) – 7 мм;</li> </ul>

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

Продолжение таблицы 14

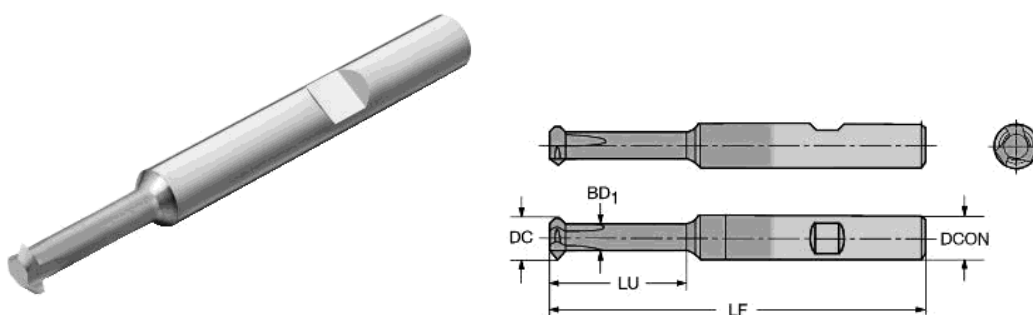
Фрезерование поверхности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) – 3;</li> <li>– допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;</li> <li>– сплав (GRADE) – 1630;</li> <li>– основа сплава (SUBSTRATE) – HC;</li> <li>– покрытие (COATING) – PVD (Ti,Al) N2;</li> <li>– стандарт (BSG) – COROMANT;</li> <li>– диаметр соединения (DCON) – 6 мм;</li> <li>– функциональная длина (LF) – 54 мм;</li> <li>– угол подъема стружечной канавки (FHA) – 30°;</li> <li>– главный передний угол радиальный (GAMF) – 10,5°;</li> <li>– главный передний угол осевой (GAMP) – 13,5°;</li> <li>–мах число переточек (NORGMX) – 0;</li> <li>– мах частота вращения (RPMX) – 80000 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,031 кг.</li> </ul>
Фрезерование поверхности	<p>Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura для обработки прямоугольных уступов – R216.13-04830-BS06P 1630</p> <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– диаметр резания (DC) – 4,8 мм;</li> <li>– диаметр резания, контакт по торцу (DCF) – 4,54 мм;</li> <li>– фаска при вершине (KCH) – 45°;</li> <li>– ширина фаски при вершине (CHW) – 0,13 мм;</li> <li>– мах глубина резания (APMX) – 6 мм;</li> <li>– мах угол врезания (RMPX) – 5°;</li> <li>– возможность сверления (CCC) – да;</li> <li>– рабочая длина (LU) – 6 мм;</li> <li>– число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) – 3;</li> <li>– допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;</li> <li>– сплав (GRADE) – 1630;</li> <li>– основа сплава (SUBSTRATE) – HC;</li> <li>– покрытие (COATING) – PVD (Ti,Al)N2;</li> <li>– стандарт (BSG) – COROMANT;</li> <li>– диаметр соединения (DCON) – 6 мм;</li> <li>– функциональная длина (LF) – 54 мм;</li> </ul>

Продолжение таблицы 14

Фрезерование поверхности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– угол подъема стружечной канавки (FHA) – 30°;</li> <li>– главный передний угол радиальный (GAMF) – 10,5°;</li> <li>– главный передний угол осевой (GAMP) – 13,5°;</li> <li>– max число переточек (NORGMX) – 0;</li> <li>– max частота вращения (RPMX) – 80000 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,037 кг.</li> </ul>
Фрезерование отверстия	<p>Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura для обработки прямоугольных уступов 1P260-0100-XA 1620</p>  <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– диаметр резания (DC) – 1 мм;</li> <li>– нижнее отклонение диаметра резания (DCTOLL) – -0,04 мм;</li> <li>– верхнее отклонение диаметра резания (DCTOLU) – 0 мм;</li> <li>– диаметр резания, контакт по торцу (DCF) – 1 мм;</li> <li>– радиус при вершине (RE) – 0 мм;</li> <li>– max глубина резания (APMX) – 4 мм;</li> <li>– max угол врезания (RMPX) – 7°;</li> <li>– возможность сверления (CCC) – да;</li> <li>– рабочая длина (LU) – 4 мм;</li> <li>– число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) – 3;</li> <li>– допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;</li> <li>– сплав (GRADE) – 1620;</li> <li>– основа сплава (SUBSTRATE) – HC;</li> <li>– стандарт (BSG) – COROMANT;</li> <li>– диаметр соединения (DCON) – 3 мм;</li> <li>– функциональная длина (LF) – 38 мм;</li> <li>– угол подъема стружечной канавки (FHA) – 30°;</li> <li>– главный передний угол радиальный (GAMF) – 10,5°;</li> </ul>



Продолжение таблицы 14

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– главный передний угол осевой (GAMP) – 13,5°;</li> <li>– тах число переточек (NORGMX) – 0;</li> <li>– тах частота вращения (RPMX) – 80000 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,013 кг.</li> </ul>
<p>Фрезерование резьбы</p>	<p>Цельные твердосплавные концевые фрезы CoroMill® 326 для нарезания резьбы – 326R06-B15050VM-TH 1025</p>  <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– профиль резьбы (THFT) – VP60;</li> <li>– тип резьбы (TTP) – INT;</li> <li>– шаг резьбы минимальный (TPN) – 0,5 мм;</li> <li>– тип профиля резьбы (TPT) – P;</li> <li>– ниток на дюйм минимум (TPIN) – 16;</li> <li>– ниток на дюйм максимум (TPIX) – 50;</li> <li>– теоретическая высота резьбы (HA) – 0,97 мм;</li> <li>– разность высоты резьбы (HB) – 0,06 мм;</li> <li>– радиус при вершине (RE1) – 0 мм;</li> <li>– диаметр резания (DC) – 5,8 мм;</li> <li>– сплав (GRADE) – 1025;</li> <li>– основа сплава (SUBSTRATE) – HC;</li> <li>– число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) – 3;</li> <li>– диаметр соединения (DCON) – 6 мм;</li> <li>– функциональная длина (LF) – 58 мм;</li> <li>– диаметр корпуса (BD) – 3,5 мм;</li> <li>– диаметр шейки (DN) – 3,5 мм;</li> <li>– длина корпуса (LB) – 22 мм;</li> <li>– тах частота вращения (RPMX) – 80000 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,028 кг.</li> </ul>

Окончание таблицы 14

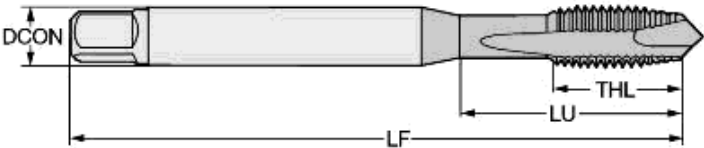
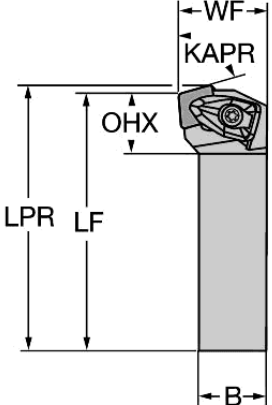
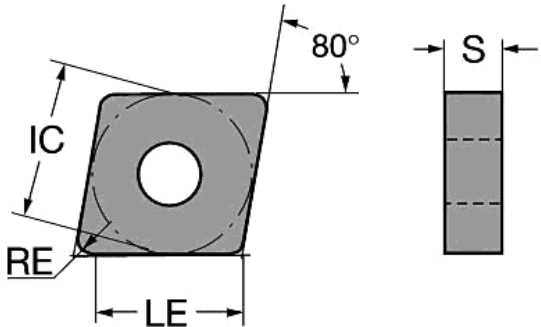
Нарезание резьбы	<p>Метчик со спиральной подточкой CoroTap™ 200 – E854M3</p> 
	<p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– размер резьбы (TDZ) – M3;</li> <li>– шаг резьбы (TP) = 0,5 мм;</li> <li>– диаметр резьбы (TD) = 3 мм;</li> <li>– диаметр предварительно обработанного отверстия(PHD) = 2,5 мм;</li> <li>– класс точности резьбы (TCTR) – 6H;</li> <li>– рабочая длина (LU) = 13 мм;</li> <li>– диаметр соединения (DCON) = 4,267 мм;</li> <li>– функциональная длина (LF) = 63 мм;</li> <li>– диаметр шейки (DN) = 2,97 мм;</li> <li>– число стружечных канавок (NOF) = 3;</li> <li>– угол подъема стружечной канавки (FHA) = 0°;</li> <li>– длина нарезания резьбы (THL) = 14,7 мм;</li> </ul>

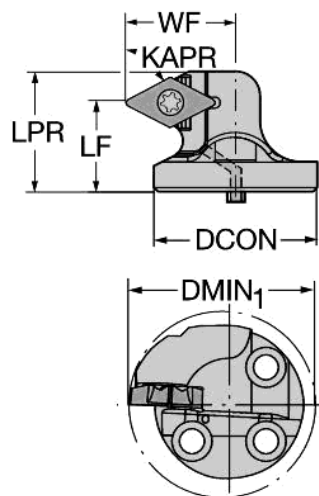
Таблица 15 – Инструмент с СМП

Вид обработки	Эскиз и маркировка РИ	Эскиз и маркировка пластины
Обработка торца	<p>Призматическая державка Т-Мах Р для точения – DCKNR 2020К 12</p>  <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– главный угол в плане (KAPR) – 75°;</li> <li>– мах угол врезания (RMPX) – 0°;</li> <li>– мах вылет (OHX) – 21,2 мм;</li> <li>– исполнение (HAND) – R;</li> <li>– ширина хвостовика (B) – 20 мм;</li> <li>– высота хвостовика (H) – 20 мм;</li> <li>– программируемая длина (LPR) – 128,09 мм;</li> <li>– функциональная длина (LF) – 125 мм;</li> <li>– функциональная ширина (WF) – 25 мм;</li> <li>– функциональная высота (HF) – 20 мм;</li> <li>– крутящий момент (TQ) – 3,9 Нм;</li> <li>– материал корпуса (BMC) – сталь;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,458 кг.</li> </ul>	<p>Режущая пластина Т-Мах Р для точения – CNMG 12 04 16-SMR 1105</p>  <p>Размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– тип операции (СТРТ) – medium;</li> <li>– размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE) – CN1204;</li> <li>– диаметр вписанной окружности (IC) – 12,7 мм;</li> <li>– форма пластины (SC) – C;</li> <li>– эффективная длина режущей кромки (LE) – 8,5 мм;</li> <li>– радиус при вершине (RE) – 1,588 мм;</li> <li>– исполнение (HAND) – N;</li> <li>– сплав (GRADE) – 1105;</li> <li>– основа сплава (SUBSTRATE) – HC;</li> <li>– толщина пластины (S) – 4,763 мм;</li> <li>– задний угол главный (AN) – 0°;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,01 кг.</li> </ul>

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

Продолжение таблицы 15

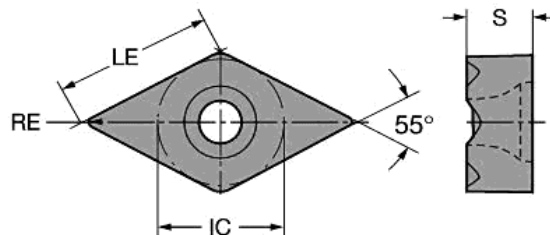
Головка CoroTurn TR для точения – TR-SL-D13XCR-25



Размеры:

- главный угол в плане (KAPR) – 62,5°;
- max угол врезания (RMPX) – 60°;
- min диаметр отверстия (DMIN1) – 35 мм;
- угол корпуса со стороны заготовки (BAWS) – 0°;
- угол корпуса со стороны станка (BAMS) – 0°;
- max вылет (OHX) – 20 мм;
- исполнение (HAND) – R;
- давление СОЖ (CP) – 10 бар;
- диаметр соединения (DCON) – 25 мм;
- программируемая длина (LPR) – 23,3 мм;
- функциональная длина (LF) – 20 мм;
- функциональная ширина (WF) – 20 мм;
- функциональная высота (HF) – 0 мм;
- крутящий момент (TQ) – 3 Нм;
- материал корпуса (BMC) – сталь;
- масса элемента (WT) – 0,073 кг.

Режущая пластина CoroTurn TR для точения – TR-DC1312-M 1115



Размер:

- тип операции (СТРТ) – medium;
- размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE) – CoroTurn TR DC13;
- диаметр вписанной окружности (IC) – 11 мм;
- форма пластины (SC) – D;
- эффективная длина режущей кромки (LE) – 11,8 мм;
- радиус при вершине (RE) – 1,191 мм;
- исполнение (HAND) – N;
- сплав (GRADE) – 1115;
- основа сплава (SUBSTRATE) – HC;
- толщина пластины (S) – 5,525 мм;
- задний угол главный (AN) – 7°;
- масса элемента (WT) – 0,009 кг.

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

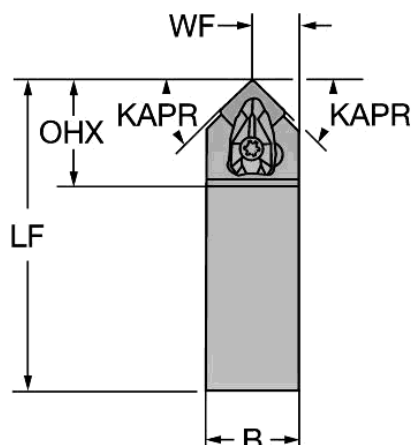
15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР

Лист

87

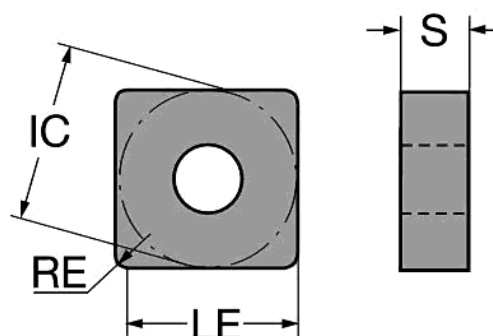
Продолжение таблицы 15

Призматическая державка T-Max® P для точения – DSDNN 2020K 12



- Размеры:
- главный угол в плане (KAPR) – 45°;
  - мах угол врезания (RMPX) – 40°;
  - угол корпуса со стороны заготовки (BAWS) – 0°;
  - угол корпуса со стороны станка (BAMS) – 0°;
  - мах вылет (ONX) – 36,5 мм;
  - исполнение (HAND) – N;
  - ширина хвостовика (B) – 20 мм;
  - высота хвостовика (H) – 20 мм;
  - функциональная длина (LF) – 125 мм;
  - функциональная ширина (WF) – 10,3 мм;
  - функциональная высота (HF) – 20 мм;
  - крутящий момент (TQ) – 3,9 Нм;
  - материал корпуса (BMC) – Сталь;
  - масса элемента (WT) – 0,429 кг.

Режущая пластина T-Max® P для точения – SNMG 12 04 16-SM 1115

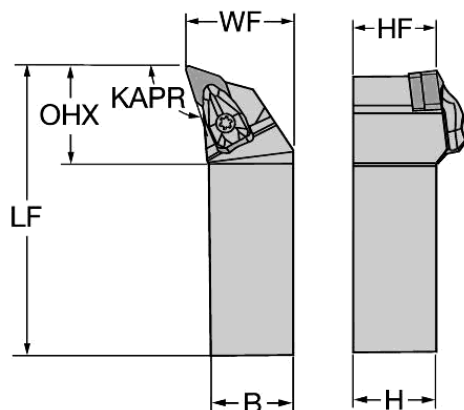


- Размеры:
- тип операции (СТРТ) – medium;
  - размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE) – SN1204;
  - диаметр вписанной окружности (IC) – 12,7 мм;
  - форма пластины (SC) – S;
  - эффективная длина режущей кромки (LE) – 8,5 мм;
  - радиус при вершине (RE) – 1,588 мм;
  - исполнение (HAND) – N;
  - сплав (GRADE) – 1115;
  - основа сплава (SUBSTRATE) – HC;
  - толщина пластины (S) – 4,763 мм;
  - задний угол главный (AN) – 0°;
  - масса элемента (WT) – 0,009 кг.

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

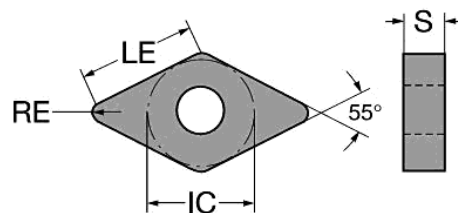
Продолжение таблицы 15

Призматическая державка T-Max® P для точения – DDHNR 2020K 15



- Размеры:
- главный угол в плане (KAPR) – 107,5°;
  - мах угол врезания (RMPX) – -17,5°;
  - угол корпуса со стороны заготовки (BAWS) – 0°;
  - угол корпуса со стороны станка (BAMS) – 0°;
  - мах вылет (ONX) – 36,1 мм;
  - исполнение (HAND) – R;
  - ширина хвостовика (B) – 20 мм;
  - высота хвостовика (H) – 20 мм;
  - функциональная длина (LF) – 125 мм;
  - функциональная ширина (WF) – 25 мм;
  - функциональная высота (HF) – 20 мм;
  - крутящий момент (TQ) – 3,9 Нм;
  - материал корпуса (BMC) – Сталь;
  - масса элемента (WT) – 0,422 кг.

Режущая пластина T-Max® P для точения – DNMG 15 06 16-SMR 1105

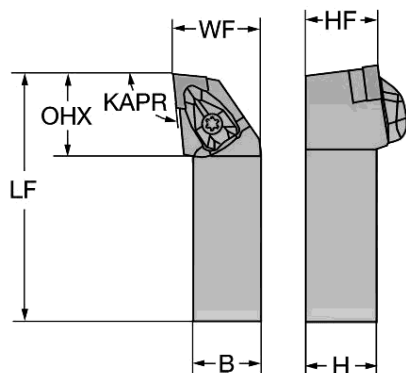


- Размеры:
- тип операции (СТРТ) – medium;
  - размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE) – DN1506;
  - диаметр вписанной окружности (IC) – 12,7 мм;
  - форма пластины (SC) – D;
  - эффективная длина режущей кромки (LE) – 6,4 мм;
  - радиус при вершине (RE) – 1,588 мм;
  - исполнение (HAND) – N;
  - сплав (GRADE) – 1105;
  - основа сплава (SUBSTRATE) – HC;
  - толщина пластины (S) – 6,35 мм;
  - задний угол главный (AN) – 0°;
  - масса элемента (WT) – 0,016 кг.

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

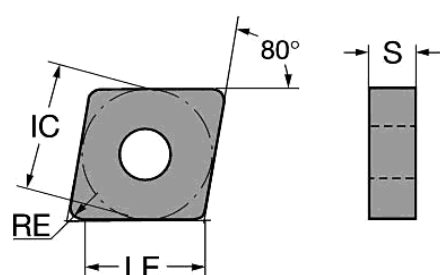
Продолжение таблицы 15

Призматическая державка T-Max® P для точения – DCLNR 2020K 12



- Размеры:
- главный угол в плане (KAPR) – 95°;
  - мах угол врезания (RMPX) – 0°;
  - угол корпуса со стороны заготовки (BAWS) – 0°;
  - угол корпуса со стороны станка (BAMS) – 0°;
  - мах вылет (OHX) – 32 мм;
  - исполнение (HAND) – R;
  - ширина хвостовика (B) – 20 мм;
  - высота хвостовика (H) – 20 мм;
  - функциональная длина (LF) – 125 мм;
  - функциональная ширина (WF) – 25 мм;
  - функциональная высота (HF) – 20 мм;
  - крутящий момент (TQ) – 3,9 Нм;
  - материал корпуса (BMC) – Сталь;
  - масса элемента (WT) – 0,441 кг.

Режущая пластина T-Max® P для точения – CNMG 12 04 04-SM 1105



- Размеры:
- тип операции (СТРТ) – medium;
  - размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE) – CN1204;
  - диаметр вписанной окружности (IC) – 12,7 мм;
  - форма пластины (SC) – C;
  - эффективная длина режущей кромки (LE) – 8,5 мм;
  - радиус при вершине (RE) – 0,397 мм;
  - исполнение (HAND) – N;
  - сплав (GRADE) – 1105;
  - основа сплава (SUBSTRATE) – HC;
  - толщина пластины (S) – 4,763 мм;
  - задний угол главный (AN) – 0°;
  - масса элемента (WT) – 0,011 кг.

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

15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР

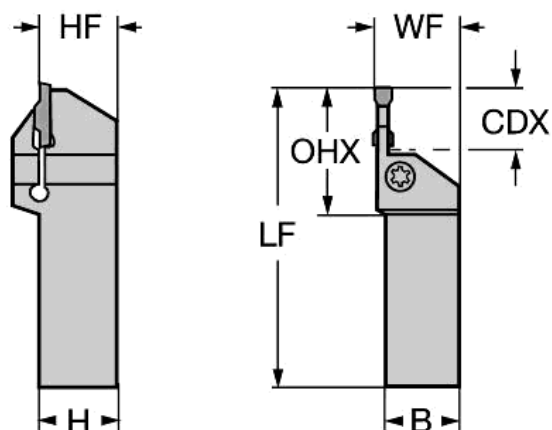
Лист

90

Продолжение таблицы 15

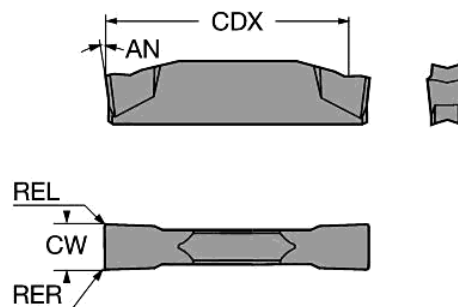
Обработка канавки

Державка CoroCut® 1-2 для отрезки и обработки канавок – RF123E08-2020B



Размеры:  
 – тах глубина резания (CDX) – 8 мм;  
 – угол корпуса со стороны заготовки (BAWS) – 0°;  
 – тах вылет (OHX) – 25,5 мм;  
 – исполнение (HAND) – R;  
 – ширина хвостовика (B) – 20 мм;  
 – высота хвостовика (H) – 20 мм;  
 – функциональная длина (LF) – 125 мм;  
 – функциональная ширина (WF) – 21 мм;  
 – функциональная высота (HF) – 20 мм;  
 – крутящий момент (TQ) – 2,5 Нм.

Режущая пластина CoroCut® 1-2 для обработки канавок – N123E2-0200-0002-GM H13A



Размеры:  
 – обозначение стружколома (CBMD) – GM;  
 – тип операции (СТРТ) – medium  
 – размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE) – CoroCut 1-2 – size E2;  
 – ширина резания (CW) – 2 мм;  
 – радиус при вершине слева (REL) – 0,2 мм;  
 – радиус при вершине справа (RER) – 0,2 мм;  
 – нижнее отклонение радиуса при вершине (RETOLL) – -0,1 мм;  
 – верхнее отклонение радиуса при вершине (RETOLU) – 0,1 мм;  
 – тах глубина резания (CDX) – 18,8 мм;  
 – угол корпуса со стороны станка (BAMS) – 0°;  
 – исполнение (HAND) – N;  
 – задний угол главный (AN) – 7°;  
 – эффективная длина кромки (LIG) – 19,89 мм.

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

15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР

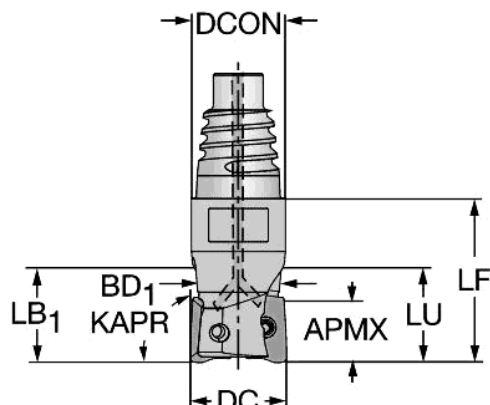
Лист

91



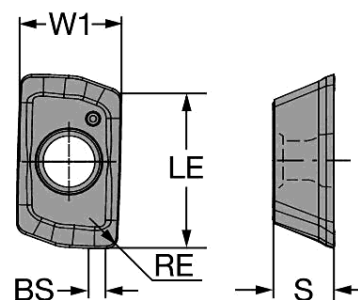
Продолжение таблицы 15

Фреза для обработки прямоугольных уступов CoroMill® 390 – RA390-010EH10-07L



- Размеры:
- диаметр резания (DC) – 9,525 мм;
  - число режущих элементов (CICTOT) – 2;
  - max глубина резания (APMXPFW) – 5,8 мм;
  - max глубина резания (APMXFFW) – 5,8 мм;
  - max глубина резания (APMXEFW) – 2 мм;
  - max угол врезания (RMPXFFW) – 7,7°;
  - max глубина врезания (AZ) – 0,5 мм;
  - рабочая длина (LU) – 12,5 мм;
  - число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) – 2;
  - исполнение (HAND) – R;
  - давление СОЖ (CP) – 10 бар;
  - диаметр соединения (DCON) – 9,25 мм;
  - функциональная длина (LF) – 20 мм;
  - диаметр корпуса (BD1) – 9,025 мм;
  - длина корпуса (LB1) – 12,5 мм;
  - крутящий момент (TQEND) – 0,5 Нм;

Режущая пластина для фрезы CoroMill® 390 – 390R-070208E-MM S30T



- Размеры:
- тип операции (CTPT) – medium;
  - размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE) – CoroMill 390 -0702;
  - ширина пластины (W1) – 4,06 мм;
  - форма пластины (SC) – L;
  - эффективная длина режущей кромки (LE) – 5,9 мм;
  - длина кромки Wiper (BS) – 0,7 мм;
  - радиус при вершине (RE) – 0,8 мм;
  - угол между главной режущей кромкой и wiper (KRINS) – 90°;
  - исполнение (HAND) – R;
  - сплав (GRADE) – S30T;
  - основа сплава (SUBSTRATE) – HC;
  - покрытие (COATING) – PVD (Ti,Al) N2;
  - толщина пластины (S) – 2,4 мм;
  - масса элемента (WT) – 0,001 кг.

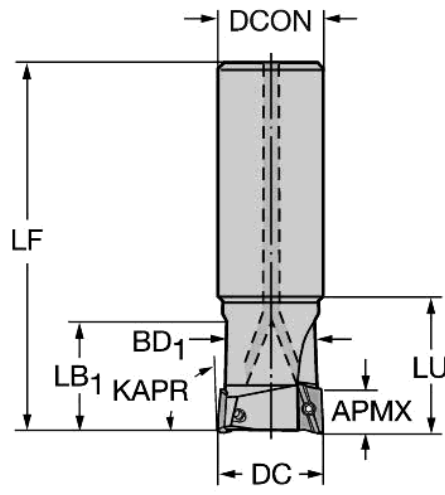
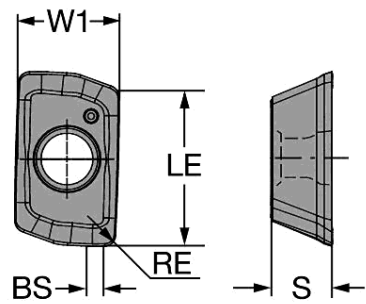
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР

Лист

92

Продолжение таблицы 15

	<p>– материал корпуса (ВМС) – сталь;                  – макс частота вращения (RPMX) – 56600 об/мин;                  – масса элемента (WT) – 0,078 кг.</p>	
	<p>Фреза для обработки прямоугольных уступов CoroMill® 390 – R390-0117A12-07M</p>  <p>Размеры:                  – диаметр резания (DC) – 11,7 мм;                  – число режущих элементов (СИТТОТ) – 3;                  – макс глубина резания (APMXPFW) – 5,8 мм;                  – макс глубина резания (APMXFFW) – 5,8 мм;                  – макс глубина резания (APMXEFW) – 2 мм;                  – макс угол врезания (RMPXFFW) – 5,2°;                  – макс глубина врезания (AZ) – 0,5 мм;                  – рабочая длина (LU) – 15 мм;                  – переменный шаг режущих кромок (CPDF) – да;                  – число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) – 3;</p>	<p>Режущая пластина для фрезы CoroMill® 390 – 390R-070204E-MM S30T</p>  <p>Размеры:                  – тип операции (СТРТ) – medium;                  – размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE) – CoroMill 390 -0702;                  – ширина пластины (W1) – 4,06 мм;                  – форма пластины (SC) – L;                  – эффективная длина режущей кромки (LE) – 5,9 мм;                  – длина кромки Wiper (BS) – 0,7 мм;                  – радиус при вершине (RE) – 0,4 мм;                  – угол между главной режущей кромкой и wiper (KRINS) – 90°;                  – исполнение (HAND) – R;                  – сплав (GRADE) – S30T;                  – основа сплава (SUBSTRATE) – HC;                  – покрытие (COATING) – PVD (Ti,Al) N2;                  – толщина пластины (S) – 2,4 мм;                  – масса элемента (WT) – 0,001 кг.</p>

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

### Окончание таблицы 15

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– исполнение (HAND) – R;</li> <li>– демпфирующие свойства (DPC) – нет;</li> <li>– давление СОЖ (CP) – 10 бар;</li> <li>– диаметр соединения (DCON) – 12 мм;</li> <li>– допуск на диаметр соединения (TCDCON) – h6;</li> <li>– функциональная длина (LF) – 70 мм;</li> <li>– диаметр корпуса (BD1) – 11 мм;</li> <li>– длина корпуса (LB1) – 15 мм;</li> <li>– крутящий момент (TQEND) – 0,5 Нм;</li> <li>– материал корпуса (BMC) – сталь;</li> <li>– тах частота вращения (RPMX) – 47400 об/мин;</li> <li>– масса элемента (WT) – 0,092 кг.</li> </ul>	
--	--	--

Расшифровка державок и инструмента, применяемого при обработке детали.

Таблица 16 – Расшифровка инструмента

№ п/п	Обозначение инструмента	Расшифровка
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>– R846-0300-30-A1A 1220</li> <li>– R846-0320-30-A1A 1220</li> <li>– R846-0350-30-A1A 1220</li> <li>– R846-0650-30-A1A 1220</li> <li>– R846-0700-30-A1A 1220</li> <li>– R846-0800-30-A1A 1220</li> <li>– R846-1100-30-A1A 1220</li> <li>– R846-1300-30-A1A 1220</li> <li>– R846-1500-30-A1A 1220</li> <li>– R846-1600-30-A1A 1220</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– R - правое исполнение;</li> <li>– 846 - семейство (для сверления жаропрочных сплавов);</li> <li>– 0300, 0320, 0350, 0650, 0700, 0800, 1100, 1300, 1500, 1600 - диаметр сверла в сотых долях мм;</li> <li>– 30 - рекомендуемая тах глубина сверления;</li> <li>– А - цилиндрический хвостовик;</li> <li>– 1 - внутренний подвод СОЖ;</li> <li>– 1220 - сплав.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– R215.35-05050-AC13L 1620</li> <li>– R215.36-08050-AC19L 1620</li> <li>– R216.13-05830-BC07P 1630</li> <li>– R216.13-04830-BS06P 1630</li> <li>– R216.24-10050BCC22P 1620</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– R – направление вращения;</li> <li>– А – система измерения;</li> <li>– 21 – тип инструмента;</li> <li>– 5, 6 – возможность сверления (5 – нет, 6 – да);</li> <li>– 1, 2, 3 – с фаской/без фаски на уголках;</li> </ul>

Продолжение таблицы 16

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RA215.26-1650AAK08H 1610</li> <li>- R216.23-02050ACC07P 1620</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3, 4, 5, 6 – число зубьев;</li> <li>- «←» - наружный подвод СОЖ;</li> <li>- 16, 020, 048, 050, 058, 080, 100 – рабочий диаметр фрезы;</li> <li>- 30, 50 – угол подъема винтовой канавки;</li> <li>- «→», А, В – радиус при вершине;</li> <li>- А, В, С – тип хвостовика;</li> <li>- С, К, S – длина фрезы;</li> <li>- 06, 07, 08, 13, 19, 22 – max глубина резания;</li> <li>- L, P, H – тип геометрии;</li> <li>- 1610, 1620, 1630 – сплав.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1P221-0300-ХА 1630</li> <li>- 1P260-0100-ХА 1620</li> <li>- 2P212-0100-РС 1620</li> <li>- 1P360-1400-ХА 1620</li> <li>- 2P342-0600-СМА 1740</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1, 2 – серия;</li> <li>- Р – концевая, с возможностью сверления;</li> <li>- 2, 3 – угол подъема стружечной канавки;</li> <li>- 1, 2, 4, 6 – допустимые глубины резания;</li> <li>- 0, 1, 2 – код для инструментов одного типа с различающимися значениями вспомогательных параметров;</li> <li>- 0100, 0300, 0600, 1400 – диаметр фрезы;</li> <li>- С, Р, Х – группа обрабатываемости материала;</li> <li>- А, С – тип хвостовика;</li> <li>- 1620, 1630, 1740 – сплав.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RA390-010EH10-07L</li> <li>- RA390-0117A12-07M</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R – тип;</li> <li>- А – исполнение;</li> <li>- 390 – основной код;</li> <li>- 010, 011 – рабочий диаметр фрезы;</li> <li>- Е, 7 – состояние режущей кромки пластины;</li> <li>- А, Н – тип соединения;</li> <li>- 10, 12 – размер соединения;</li> <li>- 07 – размер пластины;</li> <li>- L, M – шаг.</li> </ul>

Окончание таблицы 16

5	– 326R06-B15050VM-TH 1025	– 326 – тип инструмента; – R – пластина правого исполнения; – 06 – размер соединения; – B – тип хвостовика; – 15 – минимальный диаметр; – 050 – шаг резьбы; – VM – тип резьбы; – 1025 – сплав.
6	– DCKNR 2020K 12 – DCLNR 2020K 12 – DSDNN 2020K 12 – DDHNR 2020K 12	– D – система крепления; – C, S, D – форма пластины; – D, K, L, H – тип державки; – N – задний угол; – N, R – исполнение; – 20 – высота державки; – 20 – ширина державки; – K – длина державки; – 12 – длина режущей кромки.
7	– TR-SL-D13XCR-25	– TR – семейство; – SL – присоединительный диаметр; – D – форма пластины; – 13 – размер пластины; – X – главный угол в плане; – C – задний угол пластины; – R – исполнение; – 25 – размер.
8	RF123E08-2020B	– R – исполнение инструмента; – F – тип державки; – 123 – основной код; – E – посадочный размер; – 08 – ограничения; – 2020 – основные размеры державки; – B – закрепление пластины винтом.

Таблица 17 – Расшифровка режущих пластин

№ п/п	Обозначение пластины	Расшифровка
1	– 390R-070204E-MM S30T – 390R-070208E-MM S30T	– 390 – основной код; – R – пластина правого исполнения; – 070 – длина режущей кромки; – 2 – форма пластины; – 04, 08 – радиус при вершине; – E – состояние режущей кромки; – M – область применения; – M – операция (получистовая); – S30T – сплав.

Продолжение таблицы 17

2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CNMG 12 04 04-SM 1105</li> <li>- CNMG 12 04 16-SMR 1105</li> <li>- DNMG 15 06 16-SMR 1105</li> <li>- SNMG 12 04 16-SM 1115</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- C, D, S – форма пластины;</li> <li>- N – задний угол;</li> <li>- M – допуск на S;</li> <li>- G – тип пластины;</li> <li>- 12, 15 – длина режущей кромки;</li> <li>- 04, 06 – толщина пластины;</li> <li>- 04, 16 – радиус при вершине;</li> <li>- S – состояние режущей кромки;</li> <li>- M – герметрия;</li> <li>- R – исполнение;</li> <li>- 1105, 1115 – сплав.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- TR-DC1312-M 1115</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- TR – семейство;</li> <li>- D – форма пластины;</li> <li>- C – задний угол пластины;</li> <li>- 13 – размер пластины;</li> <li>- 12 – радиус при вершине;</li> <li>- M – геометрия пластины;</li> <li>- 1115 – сплав.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- N123E2-0200-0002-GM H13A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- N – исполнение вставок;</li> <li>- 123 – основной код;</li> <li>- E – посадочный размер (индекс);</li> <li>- 2 – количество режущих лезвий;</li> <li>- 0200 – ширина пластины;</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- G – обработка канавок;</li> <li>- M – средние подачи;</li> <li>- H13A – сплав.</li> </ul>

3.2.1 Расчёт метчика

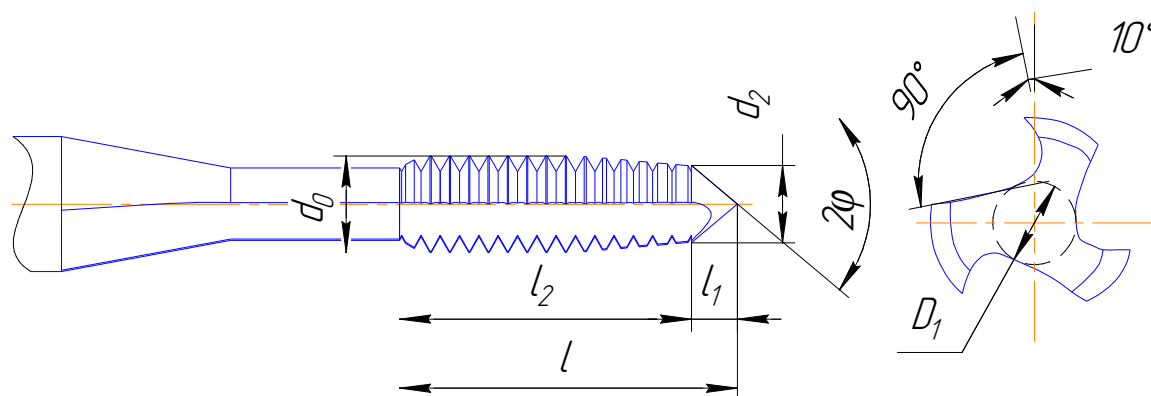


Рисунок 3.3 – Параметры метчика

Расчёт по справочнику конструктора-инструментальщика Климов В.И.  
 Число перьев у метчиков диаметром до 16 мм равно 3.

$d_2$  – диаметр заборной части на переднем торце метчика делается меньше внутреннего диаметра резьбы на 0,1 - 0,15 мм.

В зависимости от степени точности нарезаемой резьбы, определяем класс точности метчика – 2.

$D_1 = 1,567$  мм – внутренний диаметр резьбы,

$D_2 = 1,740$  мм – средний диаметр резьбы,

$D = 2$  мм – наружный диаметр резьбы,

$p = 0,4$  мм – шаг резьбы,

$\alpha = 60^\circ$  – угол профиля резьбы,

Длина заборной части:

$$l_1 = \frac{t_2}{\sigma \cdot z} \text{ мм}, \quad (10)$$

где  $t_2 = 0,3464$  мм – высота резьбы,

$z = 3$  - число перьев,

$\sigma = 0,0125$  - коэффициент равный отношению толщины стружки к шагу резьбы.

$$l_1 = \frac{0,3464}{0,0125 \cdot 3} = 0,9 \text{ мм.}$$

Принимаем  $l_1 = 1$  мм.

Угол наклона заборной части:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{d_0 - d_2}{2l_1} = \frac{2 - 1,6}{2 \cdot 1} = 0,2$$

$$2\varphi = 22^\circ,$$

$$\varphi = 11^\circ.$$

Ширина пера:

для не заточенных метчиков:

$$f = 0,39d_0 = 0,39 \cdot 2 = 0,78 \text{ мм,}$$

для заточенных:

$$f = 1,95 - (0,2 \dots 0,4) = 1,95 - 0,2 = 1,75 \text{ мм.}$$

Диаметр сердцевин:

$$D_1 = 0,47 \cdot d_0 = 0,47 \cdot 2 = 0,94 \text{ мм,}$$

$$R = (0,1 \dots 0,15)d_0 = 0,125 \cdot 2 = 0,25 \text{ мм.}$$

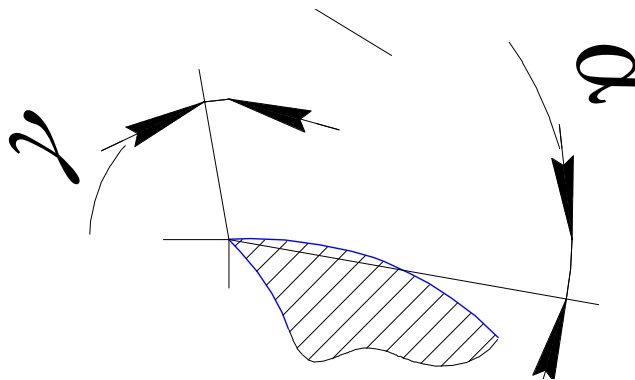


Рисунок 3.4 – Углы метчика

Передний угол  $\gamma = 10^\circ$ .

Задний угол  $\alpha = 10...12^\circ$ .

Величина затылования:

$$K = \frac{\pi d_1}{z} \operatorname{tg} \alpha \text{ мм}, \quad (11)$$

$$K = \frac{3,14 \cdot 1,567}{3} \operatorname{tg} 10^\circ = 0,295 \approx 0,3 \text{ мм}.$$

Для лучшего отвода стружки метчики готовят с винтовыми канавками. Угол наклона винтовых канавок берут  $\varpi = 8...15^\circ$ . При нарезании сквозных отверстий рекомендуется левое направление винтовых канавок.

### 3.3 Описание работы контрольного приспособления

Контрольные приспособления применяют для проверки заготовок, деталей и узлов машины.

Контрольное приспособление состоит из установочных (поз.7, 15), измерительных (поз.1, 2, 3, 4, 11) и вспомогательных элементов (поз.8, 9, 10, 12, 13, 14), смонтированных на корпусе приспособления (поз.6).

Перед установкой детали на контрольное приспособление проверяется плоскостность детали. Для этого на базовую плоскость наносится краска, затем на эту плоскость кладётся гладкое стекло, снимается и считается количество точек на  $\text{см}^2$ .

На установочные элементы (поз.7, 15) ставят проверяемую деталь для проведения контроля. Для установки применяют постоянные опоры с плоскими головками и базовый элемент с шариками, на который производится посадка отверстия  $\varnothing 58\text{H}7$ . Для проверки соосности, параллельности отверстий  $\varnothing 16\text{H}8$  и  $\varnothing 17\text{H}8$  и пересечения осей этих отверстий и оси отверстия  $\varnothing 58\text{H}7$  применяется гладкий калибр. Калибр одевают в отверстия, закрепляют с помощью подвижного калибра и конусного штифта. К гладкому калибру подводят две измерительные головки (далее ИГ). При прокрутке калибра снимаются показания биения.



Что бы проверить радиальное биение на  $\varnothing 10,5f7$  к этой поверхности, аналогично предыдущему контролю, подводят ИГ и при кручении детали на поворотном столе снимаются показания.

Допуск параллельности на 4 выступах замеряется так же ИГ, но в этом случае проверяют не постоянным контактом щупа с деталью, а в 3 точках на каждом выступе.

Допуск симметричности проверяют специальным двойным калибром. Он надевается на базовый элемент и опускается на глубину паза детали. Если при опускании калибр не проходит, то плоскости являются не симметричными.

### 3.3.1 Расчет исполнительных размеров гладких калибров

Контроль отверстий  $\varnothing 16 H8$  и  $\varnothing 17 H8$  осуществляется с помощью предельных калибров. Расчет исполнительных размеров производится по предельным размерам отверстия. По ГОСТ 25347-82 определяют верхнее и нижнее отклонения  $\varnothing 16H8$  и  $\varnothing 17H8$ :

верхнее отклонение отверстия  $ES = +27$  мкм;

нижнее отклонение отверстия  $EI = 0$  мкм.

Наибольший размер отверстия:

$$D_{\max} = D_H + ES = 16 + 0,027 = 16,027 \text{ мм.}$$

$$D_{\max} = D_H + ES = 17 + 0,027 = 17,027 \text{ мм.}$$

Наименьший предельный размер отверстия:

$$D_{\min} = D_H + EI = 16 + 0 = 16 \text{ мм.}$$

$$D_{\min} = D_H + EI = 17 + 0 = 17 \text{ мм.}$$

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

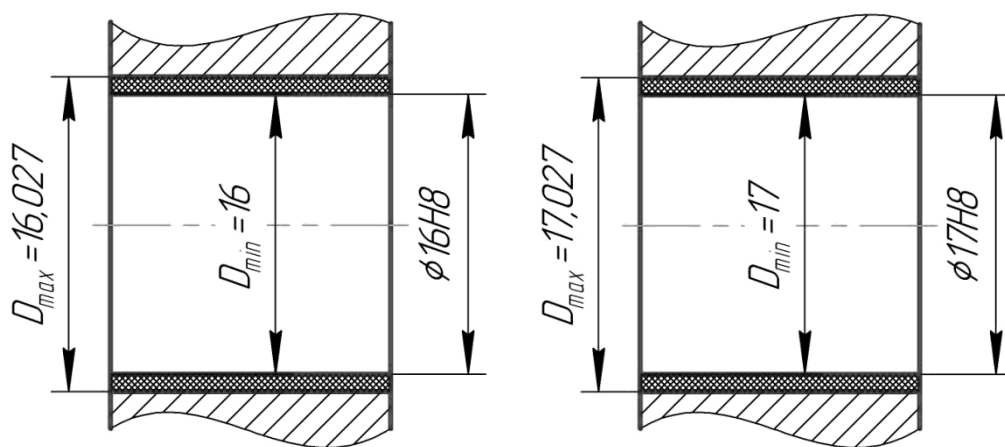


Рисунок 3.5 – Проходное и непроходное отверстие

Допуски калибров определяют по ГОСТ 24853-81:

$Z = 4$  мкм – отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для отверстия относительно наименьшего предельного размера отверстия;

$H = 3$  мкм – допуск на изготовление калибров для отверстия;

$Y = 4$  мкм – допустимый выход размера изношенного проходного калибра для отверстия за границу поля допуска изделия.

Производим расчет исполнительных размеров калибров.

В качестве исполнительного размера калибра-пробки берется наибольший предельный размер его с отрицательным отклонением, равным допуску на изготовление калибра.

Наибольший предельный размер ПР – проходного калибра:

$$d_{\max \text{ ПР}} = D_{\min} + Z + \frac{H}{2} = 16 + 0,004 + 0,0015 = 16,0055 \text{ мм.}$$

$$d_{\max \text{ ПР}} = D_{\min} + Z + \frac{H}{2} = 17 + 0,004 + 0,0015 = 17,0055 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер проходного калибра  $\text{Ø}16,0055_{-0,003}$ ,  $\text{Ø}17,0055_{-0,003}$ .

Наибольший предельный размер НЕ – непроходного калибра:

$$d_{\max \text{ НЕ}} = D_{\max} + \frac{H}{2} = 16,027 + 0,0015 = 16,0285 \text{ мм.}$$

$$d_{\max \text{ НЕ}} = D_{\max} + \frac{H}{2} = 17,027 + 0,0015 = 17,0285 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер непроходного калибра  $\text{Ø}16,0285_{-0,003}$ ,  $\text{Ø}17,0285_{-0,003}$ .

Размер изношенного проходного калибра пробки:

$$d_{\text{изнПР}} = D_{\min} - Y = 16 - 0,004 = 15,996 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{изнПР}} = D_{\text{min}} - Y = 17 - 0,004 = 16,996 \text{ мм.}$$

Построим схему расположения полей допусков проходных и непроходных калибров-пробок относительно поля допуска отверстия и его номинального размера.

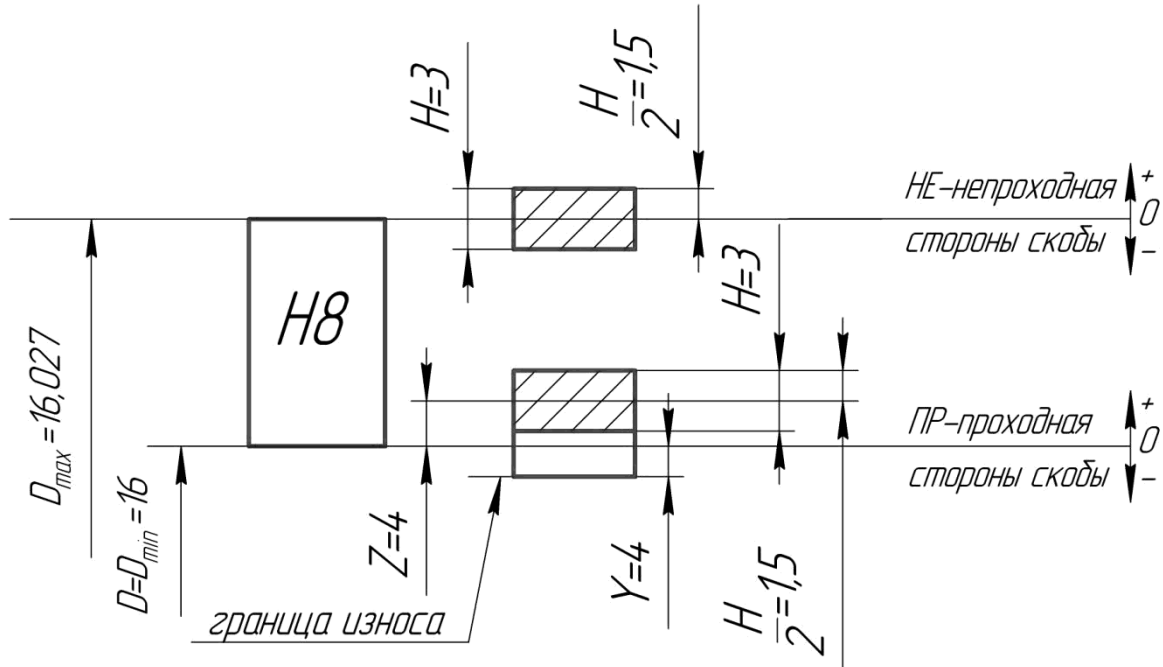


Рисунок 3.6 – Схема расположения полей допусков отверстия  $\varnothing 16\text{H}8$  ПР и НЕ калибра

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

15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР

Лист

102



### 3.3.2 Расчет калибра для контроля расположения отверстий в детали

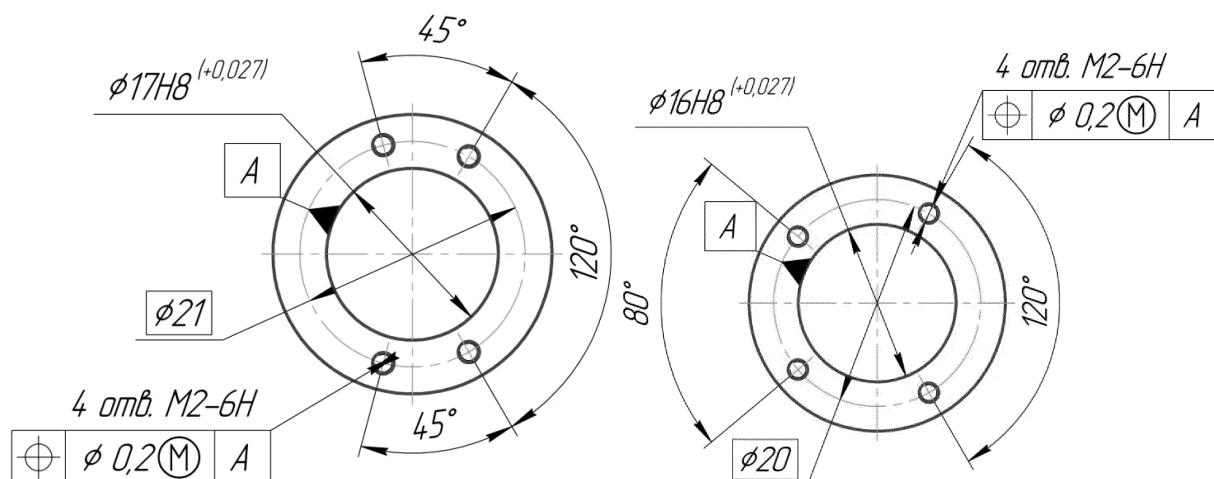


Рисунок 3.9 – Чертеж контролируемых отверстий

Предельные отклонения и допуски диаметров измерительных элементов (пробок) калибров  $T_p = 0,2$  мм:

– для пробок, контролирующих расположение отверстий диаметром M2:

$$F = 0,02 \text{ мм}; H = 0,008 \text{ мм}; W = 0,01 \text{ мм};$$

– для базовой пробки  $\varnothing 16$  мм и  $\varnothing 17$  мм:

$$H_0 = H = 0,008 \text{ мм};$$

$$W_0 = W = 0,01 \text{ мм}.$$

Т.к. отверстие, проверяемое калибром, резьбовое, то берём внутренний диаметр резьбы.

$$d_1 = d - 1 + 0,567; \quad (12)$$

$$d_1 = 2 - 1 + 0,567 = 1,567;$$

Предельные размеры пробок калибра рассчитывают по формулам:

– для базовой пробки  $\varnothing 16$  мм:

$$d_{k0\max} = d_{G0-W} = 16 \text{ мм}.$$

– для базовой пробки  $\varnothing 17$  мм:

$$d_{k0\max} = d_{G0-W} = 17 \text{ мм}.$$

Размер поэлементного проходного предельно изношенного калибра для  $\varnothing 16$  мм:

$$d_{k0\min} = 16 - 0,008 = 15,992 \text{ мм};$$

$$d_{k0-w} = 16 - 0,008 - 0,010 = 15,982 \text{ мм}.$$

Размер поэлементного проходного предельно изношенного калибра для  $\varnothing 17$  мм:

$$d_{k0\min} = 17 - 0,008 = 16,992 \text{ мм};$$

$$d_{k0-w} = 17 - 0,008 - 0,010 = 16,982 \text{ мм};$$

– для остальных пробок:

$$d_{k\max} = 1,567 - 0,2 + 0,02 - 0,008 = 1,395 \text{ мм};$$

$$d_{kmin} = 1,395 - 0,008 = 1,387 \text{ мм};$$

$$d_{k-w} = 1,395 - 0,008 - 0,010 = 1,377 \text{ мм}.$$

Позиционный допуск осей пробок (кроме базовой) калибра:

$$T_{pk} = 0,016 \text{ мм}.$$

При нормировании и контроле размеров, координирующих оси пробок, должны быть соблюдены следующие требования для  $T_{pk} = 0,016$ :

а) предельные отклонения размера между осью каждой пробки и осью базовой пробки  $\delta R_k = \pm 0,0055 \text{ мм}$ ;

б) предельные отклонения центрального угла между осями двух любых пробок, расположенных на окружности  $\phi 20 \pm 0,03 \text{ мм}$  и  $\phi 21 \pm 0,03$ ,  $\delta \alpha_{\Sigma k} = 10'$ , база – ось центральной пробки калибра.

Схема калибра с указанием исполнительных размеров и допусков приведена на рисунках 3.10 и 3.11.

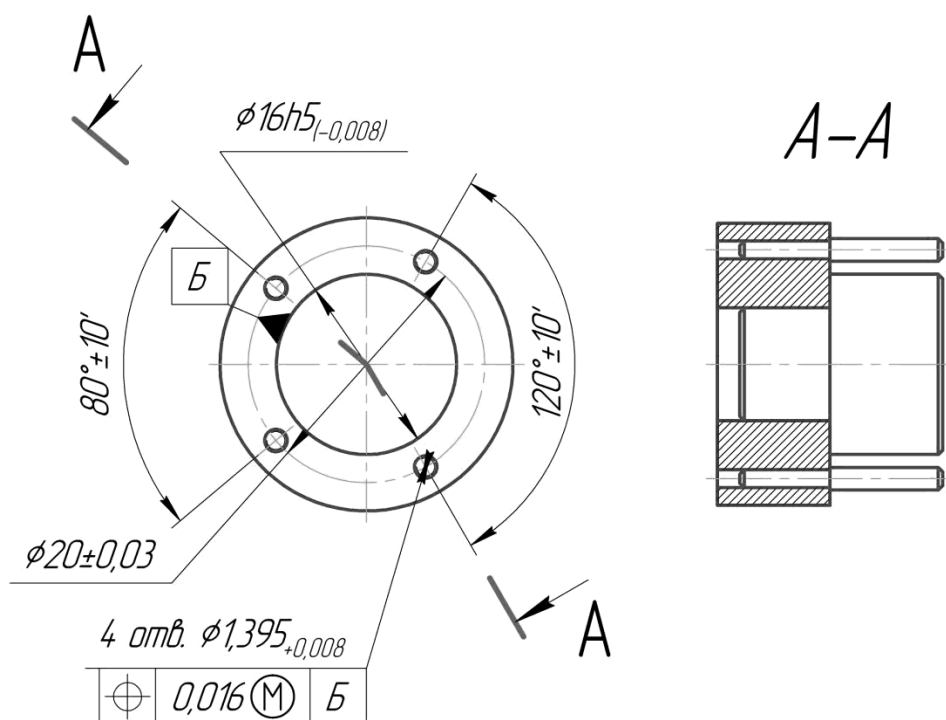


Рисунок 3.10 – Комплексный калибр

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

15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР

Лист

105

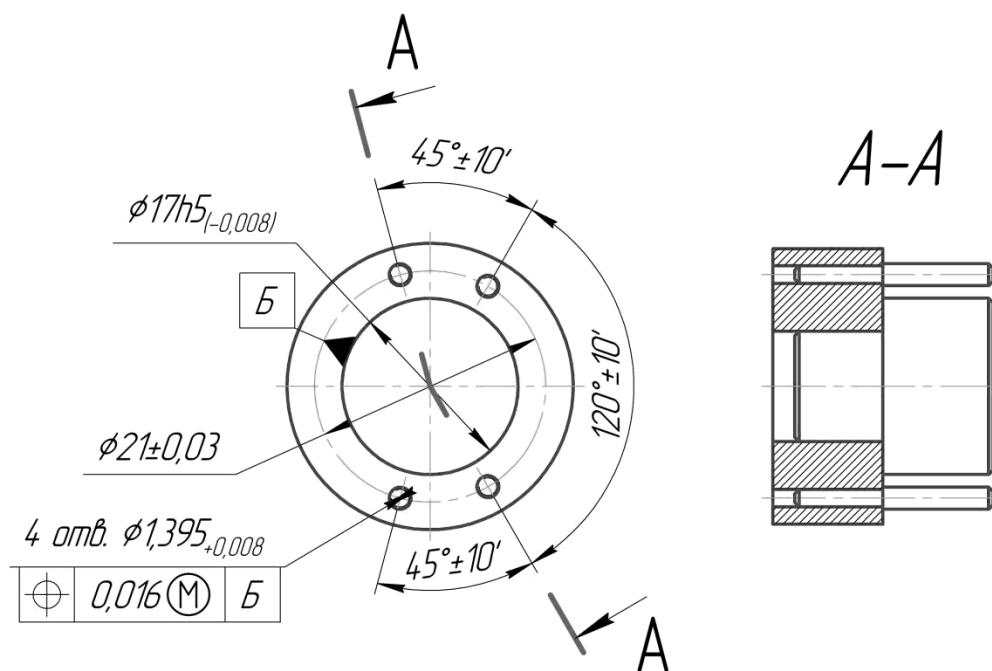


Рисунок 3.11 – Комплексный калибр

### 3.3.3 Расчёт калибра на симметричность поверхностей

Допуски параллельности назначаются в зависимости от номинального размера и степени точности. Степень точности допусков параллельности выбирается в зависимости от способа обработки для получения заданной шероховатости поверхности. Допуск параллельности, установленный на чертеже, составляет 0,02 мм. Допуск на изготовления калибров ПР и НЕ составляет 5 мкм по таблице «Допусков отклонений калибров взаимного расположения поверхностей» по ГОСТ 16805-80. Допуски параллельности принимаем 12 мкм по ГОСТ 24643-81.

Определим наибольший предельный размер:

$$L_{max} = L_n + es = 102,2 \text{ мм.}$$

Наименьший предельный размер:

$$L_{min} = L_n - ei = 102,2 - 0,02 = 102 \text{ мм.}$$

Предельный размер ПР стороны калибра:

$$L_{ПР} = 102,2 + 0,02 - 0,012 = 102,208_{-0,005} \text{ мм.}$$

Предельный размер НЕ стороны калибра:

$$L_{НЕ} = 102 + 0,02 - 0,012 = 102,008_{-0,005} \text{ мм.}$$

Размер изношенного калибра:

$$L_{изнПР} = L_{max} + Y1 = 102,2 + 0,003 = 102,203 \text{ мм.}$$

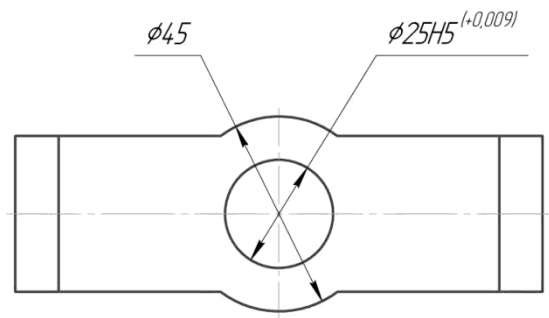
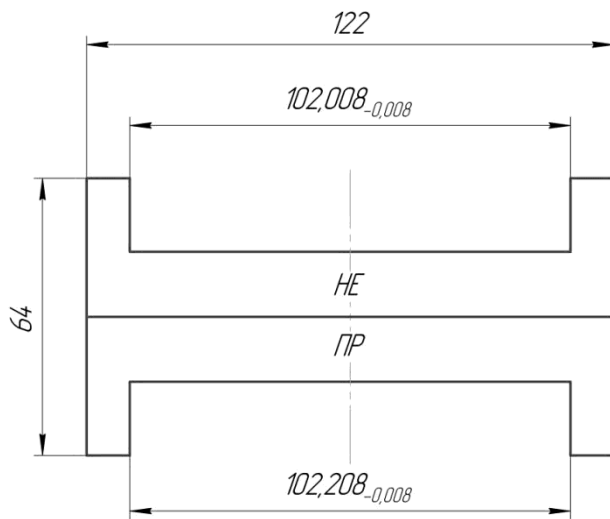


Рисунок 3.12 – Калибр на симметричность



## 4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

В зависимости от масштаба производства и размера цеха состав отделений может быть различным – некоторые отделения и складские помещения объединяются, в ряде случаев некоторые отделения являются общими для нескольких цехов.

В качестве оборудования для доставки заготовок до места обработки и до складов будут использоваться электротележки, которые просты в управлении и бесшумны. Грузоподъемный кран, установленный на тележке, позволяет снизить трудоемкость погрузочно-разгрузочных работ. Их выгодно использовать в нашем случае, т.к. программа выпуска небольшая (10000 шт.), а вес изделия не превышает 20 кг. Грузоподъемность тележки 0,75 т.

В качестве оборудования для перемещения заготовок от одного станка к другому мы будем использовать в поточном производстве ленточный конвейер с шириной ленты 500 мм. Такой конвейер наиболее рационально использовать вследствие его невысокой стоимости, простоты конструкции, а также небольшого веса обрабатываемой детали. На ленте могут располагаться специальные гнезда, в которые можно помещать заготовки. Скорость такого конвейера 6...30 м/мин. Такая скорость наиболее приемлема в среднесерийном производстве.

Накопители в поточном производстве нам потребуются только для выгрузки заготовок у первого станка и в конце обработки у последнего станка. Для этой цели мы будем использовать тару ящичного типа (ящичные поддоны). В этой же таре заготовки и готовые изделия будут поступать со складов и на склады с помощью электротележек. Ящик с заготовками или деталями грузим на тележки с помощью простейших напольных роботов, которые устанавливаем у первого и последнего станка (грузоподъемность робота до 200 кг; по 12 деталей в партии).

Пустая тара после обработки всех деталей партии будет поступать обратно на склад для загрузки в нее новой партии заготовок. Пустые ящики для заготовок будут доставляться со склада готовых изделий по мере использования готовых изделий в дальнейшем производстве.

Загрузка и выгрузка деталей со станков и на станки будет осуществляться также напольными роботами с грузоподъемностью до 200 кг. Т.е. всего в цехе будет применяться 12 напольных роботов, 10 – у каждого станка и еще 2 для загрузки и выгрузки деталей с тележки и на тележку.

Площадь складочных площадок:

$$S_{cc} = \frac{m_{\Sigma} t}{D \cdot q \cdot K_u};$$

где:  $m_{\Sigma} = 1,3 \cdot 10000 \text{ шт} = 13 \text{ т.};$

$t_3 = 12 \text{ суток}$  (нормативный запас хранения грузов для средних заготовок при среднесерийном производстве);

$D$  – число календарных дней в году ( $D=365$  дней);

$m_{\Sigma} = 0,95 \cdot 10000 \text{ шт} = 9,5 \text{ т.};$

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

$t_2 = 15$  суток (для средних деталей в среднесерийном производств);

$q$  – средняя грузонапряженность площади склада  $m/m^2$ ;

Для среднесерийного производства:

$q_3 = 2,8m/m^2$  (для хранения в стеллажах высотой до 2,5-4м.);

$q_2 = 1,8m/m^2$ ;

$K_u$  – коэффициент использования площади ( $K_u=0,25$  – при обслуживании электропогрузчиком).

Площадь склада заготовок:

$$S_{ck_3} = \frac{13 \cdot 12}{365 \cdot 2,8 \cdot 0,25} = 0,61m^2 \approx 0,7m^2.$$

Площадь склада готовых изделий:

$$S_{ck_2} = \frac{9,5 \cdot 15}{365 \cdot 1,8 \cdot 0,25} = 0,9m^2.$$

Число кладовщиков, обслуживающих склады:

- склад заготовок в среднесерийном производстве:

1 человек на 135 станков.

- склад готовых деталей:

1 человек на 80 производственных рабочих или станков.

Схема транспортной системы будет выглядеть следующим образом:

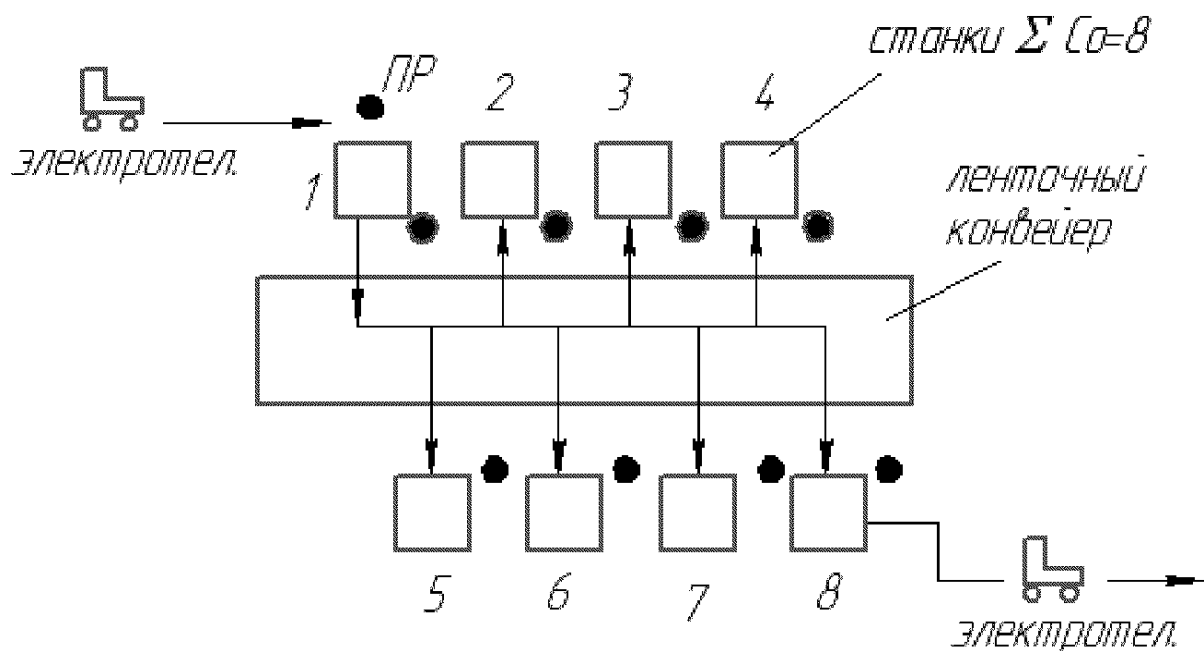


Рисунок 4.1 - Схема транспортной системы

В качестве оборудования для складов применяется электропогрузчик, т.к.

программа выпуска небольшая и нет смысла использовать высокие стеллажные конструкции с применением кранов-штабелеров.

Число секций стеллажа:

$$S_{cc} = \frac{\sum Z_{TI}}{Z}; \quad (13)$$

где:  $Z$  – число единиц тары, размещаемой в одной секции выбранного типа стеллажа.

$Z_{TI}$  - число поддонов для размещения необходимого запаса по каждой группе заготовок и деталей:

$$Z_{TI} = \frac{Q_i}{C_{TI}}; \quad (14)$$

где:  $C_{TI}$  - средняя вместимость тары выбранного типа;

$Q_i$  – запас хранения по каждой группе заготовок.

$$Q_i = \frac{m_i \cdot t_i}{365}; \quad (15)$$

где:  $m_i$  – масса поступающих за год деталей и заготовок;

$t_i$  – запас хранения (дни).

Стеллажи являются клеточного типа каркасные по ГОСТ 14757-81.

$m_3 = 13000 \text{ кг}; t_3 = 12 \text{ суток};$

$m_2 = 9500 \text{ кг}; t_2 = 15 \text{ суток};$

$$Q_3 = \frac{13000 \cdot 12}{365} = 428 \text{ кг};$$

$$Q_2 = \frac{9500 \cdot 15}{365} = 39 \text{ кг}.$$

$C_{TI} = 12$  деталей или заготовок.

$$Z_{mm} = \frac{428}{12} = 35,7;$$

$$Z_{mm} = \frac{391}{12} = 32,6;$$

$$Z_{ctc} = \frac{35,7}{9} = 4; \quad Z = 9 \text{ шт}$$

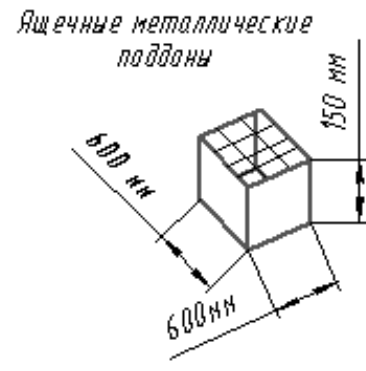
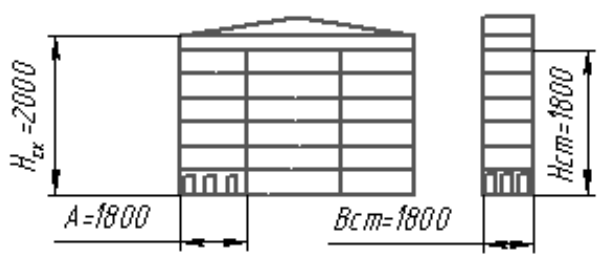
$$Z_{cct} = \frac{32,6}{9} = 3,7 = 4 - \text{секций в стеллажах.}$$

Склад готовых деталей:  $S_{ск} = 0,9 \text{ м}^2$ .

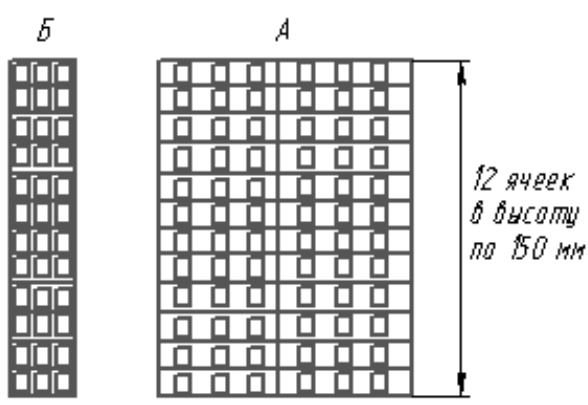
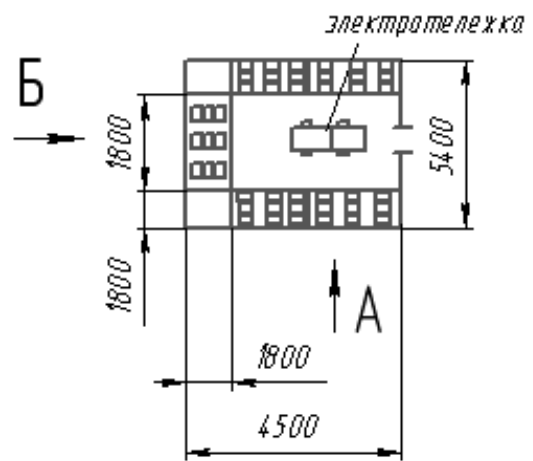
Тара та же.

$$Z_p = 1 \cdot 4 = 4 \text{ секции.}$$

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

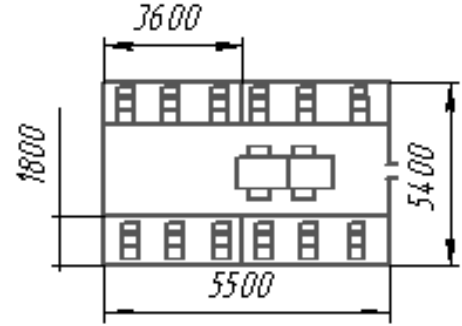


Склад заготовок:  $S_{ск} = 0,7 \text{ м}^2$ ;



Всего ящиков:  $Z_{р.так} = 4 \times 12 = 48$

Склад готовых изделий:  $S_{ск} = 0,9 \text{ м}^2$ .



Всего ящиков:  $Z_{р.так} = 4 \times 12 = 48$

Рисунок 4.2 – Стеллажи клеточного типа

Т.к. в нашем случае склад будет иметь децентрализованную систему, то их размещение на территории цеха будет следующее:  
 В начале линии механической обработки предусматривается склад заготовок. Он состоит из одного помещения, т.к. заготовки имеют одинаковую конфигурацию и материал. Для хранения готовых изделий в структуре цеха предусматривается склад готовых изделий.

Т.к. заготовками являются изделия из титана марки BT5, то образуются сливная стружка. Она достаточно хорошо удаляется из зоны резания и хорошо транспортируется за пределы станка. Поэтому стружколомающие устройства не понадобятся.

Т.к. программа выпуска в поточном производстве небольшое и цех обслуживает всего 8 станков, то для удаления стружки мы будем применять ручные тележки, т.к установка какого-либо конвейера будет экономически нецелесообразна.

Для переработки стружки принимаем следующую последовательность технологических операций:

Для сырой стружки титана BT5(т.к. будет подаваться СОЖ):

- грохочение;
- обезжиривание;
- брикетирование.

Система переработки стружки у нас будет централизованная, т.к выход стружки невелик, не более 1 тн/г. На всем заводе будет один участок переработки стружки.

Для обезжиривания стружки принимаем центрифуги периодического действия (т.к. программа выпуска невелика и количество стружки тоже).

До помещения в центрифугу стружку промываем в горячей воде для удаления грязи в моечной машине, а затем стружка сушится в сушильном барабане при  $t = 300...350\text{ C}^\circ$ .

При укрупненном проектировании площадь участка сбора и переработки стружки принимается:

$$S_c = (0,03 \dots 0,4) S_{\text{пр}}$$

где  $S_{\text{пр}}$  – производственная площадь цеха,  $\text{м}^2$

Производственную площадь цеха принимаем по предварительной компоновке:

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112

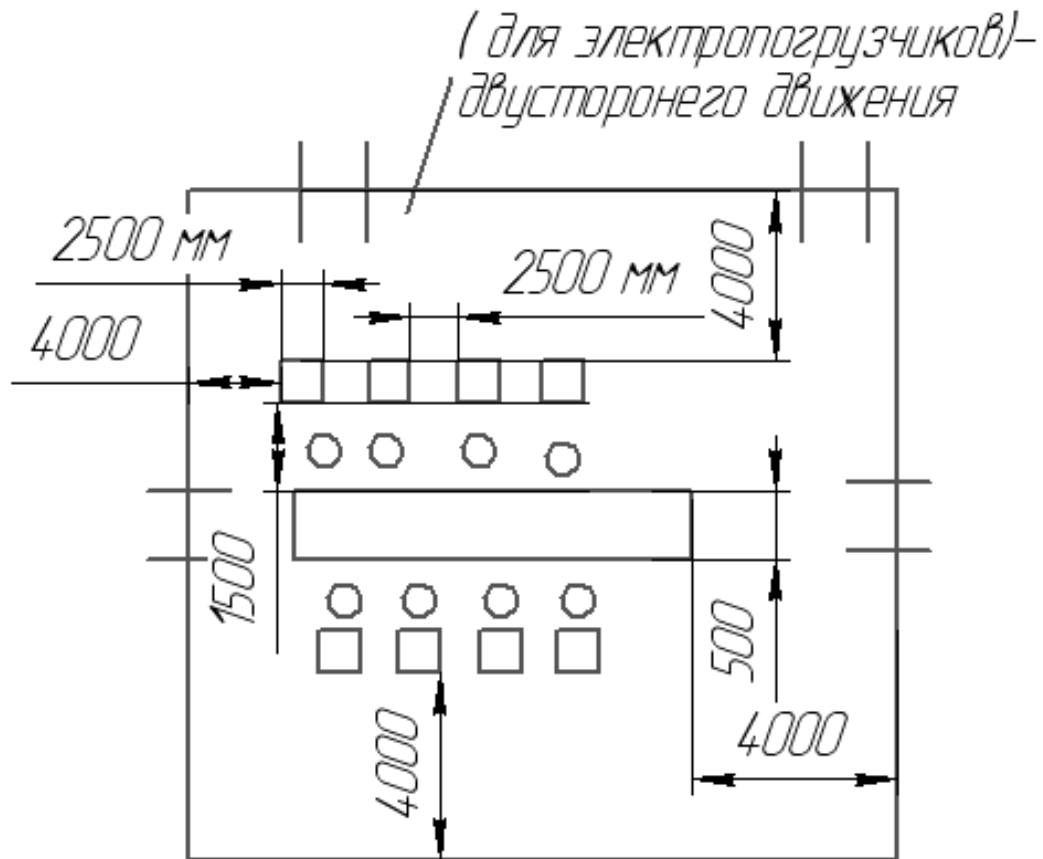


Рисунок 4.3 – Производственная площадь цеха

$$L = 4,000 + 8 \times 2,500 + 4,000 = 28 \text{ м.}$$

$$B = 4,000 \times 2 + 2,500 \times 2 + 1,500 \times 2 + 0,500 = 12,5 \text{ м.}$$

$$S_{\text{пр.}} = L \times B = 350 \text{ м}^2.$$

$$S_c = (0,03 \dots 0,4) \times 350 \text{ м}^2 = 35 \text{ м}^2.$$

Проектирование подсистемы СОЖ.[9]

В небольших цехах применяют децентрализованную систему снабжения станков СОЖ. СОЖ доставляют к станкам в таре и также удаляют.

Потребность СОЖ:

Для станков до 25 т: при односменном режиме работы:

Ежесуточный долив СОЖ:

- на масляной основе - 3 кг;
- на водной основе - 4,5 кг.

Нормы ежесуточного долива СОЖ в % в зависимости от емкости системы охлаждения станка:

До 50 литров емкости: при односменном режиме работы:

СОЖ на масляной основе: 4%;

СОЖ на водной основе: 6%.

Средние сроки замены СОЖ: в месяцах:

СОЖ на водной основе: 1 раз;

СОЖ на масляной основе: 6 раз

Для автоматизации производства на комплексной операции для установки полуфабриката на станок используется промышленный робот.



Рисунок 4.4 – Промышленный робот

Вывод: в результате анализов базового техпроцесса и проектируемого были достигнуты следующие цели: количество станков снизится в 1,5 раза, время, используемое на изготовление детали, снизится в 11 раз. Для изготовления детали применяется новейшее оборудование с ЧПУ, отвечающее всем требованиям современной промышленности.

#### 4.1 Расчет необходимого количества оборудования

Определение необходимого (расчетного) количества станков для механических участков при укрупненном проектировании осуществляется по трудоемкости годового выпуска изделий  $T_u$ , действительному фонду времени работы станка при работе в одну смену  $F_d$  и режима работы цеха (количества рабочих смен в сутки)  $m$  по следующей формуле:

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

$$C = \frac{T_{и}}{F_{д} \cdot m} = \frac{2700}{1916 \cdot 1} = 1,4 = 2 \text{ шт.}$$

С учетом среднего значения коэффициента загрузки оборудования  $\eta_3$  для различных типов производства (единичное, мелкосерийное  $\eta_3 = 0,8 \dots 0,9$ ; средне-серийное  $\eta_3 = 0,75 \dots 0,85$ ; крупносерийное, массовое  $\eta_3 = 0,65 \dots 0,75$  [5]) принятое число станков  $S$  определится из соотношения:

$$S = \frac{T_{и}}{F_{д} \cdot m \cdot \eta_3} = \frac{2700}{1916 \cdot 1 \cdot 0,85} = 1,66 = 2 \text{ шт.}$$

#### 4.2 Описание планировки участка

Общая площадь спроектированного участка механической обработки составляет 221 м<sup>2</sup>. На данном участке устанавливаются два станка с ЧПУ DMG MORI DMU 50 и DMG MORI NEF 400.

Оборудование располагается и по ходу технологического процесса.

Средство автоматизации – электропогрузчик, он обслуживает станки, подвозит и отвозит тары с заготовками и готовыми деталями. На разработанный участок литые заготовки поступают из литейного цеха партиями на электропогрузчике в таре. Так же есть возможность разгрузить тару с заготовками кран-балкой на участок к первому станку из линии.

Стол контролёра находится на участке ОТК в конце участка. Контроль производится на контрольном столе с применением специального приспособления. Готовые, годные детали с участка ОТК в таре вывозятся на сборочный участок. Слесарный участок, участок инструментообеспечения, бытовые помещения находятся в том же цеху.

Спроектированный участок соответствует нормам промышленной санитарии, электробезопасности и пожаробезопасности (ящики с песком, пожарные щиты, углекислотные ОУ-5 и воздушно-пенные огнетушители ОВП-5, пожарные краны, все они расположены равномерно по территории участка вдоль стены, так же имеются стенды с наглядной агитацией по обеспечению пожарной безопасности). Аптечка располагается на территории ОТК.

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		115



## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Техника безопасности — это совокупность мероприятий, обеспечивающих предупреждение несчастных случаев на производстве. Эти мероприятия заключаются в следующем:

- 1) ограждение механизмов станка, представляющих опасность для рабочих;
- 2) предохранение от поражения электрическим током;
- 3) обучение рабочих правилам безопасной работы.

Зубчатые, ременные и цепные передачи, вращающиеся со значительной скоростью, могут захватить одежду рабочего, его руки и волосы и, затянув их, явиться причиной несчастного случая. Во избежание этого еще при конструировании и изготовлении станка предусматриваются надежные прикрытия (кожухи) или ограждения всех его вращающихся механизмов.

Для освещения электродвигателей станка используется ток напряжением 220В и выше. Ток такого напряжения для человеческого организма, как правило, не смертелен, но может явиться причиной серьезных травм, так как человек, пораженный током, теряет сознание.

Опасность поражения током возникает в тех случаях, когда нарушена изоляция электрической сети станка или аппаратуры управления. Она особенно значительна, если рабочий стоит на мокром полу, во влажной обуви и руки его мокры.

Во избежание поражения рабочего током станок должен быть заземлен. Рабочий должен строго соблюдать правила пуска и останова двигателей и следить за исправностью проводки, особенно проводки местного освещения. Лучше если для местного электрического освещения используется ток низкого напряжения — до 36В, поражение которым не представляет опасности для здоровья рабочего.

### 5.1 Правила техники безопасности

Каждый вновь поступающий рабочий инструктируется, как выполнять правила техники безопасности при работе на сверлильных станках. Одновременно его знакомят с местонахождением аптечки, носилок и медпункта. В дальнейшем такой инструктаж следует периодически повторять на рабочем месте.

Перед началом работы рабочий должен:

– проверить состояние рабочего места, т. е. наличие ограждений мест станка, представляющих опасность, исправность электрического оборудования, местного освещения и электрической проводки, отсутствие на полу загромождений, мешающих работе, наличие сухой решетчатой подставки, предохраняющей обувь от сырости и обеспечивающей лучшую устойчивость рабочего во время работы;

– проверить состояние спецодежды. Желательно, чтобы одежда рабочего плотно охватывала его тело и не имела свободных концов и завязок. Если таковые имеются, то следует проверить, правильно и надежно ли они завязаны. Девушки должны покрывать голову косынкой, убирая под нее волосы, концы косынки следует аккуратно заправить;

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

– надеть защитные очки при работе с разлетающейся стружкой (попадание стружки в глаза может вызвать серьезные и опасные их повреждения);

– правильно расположить источник местного освещения, чтобы рабочая зона была хорошо освещена, но свет не слепил глаза;

– проверить состояние применяемого инструмента.

В процессе работы нужно соблюдать следующие правила:

1. надежно закреплять обрабатываемую деталь и режущий инструмент;

2. не удерживать деталь руками во время обработки;

3. не оставлять ключа в сверлильном патроне;

4. перед включением электродвигателя поставить рычаги управления в нейтральное положение;

5. перед включением станка проверить, чтобы это никому не угрожало;

6. не брать руками за режущий инструмент и вращающиеся элементы станка (за исключением маховичков, если это необходимо для управления станком);

7. не удалять стружку со станка руками, а пользоваться специальными крючками и приспособлениями;

8. при установке и снятии детали, при смене режущего инструмента останавливать станок, если не предусмотрена возможность выполнения этих операций на ходу станка;

9. не передавать каких-либо предметов через станок;

10. не опираться на станок.

Во время перерывов в работе даже на короткое время станок должен быть выключен. По окончании работы станок останавливают, рычаги управления ставят в нейтральное положение.

Противопожарные мероприятия. Для того чтобы предотвратить возникновение пожара в цехе, необходимо соблюдать правила хранения легковоспламеняющихся материалов.

В конце смены после уборки рабочего места все обтирочные материалы убираются в специально для этого предназначенные металлические ящики, а смазочные — в отведенные для них места. Электродвигатель и местное освещение отключаются. Курение у рабочего места запрещается.

Нельзя самостоятельно устранять неполадки электрооборудования. При перегорании предохранителей или при сильном нагревании электродвигателя надо вызывать электромонтера.

## 5.2 Производственная санитария

Производственная санитария рассматривает вопросы влияния основных производственных факторов на состояние здоровья работников. Это такие факторы, как микроклимат, излучение, освещение, шум, вибрация, загрязнение производственного воздуха и тому подобное.

Основную роль в оздоровлении условий труда играет правильная организация производства. Существующие нормы устанавливают санитарные зоны, тре-

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117

бования к расположению производственных зданий и наличию в них всех необходимых санитарно-бытовых помещений, обеспечение, как питьевой водой, так и водой для технических целей, устройство рабочих помещений с учетом необходимой производственной площади, освещения, отопления и вентиляции.

Оптимальные параметры микроклимата должны быть:

– температура в производственных помещениях в зависимости от категории работ от 16 до 24°С в холодный период и от 18 до 25°С в теплый период;

– относительная влажность воздуха в зависимости от температуры в пределах 40-75%;

– скорость движения воздуха в пределах 0,1-0,5 м/с;

– интенсивность теплового облучения работников в пределах 35-100 Вт/м<sup>2</sup> в зависимости от величины поверхности тела которое облучается.

Объем производственного помещения на одного работника должен составлять не меньше 15 м<sup>3</sup>, а площадь - не меньше 4,5 м<sup>2</sup>.

В соответствии с требованиями действующего законодательства работники должны обеспечиваться гардеробными, умывальниками, душевыми, помещениями для личной гигиены женщин, туалетами.

При выполнении работ на открытом воздухе или в условиях, которые приводят к увлажнению спецодежды, должны быть оборудованы помещения для сушки спецодежды.

В связи с тем, что состояние производственного воздуха в значительной мере зависит от эффективности его обмена, значительное внимание уделяется вентиляции помещения.

По принципу действия она разделяется на естественную (аэрацию) и искусственную (механическую).

Под естественной вентиляцией имеется в виду такой обмен воздуха в помещении, который возникает за счет разности температуры воздуха снаружи и в помещении или под влиянием ветра. При механической вентиляции обмен воздуха осуществляется с применением специальных механизмов (вентиляторов, эжекторов). По признаку действия вентиляция разделяется на местную и общую.

Для исключения сквозняков при наличии вытяжной вентиляции должна существовать и приточная. Воздух, который подается приточной вентиляцией, не должен содержать вредных веществ, для чего на приточных вентиляционных системах устанавливаются фильтры.

### 5.3 Шум, вибрация

Многие производственные процессы (клепка, штамповка, ковка, зачистка, работа производственного оборудования) сопровождаются значительным уровнем шума или вибрации, которые являются причиной отрицательного действия не только на органы слуха, но и на нервную систему человека. Человек ощущает звуки с частотой колебаний в пределах от 16 до 20 000 Гц. Допустимый уровень шума в механических цехах не должен превышать 80 дБ. Колебание более низкой

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		118

частоты (меньше 16 Гц - инфразвук) и более высокой частоты (выше 20000 Гц - ультразвук) воспринимаются человеком не как звук, а как вибрация (сотрясения). Непосредственное действие вибрации имеет место при работе с ручным инструментом.

Меры борьбы с шумом и вибрацией:

- замена шумных процессов бесшумными или менее шумными;
- улучшение качества изготовления и монтажа оборудования;
- укрытие источников шума и вибрации;
- вывод рабочих из сферы воздействия шума и вибрации;
- применение индивидуальных защитных средств.

#### 5.4 Электробезопасность

Степень опасного влияния на человека электрического тока зависит от вида и величины напряжения и тока, частоты электрического тока, путей его прохождения через тело человека, продолжительности влияния на организм и условий окружающей среды.

Самое большое количество электротравм возникает при эксплуатации электроустановок и сетей напряжением до 1000 В. Основными причинами поражения электрическим током является непосредственный контакт с открытыми токопроводящими частями оборудования, соприкосновение с изолированными токопроводящими частями оборудования, которое утратило свои изоляционные свойства и влияние электротока через электрическую дугу на устройствах отключения.

Действие электротока на организм человека проявляется в сложных и разнообразных формах. Все поражения, которые вызваны действием электрического тока, разделяются на внутренние и внешние.

В соответствии с этим на практике различают электрические удары, которые вызывают поражение всего организма и электротравму, которая представляет собою внешнее местное поражение в виде теплового (ожог), механического (разрыв тканей) или химического (электролиз) повреждения.

Установлено, что самая большая величина переменного тока промышленной частоты, при которой человек может самостоятельно оторваться от электропровода, равно в среднем 15-20 мА (для постоянного тока - 60-79 мА).

Безопасными считаются:

- переменный ток (частота 50 Гц) силой до 0,01-0,02 А;
- постоянный ток - до 0,05-0,06 А;
- Ток 0,1 А и выше является смертельным для человека.

Сопrotивление тела человека состоит из сопротивления кожи и внутренних органов. Среднее сопротивление внутренних органов можно принять равным 1000 Ом. Кожа является изоляционной оболочкой, которая защищает до некоторой степени человека от поражения током. Сопrotивление кожи зависит от различных факторов (влажность, повреждения). Для сухой кожи оно колеблется от 40 000 до 100 000 Ом, а для влажной может снизиться до 1000 Ом.

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		119

## 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для производства продукции создан отдельный обособленный участок, обладающий правами хозяйственного ведения и оперативного управления финансово-хозяйственной деятельностью.

Данные процесса изготовления детали представлены в таблице, причем заданы общественные нормы времени всех операций по изготовлению продукта.

Для проектирования участка механического цеха машиностроительного завода необходимы следующие данные.

Исходные данные:

1. Программа выпуска – 10000 шт;
2. Режим работы – 1 смена;
3. Вид заготовки – центробежное литье;
4. Масса заготовки – 0,6 кг;
5. Масса детали – 0,29 кг;
6. Марка материала – сплав ВТ5.

Расчет себестоимости изготовления детали по проектному технологическому процессу с использованием базы данных и методики предприятия.

Себестоимость детали определяют по формуле:

$$C = M + 3[1+(H/100)], \quad (16)$$

где  $M$  — себестоимость материала, затрачиваемого на деталь, за вычетом стоимости отходов;  $3$  — прямая заработная плата рабочих по всем операциям изготовления детали;  $H$  — цеховые и общезаводские расходы, %.

Себестоимость материала  $M$ , затрачиваемого на деталь, за вычетом отходов определяется:

$$M = M_3 \cdot C_M - (M_3 - M_d) \cdot C_{отх}, \quad (17)$$

где  $M_3$  – норма расхода материала на одну деталь, кг; принимается равной массе заготовки;  $M_d$  – масса детали;  $C_M$  – стоимость одного килограмма материала, руб.;  $C_{отх}$  – стоимость одного килограмма реализуемых отходов, руб.

По расчетам принимается  $OЦ = 3 \text{ станка}$

Определение численности основных производственных рабочих.

К основным производственным рабочим относятся рабочие, которые участвуют в технологическом процессе по изготовлению основной продукции.

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		120

Численность рабочих сдельщиков определяется по количеству оборудования – 3 человека

Таблица 18 - Расчет численности вспомогательных рабочих по проектному техпроцессу

Профессия	Расчетная единица		Норма обслужив.	Численность рабочих		Тарифный разряд
	Наименов.	Кол-во		Расчетное	Принятое	
Наладчик	Кол-во обслужен. станков	1	40	0,03	1	5
Уборщик	Производ. площади	93	400	0,031	1	2

Таблица 19 - Численность работающих по проектному техпроцессу

Категория работающих	Численность
Основные рабочие	3
Вспомогательные рабочие	1
Служащие ИТР	1
Руководители	
<b>ИТОГО:</b>	<b>5</b>

Таблица 20 - Ведомость фонда заработной платы рабочих по проектному техпроцессу

Группа	Прямая зарплата		Премия 70%	Доплата по поясному коэф., руб.15%	Годовой фонд з/платы
	по сдельн.расценкам	по тариф. ставкам			
Основ. рабочие по сдельной оплате	258072,5		180650,75	65808,5	504531,175

Продолжение таблицы 20

Вспом. рабочие по по-времен. оплате		115580	80906	27508,04	223994,04
ИТОГО:	258072,5	115580	189556,75	93316,54	728525,215

$Z = 728525,215 \text{ руб}$

$H$  — цеховые и общезаводские расходы, %.

Смета цеховых расходов по проектному техпроцессу

ЗП служащих с отчислениями на социальные нужды. Зарплата служащих составляет 30% от зарплаты основных рабочих.

Расчет себестоимости изготовления детали.

Себестоимость – это затрата на изготовление и реализацию продукции.

Таблица 21 – Расчет себестоимости материала

Марка материала	Масса заготовки кг	Цена за 1 кг материала	Стоимость материала	Отходы			Стоимость за вычетом отходов
				Масса отходов кг	Цена за 1 кг отходов	Стоимость отходов, руб.	
Сплав ВТ1-0	0,6	1980	1188	0,31	198	61,38	1126,62

$M = 1126,62 \text{ руб}$

Основная заработная плата

$Z [20506,4 \cdot 70\% \cdot 15\% = 120272,7 \text{ руб.}]$

Отчисления на социальные нужды

$\frac{120272,7 \cdot 30\%}{100\%} = 36081,63 \text{ руб.}$

Цеховые расходы на программу

$40090,7 \cdot 120\% = 480108,84 \text{ руб.}$

Общезаводские расходы на программу

$40090,7 \cdot 90\% = 360816,16 \text{ руб.}$

$H = 480108,84 + 360816,16 = 840925 \text{ руб}$

Годовая программа выпуска 10000 шт

$H$ - на 1 шт = 84,09 руб

$$C = M + Z[1 + (H/100)], \quad (18)$$

$$C = 1126,62 + 120272,7[1 + (84,09/100)] = 222428,4 \text{ руб}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе произведён анализ базового техпроцесса изготовления детали «Основание блока», применяемого в нём оборудования и оснастки, выявлены его недостатки и составлен ряд предложений по разработке проектного технологического процесса. Разработан технологический процесс изготовления детали с указанием получаемых размеров, шероховатости, последовательности обработки поверхностей. Произведён выбор оборудования и режущего инструмента для реализации проектного техпроцесса, рассчитаны режимы резания на все операции, спроектированы станочное и контрольное приспособления. Так же спроектирован участок механической обработки для данной детали.

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		123



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Ахлюстина В.В., Логунова Э.Р. Метрология, стандартизация и сертификация. Часть 1. Расчет средств измерений: учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 167 с.
- 2 Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей: учебное пособие. / под ред. В.Ю.Шамина, – 4 изд., Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 530 с.
- 3 Исаков В.М., Ардашев Д.В. Основы технологии машиностроения и технического нормирования: учебное пособие по выполнению курсовой работы. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006 — 32 с.
- 4 Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. Т.1. / В.И. Анурьев; под ред. И.К. Жестковой – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.
- 5 Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов: учебное пособие для вузов / Г.Г. Иноземцев. – М.:Машиностроение,1984. – 272с.,ил.
- 6 Меньшаков, В.М. Расчет и проектирование режущих и бесстружечных метчиков: учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию/ В.М. Меньшаков, А.В. Черемисов, А.Ф. Черненко. – Челябинск: ЧПИ, 1985. –37 с.
- 7 Логунова, Э.Р. Приспособления к металлорежущим станкам: учебное пособие / Э.Р. Логунова, В.В. Ахлюстина, Д.В. Ардашев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2011. – 174 с.
- 8 Официальный сайт фирмы «Sandvik Coromant» – <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/pages/default.aspx>
- 9 Онлайн-калькулятор режимов резания фирмы «Sandvik Coromant» – <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/coroguide.aspx>
- 10 Проектирование механосборочных цехов: программа и методические указания к контрольной работе (для студентов) / Г.И. Буторин – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 33 с.

					15.03.05.2020.010.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		124